

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky chemie



DISERTAČNÍ PRÁCE

**Vzdělávání žáků v chemii prostřednictvím
jednoduchých experimentů s přírodními látkami:
podpora empirických poznávacích postupů
a rozvoj souvisejících kompetencí**

Mgr. HANA BÖHMOVÁ

Školitel disertační práce: RNDr. Václav Martínek, Ph. D.
Školitelka – konzultantka: RNDr. Renata Šulcová, Ph. D.

Praha 2009

Klíčová slova:

Chemické vzdělávání; školní chemické experimenty; přírodovědná gramotnost; distanční vzdělávání; e-learning.

Prohlašuji, že jsem svou disertační práci ani žádnou její podstatnou část nepředložila k získání jiného či stejného akademického titulu.

Prohlašuji, že jsem svou disertační práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citované literatury.

Souhlasím se zapůjčením své disertační práce ke studijním účelům.

V Praze dne 13. října 2009

Mgr. Hana Böhmová

Během své práce jsem se mohla opřít o pomoc a zkušenosti mnoha lidí ve svém okolí. Na tomto místě bych jim všem chtěla poděkovat. Především svým školitelům, RNDr. Václavu Martínkovi, Ph. D. a RNDr. Renatě Šulcové, Ph.D. za všechny čas a energii, kterou mi věnovali, dále svému manželovi za neustávající podporu a inspiraci, RNDr. Oldřichu Botlíkovi, CSc. za dlouhá léta příjemné spolupráce při testování českých žáků, RNDr. Janě Palečkové za pomoc při zpracovávání dat z mezinárodních výzkumů, RNDr. Stanislavu Zelendovi, celému týmu Talnetu a RNDr. Miladě Roštejnské, Ph.D. za příležitost podílet se na vzdělávání nadšených talentovaných středoškoláků.

Obsah

OBSAH	4
SEZNAM ZKRATEK	6
1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE	7
2. TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1. Empirické poznání v přírodních vědách.....	9
2.2. Empirické poznání ve výuce přírodních věd.....	9
2.3. Zkreslený obraz přírodních věd ve světle výzkumů přírodovědné gramotnosti	10
2.3.1. Výzkum OECD PISA (2000–2009).....	11
2.3.2. Výzkum TIMSS (1995–2007).....	26
2.3.3. KALIBRO - Testování žáků 5., 7. a 9. ročníků (2005–2009).....	33
2.3.4. Další zkušenosti z praxe	43
2.3.5. Přírodovědná gramotnost českých žáků ve světle mezinárodních výzkumů a	
dalších zkušeností – závěr	44
2.4. Empirické poznávací postupy v požadavcích závazných vzdělávacích dokumentů.....	44
2.4.1. Úvod.....	44
2.4.2. Rámcové vzdělávací programy	45
2.4.3. Gymnaziální vzdělávání	45
2.4.4. Klíčové kompetence	46
2.4.5. Vzdělávací oblast Člověk a příroda	47
2.4.6. Pojetí přírodovědného vzdělávání na základních školách.....	47
2.4.7. Empirické postupy v kurikulárních dokumentech – závěr.....	48
2.5. Empirické poznávací postupy ve výuce – reálný stav.....	48
2.5.1. Dotazníkové šetření v rámci seminářů dalšího vzdělávání pedagogických	
pracovníků.....	49
2.5.2. Dotazníkové šetření mezi žáky v rámci výzkumu PISA 2006.....	52
2.5.3. Dotazníkové šetření mezi žáky a učiteli v rámci výzkumu TIMSS 2007.....	53
2.5.4. TIMSS Video Study 1999	57
2.5.5. Zařazování empirických postupů do výuky - závěr	59
2.6. Překážky při zařazování empirických postupů do výuky.....	60
2.7. Co pomůže zlepšit situaci ve výuce chemie?	64
2.7.1. Shrnutí výsledků teoretické části této disertační práce	65
2.7.2. Zjištěný stav jako východisko pro praktickou část práce.....	66

3. PRAKTICKÁ ČÁST	67
3.1. Nenáročné experimenty pro výuku chemie na školách s nedostatečným materiálním vybavením	67
3.1.1. Seminář „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“	68
3.1.2. Hodnocení semináře	71
3.1.3. Závěr	76
3.1.4. Experimenty s přírodními látkami v učebnicích chemie	77
3.1.5. Přehled experimentů	80
3.2. Využití nenáročných experimentů při distanční výuce talentovaných studentů: kurz Biochemie – Přírodní látky	116
3.2.1. Distanční vzdělávání a e-learning	116
3.2.2. Projekt Talnet – online k přírodním vědám	126
3.2.3. Problémové a heuristické metody ve vzdělávání nadaných a talentovaných žáků	127
3.2.4. Kurz Biochemie – Přírodní látky	129
3.2.5. Přehled praktických lekcí kurzu	134
3.2.6. Hodnocení prvního ročníku kurzu	156
3.2.7. Závěr	167
4. DISKUSE A ZÁVĚRY	169
SOUHRN	172
SUMMARY	173
SEZNAM PŘÍLOH	174
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ODKAZŮ	183

Seznam zkratek

ATP	adenosintrifosfát
CBT	<i>Computer Based Training</i> = výuka podporovaná počítačem
CERN	<i>Conseil Européen pour la recherche nucléaire</i> = Evropská organizace pro jaderný výzkum
CITIES	<i>Chemistry and Industry for Teachers in European Schools</i> = Chemie a průmysl pro učitele evropských škol (evropský vzdělávací projekt)
DLR	<i>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt</i> = Německé centrum pro letectví a kosmonautiku
ESF	Evropský sociální fond
EU	Evropská unie
GMO	geneticky modifikovaný organismus
ICT	<i>Information and Communication Technology</i> = informační a komunikační technologie
IEA	<i>International Association for the Evaluation of Educational Achievement</i> = Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání
JPD3	Jednotný programový dokument pro Cíl 3 (program ESF zaměřený na podporu projektů na rozvoj lidských zdrojů na území hlavního města Prahy)
KSICHT	Korespondenční seminář inspirovaný chemickou tematikou
LHC	<i>Large Hadron Collider</i> = obří hadronový urychlovač
LMS	<i>Learning Management System</i> = systém pro řízení elektronické výuky
NPV	Národní program vzdělávání
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> = Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i> = mezinárodní výzkum vzdělávání v oblasti matematické, přírodovědné a čtenářské gramotnosti
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
SCO	<i>Sharable Content Objects</i> = sdílitelné výukové objekty (národní konference o elektronické podpoře výuky)
SPN	Státní pedagogické nakladatelství
ŠVP	Školní vzdělávací program
TIMSS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i> = mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání
WBT	<i>Web Based Training</i> = výuka podporovaná webovými technologiemi

1. Úvod a cíle práce

Empirické postupy ve formě pozorování, měření a experimentování jsou nedílnou součástí přírodních věd včetně chemie. Je přirozené, že podobný důraz na empirické poznávání by měl existovat i ve výuce těchto oborů. Potlačování empirických postupů nebo jejich deformace (např. na pouhé slovně sdělované empirické údaje) přispívá k vytváření propasti mezi „školskou“ podobou chemie a zkušenostmi žáků z každodenního života, neumožňuje rozvoj důležitých senzomotorických dovedností potřebných i v navazujících stupních vzdělání a především nedává příležitost k pochopení a osvojení si dovedností spojených s vědeckými postupy využívanými v přírodovědném zkoumání, jak jsou navrhování a realizace experimentů ke zkoumání přírodovědných otázek, tvorba a ověřování hypotéz, posuzování platnosti vyvozovaných závěrů atd. Přitom právě tyto dovednosti jsou základem kritického myšlení v oblasti, kde jsou občané denně zásobováni senzačními zprávami o nových objevech, výzkumech, statistikách a produktech.

Cílem této práce proto je

- 1) zhodnotit úroveň dovedností spojených s porozuměním a využíváním vědeckých postupů u českých žáků na základě dat z výzkumů přírodovědné gramotnosti OECD PISA, dílčího výzkumu experimentálních dovedností TIMSS 1995 Performance Assessment, výsledků mých vlastních úloh používaných v komerčním testování žáků druhého stupně a dalších dílčích šetření a zkušeností z praxe
- 2) ilustrovat stav zařazování chemických experimentů do výuky chemie na českých základních a středních školách s využitím informací od učitelů (vlastní dotazníkové šetření mezi učiteli a výzkum TIMSS 2007), jejich žáků (výzkumy OECD PISA 2006, TIMSS 2007) a rozboru nahrávek reálných vyučovacích hodin (studie TIMSS Video Study 1999)
- 3) odhalit nejčastější příčiny, které brání učitelům chemie zařazovat chemické experimenty do výuky (prostřednictvím vlastního dotazníkového šetření)
- 4) navrhnout obecné požadavky na chemický experiment zohledňující jak výše uvedené skutečnosti, tak nároky závazných vzdělávacích dokumentů na přírodovědné vzdělávání
- 5) vyvinout, ověřit a zdokumentovat konkrétní chemické experimenty, které by svou formou a zaměřením reflektovaly potřeby učitelů chemie a zároveň dávaly příležitost k rozvíjení dovedností a kompetencí spojených s vědeckými postupy
- 6) zabezpečit rozšíření těchto experimentů mezi české učitele chemie a informovat o nich
- 7) využít tyto experimenty v oblasti distančního vzdělávání, u kterého zejména v chemii hrozí nebezpečí potlačení nebo úplného vyloučení empirie a praktických činností
- 8) zhodnotit úspěšnost jmenovaných aktivit, navrhnout a diskutovat další možné kroky v této oblasti

Pro jednotlivé fáze své práce jsem formulovala několik hypotéz, založených na mých předchozích zkušenostech s výukou chemie na českých školách a s testováním českých žáků v oblasti přírodovědné gramotnosti, jejichž platnost jsem následně ověřovala:

- žáci druhého stupně základních škol a nižších ročníků gymnázií nemají osvojeny dovednosti spojené s vědeckými postupy (navrhování a ověřování hypotéz, plánování,

realizace a vyhodnocování experimentů, vyvozování závěrů, argumentace) na takové úrovni, aby je dokázali efektivně využívat při řešení úloh a reálných situací

- významnou příčinou nízké úrovně osvojení zmíněných dovedností je nedostatek příležitostí k jejich rozvíjení při výuce, zejména malá příležitost k samostatné experimentální práci žáků
- překážkou v častějším zařazování experimentů do výuky chemie je především nedostačující materiální vybavení škol pro praktické činnosti – přičemž situace se obecně zlepšuje s rostoucí velikostí sídla školy
- vlastní experimentální práci žáků lze zařadit také do distanční formy chemického vzdělávání, úspěšná realizace domácího pokusu má pozitivní vliv na motivaci žáků k další práci
- i nejjednodušší náměty na experimenty s přírodními látkami lze využívat jako základ vzdělávání žáků v chemii na poměrně vysoké odborné úrovni (vzdělávání nadaných středoškoláků)

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se věnuji nejruznějším aspektům problematiky zařazování experimentů a empirických postupů do výuky chemie a přírodních věd včetně zjištění reálnému stavu na českých školách a s ním související úrovni příslušných dovedností českých žáků v této oblasti, a také požadavkům, které v tomto ohledu kladou závazné vzdělávací dokumenty. Obsahem praktické části jsou mé aktivity ve dvou oblastech vzdělávání, kde je potřeba zařazování vhodných chemických experimentů zvláště naléhavá. První oblast tvoří soubor nenáročných chemických experimentů a úloh vyvinutých pro výuku chemie na nedostatečně materiálně vybavených základních a středních školách, který byl distribuován mezi učitele chemie v českých regionech v rámci seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Dále jde o soubor komplexních praktických úloh tvořících náplň celoročního e-learningového kurzu chemie pro rozvoj přírodovědných talentů mezi středoškolskými studenty z České a Slovenské republiky v projektu Talnet. Součástí praktické části je popis těchto aktivit, hodnocení jejich úspěšnosti a diskuse možnosti jejich budoucího vývoje a dalšího pokračování.

2. Teoretická část

2.1. Empirické poznání v přírodních vědách

Přírodní vědy již od svého prvopočátku stojí na zkušenosti člověka s realitou, která ho obklopuje. Zprvu nahodilé, později záměrné a plánovité pozorování a vhodně konstruované experimenty dovolují člověku shromažďovat empirické údaje, vyhodnocovat je a na jejich základě odhalovat zákonitosti a principy pozorovaných přírodních procesů a jevů. Přírodní vědy v sobě neoddělitelně spojují jak poznání empirické, tak poznání teoretické, které z empirických údajů vychází a empirickými údaji je ověřováno. V dějinách fyziky či chemie můžeme sice narazit na případy, kdy pouze na základě teoretického poznání byla léta dopředu předpovězena existence určitých objektů či jevů – jmenovat lze Mendělejevovo germanium, Diracův pozitron nebo Alpherovo a Hermanovo reliktní záření – tyto teoretické předpovědi jsou však bez empirického potvrzení bezcenné, neboť pravdivost a platnost vědeckých teorií a jejich důsledků nikdy nevplývá z nich samých, ale pouze z jejich shody s realitou, kterou se snaží popisovat. A tak i dnes vědecká obec s velkým očekáváním sleduje experimenty, které mají ověřit existenci předpovězených Higgsových bosonů pomocí urychlovače LHC (Large Hadron Collider) v evropských jaderných laboratořích CERN. Teprve na výsledcích podobných experimentů závisí, zda budou původní teorie přijaty jako platné, nebo bude třeba začít zcela znovu. Je zřejmé, že ani při sebedokonalejších prostředcích teoretického poznání se přírodní vědy ze své povahy nikdy nebudou moci obejít bez poznání empirického.

2.2. Empirické poznání ve výuce přírodních věd

Přirozeným důsledkem empirické povahy přírodních věd by měl být velký důraz na empirii také v oblasti přírodovědného vzdělávání na školách, tedy v prostředí, kde se žáci poprvé seriózně s přírodními vědami seznamují. V případě, že empirické poznání je ve školní výuce potlačeno nebo silně redukováno, snadno lze domyslet, jaké následky taková výuka na žácích zanechá. V dalším textu se chci zaměřit na dva z těchto závažných důsledků, které považuji v dnešní době za zvlášť aktuální, a to jsou:

- nevhodný obraz přírodních věd a jejich metodologie
- nerovnoměrný rozvoj osobností žáků

Mnoho již bylo napsáno o tom, že žáci základních a středních škol mají problémy spojovat si převážně „teoretické disciplíny“ přírodních věd, jak se jim často učí ve škole, se svým **každodenním životem**, zkušenostmi a realitou, která je obklopuje. Učitelé chemie pocítují tento neblahý stav zvlášť výrazně. Porovnáme-li obsah výuky chemie na středních a základních školách s aktuální realitou chemického výzkumu, zdá se, jako by „školská chemie“ existovala zcela izolovaně od reálného světa vědy. O oblastech, v nichž chemie zažívá nejprudší rozvoj a nabízí nejslibnější možnosti pro rozvoj lidské společnosti, se žáci ve škole dozvídají zcela okrajově, pokud vůbec [1], [2]. Stejně tak se objevuje propast mezi „školskou chemií“ na jedné straně a konkrétními aplikacemi a nezanedbatelnými přínosy této vědy, bez níž už si současnou civilizaci jen těžko dovedeme představit, na straně druhé [3]. Na tento negativní stav reaguje řada iniciativ, mezi jinými např. evropský **projekt CITIES** (Chemistry and Industry for Teachers in European Schools <http://cities.eu.org>), jehož snahou

je zdůrazňovat ve školní výuce chemie praktické přínosy a užitečnost této disciplíny pro každodenní život žáků a přispět tak ke zlepšení obrazu chemie ve společnosti a motivovat žáky ke studiu tohoto oboru – právě i pomocí vhodných experimentů a empirického zkoumání důvěrně známých a denně používaných produktů a materiálů [4], [5], [6]. Reakcí na tyto potřeby je i vysoký zájem o **projektovou výuku** v oblasti přírodních věd na základních a středních školách, doprovázený vznikem mnoha kvalitních a atraktivních projektů (viz např. [7], [8], [9], [10]).

Právě popsaná neutěšená situace v chemickém vzdělávání, k níž svým způsobem přispívá i potlačování empirických postupů ve výuce, je doprovázena též zcela nedostatečnou znalostí, resp. nepochopením **metodologie a samotné povahy přírodních věd**. Jde například o schopnost posouzení objektivitu výzkumů, významu jednotlivých částí a aspektů vědeckých důkazů, uvědomování si hranic přírodovědného poznání, posuzování věrohodnosti závěrů učiněných na základě získaných dat atd. Přitom podobné dovednosti jsou zcela nezbytné pro zdravě kritický přístup žáků k předkládaným „vědeckým argumentům“ v jejich budoucím životě, ať už jsou to nejrůznější účelově manipulující reklamy a nevhodně popularizované výzkumy či statistiky. Otázce, do jaké míry se jmenované negativní faktory měřitelně projevují ve výzkumech přírodovědné gramotnosti českých žáků, se podrobně věnuje následující kapitola.

Na tomto místě chci zmínit poněkud opomíjený aspekt potlačování empirie ve školní výuce, a tím je **nerovnoměrný rozvoj osobností žáků**. Projevuje se v jednostranném důrazu na intelektuální schopnosti a dovednosti a v potlačení rozvoje senzomotorických schopností a dovedností. Na základních školách se tak některým manuálně zručným žákům, kteří ovšem nejsou příliš intelektově zdatní, zcela zbytečně upírá možnost alespoň v něčem vyniknout, čímž se negativně ovlivňuje i jejich motivace a postoj k přírodovědným předmětům. Stejně tak i samotná redukce pestrosti aktivit v průběhu vyučování snižuje motivaci žáků. Omezováním příležitosti k osvojování a rozvíjení senzomotorických dovedností se vytváří základ pro budoucí nezkušenost a nešikovnost žáků při práci v chemické laboratoři a zvyšuje se bezpečnostní riziko; tyto problémy přetrvávají i do navazujících úrovní vzdělávání. Bohužel, v praxi středoškolské a dokonce i vysokoškolské výuky laboratorních prací se pak lze u žáků setkat s neochotou a obavami pracovat nejen s jednoduchými přístroji, ale i s obyčejným chemickým sklem či nejjednoduššími pomůckami ve fyzice. Žáci nemají příležitost naučit se cíleně a strukturovaně pozorovat, což se později projevuje například v neschopnosti odlišit popis pozorovaných jevů od jejich interpretace a vysvětlení.

Z hlediska všestranného rozvoje žáků je nejméně efektivní formou redukce empirického poznávání na slovní předávání empirických údajů. Demonstrační experimenty dovolují sice rozvoj sensorických dovedností, ale již neumožňují rozvíjet dovednosti motorické [11]. **Vlastní experimentální práce žáka** je v tomto ohledu nejefektivnějším nástrojem jeho všestranného rozvoje, a to nejlépe v případě, že je mu poskytnuta určitá autonomie, v rámci níž má příležitost uplatnit další pracovní a obecně regulační dovednosti jako např. dovednost plánovat, organizovat, kontrolovat a hodnotit svou vlastní činnost [32].

2.3. Zkreslený obraz přírodních věd ve světle výzkumů přírodovědné gramotnosti

Redukce přírodovědného vzdělání na vybrané přírodovědné poznatky, jejich vztahy a související specifické dovednosti, bez důrazu na pochopení podstaty přírodních věd a metod

jejich práce, se zřetelně odráží ve výsledcích šetření, která se na výsledky přírodovědného vzdělání zaměřují. Toto tvrzení lze přesvědčivě doložit výsledky **výzkumů přírodovědné gramotnosti** žáků základních a středních škol v České republice. Již od roku 2004 se každoročně účastním vyhodnocování žákovských odpovědí a tvorby přírodovědných a matematických úloh pro dovednostní a vědomostní testy společnosti KALIBRO, od roku 2005 pak vyhodnocování žákovských odpovědí v pilotážích a hlavních šetřeních mezinárodních výzkumů PISA a TIMSS. Vedle celkových publikovaných výsledků mám tedy přístup i k podrobnějším datům a také možnost přímého kontaktu se stovkami reálných žákovských odpovědí v jednotlivých testových sešitech. Pro svou následující analýzu jsem využila data z mezinárodních výzkumů **OECD PISA** (Programme for International Student Assessment), jejichž rozsah, a především rozlišování a zkoumání jednotlivých dovedností, včetně „přírodovědných postupů“ – tedy principů a metod práce přírodních věd jako složek přírodovědné gramotnosti, nejlépe odpovídá potřebám této práce. Naproti tomu příbuzný výzkum TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study [12], [13]) se orientuje na zamýšlené kurikulum, školní vědomosti a dovednosti vycházející z učebních osnov matematiky a přírodních věd zúčastněných zemí, a zkoumá úroveň znalostí, schopnost jejich aplikace a logického uvažování.

2.3.1. Výzkum OECD PISA (2000–2009)

PISA (Programme for International Student Assessment) je mezinárodní výzkum čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků. Jde o výzkum Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD), do něhož se kromě členských zemí OECD zapojilo mnoho dalších států. V současné době je to jeden z nejdůležitějších a nejznámějších výzkumů v oblasti hodnocení výsledků vzdělávání. Cílem výzkumu PISA je zjistit úroveň čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků různých zemí z celého světa a poskytnout mezinárodní srovnání jejich výsledků. Spíše než na učivo předepsané školními osnovami je kladen důraz na vědomosti a dovednosti potřebné pro budoucí úspěšné uplatnění žáků v reálném životě. První fáze výzkumu PISA proběhla v roce 2000 a byla věnována čtenářské gramotnosti, druhá fáze se v roce 2003 zaměřila na gramotnost matematickou. Třetí fáze výzkumu, která se uskutečnila v roce 2006, zjišťovala úroveň přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků ve více než 50 zemích [14]. Výzkum v roce 2009 byl opět zaměřen na čtenářskou gramotnost, vyhodnocování žákovských odpovědí bylo dokončeno v měsíci červnu a celkové výsledky zatím nebyly publikovány. Rok před hlavním šetřením předchází vždy pilotáž použitých úloh na menším vzorku žáků.

Podrobnější informace o koncepci výzkumu a způsobu konstrukce a hodnocení testů lze získat jednak v jednotlivých výzkumných zprávách ([15], [16], [17], dále v publikaci *Koncepce přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006* [18], případně v dalších publikacích dostupných na stránkách Ústavu pro informace ve vzdělávání (www.uiv.cz), který je organizací a vyhodnocováním mezinárodního výzkumu PISA v České republice pověřen, v anglickém jazyce pak na vlastních stránkách výzkumu OECD PISA (www.pisa.oecd.org).

Pro účely této práce jsou významné výsledky českých žáků v oblasti přírodovědné gramotnosti. Tento pojem je pro potřeby výzkumu PISA definován následovně: **Přírodovědná gramotnost je schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností** [15].

V následujících podkapitolách postupně

- provedu rozdělení úloh použitých při testování přírodovědné gramotnosti podle jejich zaměření na vědecké postupy, resp. na obsah přírodovědného poznání
- analyzuji výsledky ze tří proběhnuvších šetření výzkumu z hlediska úspěšnosti českých žáků v obou typech úloh
- prezentuji dlouhodobé trendy ve vývoji úspěšnosti českých žáků v těchto typech úloh
- nastíním srovnání se zeměmi, kde je struktura dovedností žáků podobná jako u nás
- uvedu ukázky úloh, v nichž naši žáci nejvíce vynikají, resp. nejhůře selhávají

Přírodovědné úlohy výzkumu PISA a jejich klasifikace

Přírodovědné úlohy použité ve výzkumech PISA lze klasifikovat z různých hledisek. Typově jde o úlohy s výběrem odpovědi, s tvorbou krátké odpovědi, úlohy komplexní s výběrem odpovědi a otevřené s tvorbou odpovědi. Dále se rozlišují tři aspekty přírodovědné gramotnosti: kompetence, vědomosti (obsah) a situace (v terminologii výzkumu PISA 2006). Tyto aspekty a jejich formulace se v čase proměňovaly současně s vývojem celého výzkumu. Pro zjištění, jakých výsledků čeští žáci dosahují v oblasti pochopení podstaty a principů práce přírodních věd, jsou podstatné aspekty „**obsah**“ (v případě, že jsou rozlišeny úlohy zaměřené na vědomosti o vědeckých postupech od úloh zaměřených na přírodovědné poznatky) a především „**kompetence**“, resp. ve starších fázích výzkumu „**postupy**“.

V šetření z roku 2000 byly formulovány tyto aspekty přírodovědných úloh:

- **postupy**: dovednosti a postupy, které jsou používány při řešení nějakého úkolu.
 - **rozpoznání otázek**
(rozpoznání či navržení problému nebo myšlenky, které jsou nebo by mohly být v konkrétní situaci ověřeny či zodpovězeny)
 - **určení důkazů či dat**
(určení konkrétní informace potřebné k ověření daných údajů, toho, co může být vzájemně srovnáváno, veličin, které se mění, veličin, které jsou referenční, a dalších informací nebo činností nezbytných pro získání potřebných údajů)
 - **vyvozování a posouzení závěrů**
(vytvoření závěru na základě poskytnutého vědeckého důkazu nebo údajů, uvádění důvodů pro uvedený závěr či proti němu s využitím poskytnutých údajů nebo určení předpokladů učiněných při formulaci konkrétního závěru)
 - **vyjadřování závěrů srozumitelně danému publiku**
(předkládání závěrů učiněných na základě dostupných důkazů a údajů určitému publiku přiměřeným a srozumitelným způsobem, zdůvodnění těchto závěrů založené na daných údajích, situaci nebo jiné informaci)
 - **porozumění přírodovědným pojmům a poznatkům**
(vysvětlení vztahů mezi danými jevy, jejich příčin, předpovídání jejich průběhu s využitím přírodovědných poznatků a myšlenek, které nejsou přímo uvedeny)
- **obsah**: pojmy a vědomosti, na něž jsou dané postupy aplikovány
- **situace**: typ situace, ve které k aplikování vědomostí a postupů dochází [16]

Jednotlivé úlohy jsem z hlediska používaných postupů rozdělila do dvou skupin. Rozdělení jsem provedla na základě výše zmíněných definic a ověřila porovnáním se zněními jednotlivých přírodovědných úloh, které jsou na tyto dovednosti zaměřeny:

1. úlohy vztahující se k vědeckým postupům (rozpoznání otázek, určení důkazů, vyvozování a posouzení závěrů)
2. úlohy vztahující se k obsahu přírodovědného poznání (porozumění přírodovědným pojmům a poznatkům, formulace závěrů)

V šetření z roku 2003 byly opět formulovány tři hlavní složky přírodovědné gramotnosti:

- **postupy**
 - **popisování, vysvětlování a předpovídání přírodovědných jevů**
(porozumění přírodovědným poznatkům, jejich aplikace na danou situaci, popis jevů, jejich vysvětlení a předpovídání jejich dalšího průběhu)
 - **interpretace důkazů a vyvozování vědeckých závěrů**
(vytvoření závěru na základě poskytnutého vědeckého důkazu nebo údajů, uvádění důvodů pro uvedený závěr či proti němu s využitím poskytnutých údajů nebo určení předpokladů učiněných při formulaci konkrétního závěru)
 - **porozumění vědeckému výzkumu**
(rozpoznání či navržení otázek, které lze vědecky zkoumat, určení konkrétní informace potřebné k ověření daných údajů, toho, co může být vzájemně srovnáváno, veličin, které se mění, veličin, které je třeba zachovat, a dalších potřebných informací nebo činností nezbytných pro získání potřebných údajů)
- **obsah:** pojmy a vědomosti, na něž jsou dané postupy aplikovány
- **situace:** typ situace, ve které k aplikování vědomostí a postupů dochází [17], [19]

Oproti předchozí fázi výzkumu byly postupy shrnuty do komplexnějších celků, jejich vztah k obsahu/metodologii přírodních věd však zůstává zřetelný. Jednotlivé úlohy jsem tedy opět rozdělila do dvou skupin:

1. úlohy vztahující se k vědeckým postupům (interpretace důkazů a vyvozování vědeckých závěrů, porozumění vědeckému výzkumu)
2. úlohy vztahující se k obsahu přírodovědného poznání (popisování, vysvětlování a předpovídání přírodovědných jevů)

V šetření z roku 2006 byly vzhledem k přírodovědnému zaměření výzkumu podrobně formulovány čtyři hlavní složky přírodovědné gramotnosti:

- základní přírodovědné **vědomosti**, kterých by žáci měli nabýt
 - **vědomosti o přírodních vědách** (způsoby a postupy vědeckého zkoumání, zásady experimentování a využívání dat)
 - **vědomosti z přírodních věd** (neživé systémy, živé systémy, Země a vesmír)
- **kompetence**, které by si žáci měli osvojit a naučit se je používat
 - **rozpoznání přírodovědných otázek**
(rozpoznání otázek, které lze v dané situaci zodpovědět pomocí přírodních věd, určení klíčových slov pro vyhledání přírodovědných informací o daném tématu, rozpoznání podstatných rysů vědeckého výzkumu – co se má porovnávat, které proměnné je třeba měnit a které zachovat, jaké dodatečné informace jsou zapotřebí nebo jakým způsobem se mají sebrat potřebná data)
 - **vysvětlování jevů pomocí přírodních věd**
(aplikace přírodovědných vědomostí, popis či interpretace jevů, předpovídání změn, rozpoznání, který popis, vysvětlení či předpověď odpovídá dané situaci)

- **používání vědeckých důkazů**
(získávání vědeckých informací, argumentace a vyvozování závěrů na základě vědeckých důkazů, vybírání vhodného závěru z několika možností a určování předpokladů, o něž se daný závěr opírá.)
- **kontext**, ve kterém se žáci s přírodovědnými problémy setkávají
- **postoje** žáků k přírodním vědám [15]

Jednotlivé úlohy jsem z hlediska používaných kompetencí a potřebných vědomostí opět rozdělila do dvou skupin. Devět úloh zkoumalo kompetenci „používání vědeckých důkazů“ a současně vědomosti z přírodních věd. Na základě znění zadání jsem tyto případy zařadila do první skupiny. U ostatních úloh se shodovalo zařazení podle zkoumané kompetence i okruhu vědomostí.

1. úlohy vztahující se k vědeckým postupům (rozpoznání přírodovědných otázek, používání vědeckých důkazů) a zkoumající vědomosti o přírodních vědách
2. úlohy vztahující se k obsahu přírodovědného poznání (vysvětlování jevů pomocí přírodních věd) a zkoumající vědomosti z přírodních věd

Výsledky výzkumů

Každého ze tří šetření výzkumu PISA v letech 2000–2006 se zúčastnilo vždy mezi devíti a deseti tisíci patnáctiletých českých žáků. V následujících přehledech (**tabulky 1–6**) jsou přírodovědné úlohy z těchto výzkumů seřazeny podle dvou kritérií – nejprve podle **úspěšnosti českých žáků**, poté podle **rozdílu v úspěšnosti** českých žáků oproti úspěšnosti žáků zemí OECD; kromě toho jsou barevně odlišeny úlohy vztahující se k vědeckým postupům v přírodních vědách (podbarveny bíle, zaměřeny na vědomosti o přírodních vědách, rozpoznání přírodovědných otázek, používání vědeckých důkazů, posuzování závěrů) od úloh vztahujících se k obsahu přírodovědného poznání (podbarveny šedě, zaměřeny na vědomosti z přírodních věd, vysvětlování jevů pomocí přírodních věd, porozumění přírodovědným poznatkům, formulace myšlenek), podle rozdělení popsaného v předchozí kapitole. Pro šetření z let 2000 a 2003 jsou uvedeny všechny použité přírodovědné úlohy. Šetření v roce 2006 obsahovalo, vzhledem k zaměření na přírodovědnou gramotnost, 110 přírodovědných úloh – trojnásobný počet oproti předchozím letům. Proto jsem pro přehlednost do tabulky zařadila pouze 34 úloh s nejvyšší, resp. nejnižší úspěšností, číselné ukazatele jsou samozřejmě vypočítány z kompletního souboru úloh. Úlohy jsou uvedeny pod svými kódovými označeními používanými ve výzkumu PISA, údaje o úspěšnostech pocházejí z datasetů publikovaných na stránkách výzkumu PISA (www.pisa.oecd.org), zatímco klasifikace jednotlivých úloh, tedy zkoumané postupy, kompetence a oblasti vědomostí, se týkají znění úloh a jako takové podléhají utajení – nejsou publikovány a informace o nich jsem čerpala z interních zdrojů Oddělení mezinárodních výzkumů Ústavu pro informace ve vzdělávání.

Tabulka 1: Přírodovědné úlohy výzkumu PISA 2000 seřazené podle úspěšnosti českých žáků (vlevo) a podle rozdílu úspěšnosti českých žáků oproti průměru zemí OECD (vpravo)

Označení úlohy	Postup (zkrácený název)	Úspěšnost (%)	Označení úlohy	Postup (zkrácený název)	Úspěšnost oproti OECD (procentní body)
S256Q01	Porozumění poznatkům	88,8	S129Q01	Porozumění poznatkům	24,7
S213Q02	Porozumění poznatkům	84,3	S195Q06	Porozumění poznatkům	11,0
S268Q01	Určení důkazů	78,5	S269Q04	Porozumění poznatkům	10,8
S252Q02	Porozumění poznatkům	74,0	S209Q02	Vědecké závěry	8,9
S195Q06	Porozumění poznatkům	71,4	S213Q02	Porozumění poznatkům	8,4
S269Q01	Porozumění poznatkům	65,7	S270Q03	Rozpoznání otázek	8,3
S195Q04	Rozpoznání otázek	65,0	S213Q01	Rozpoznání otázek	8,2
S270Q03	Rozpoznání otázek	65,0	S253Q05	Porozumění poznatkům	7,8
S268Q06	Porozumění poznatkům	64,9	S252Q01	Porozumění poznatkům	7,5
S129Q01	Porozumění poznatkům	63,2	S129Q02	Porozumění poznatkům	7,3
S133Q01	Určení důkazů	62,5	S268Q06	Porozumění poznatkům	7,1
S253Q05	Porozumění poznatkům	62,4	S131Q04	Rozpoznání otázek	6,7
S195Q05	Porozumění poznatkům	62,3	S269Q01	Porozumění poznatkům	6,6
S128Q01	Porozumění poznatkům	61,0	S133Q01	Určení důkazů	5,9
S252Q03	Vědecké závěry	57,9	S253Q01	Vyjadřování	5,7
S252Q01	Porozumění poznatkům	55,8	S269Q03	Porozumění poznatkům	5,1
S114Q03	Vědecké závěry	54,3	S268Q01	Určení důkazů	4,9
S128Q03	Rozpoznání otázek	53,9	S133Q03	Vědecké závěry	4,2
S209Q02	Vědecké závěry	52,3	S252Q03	Vědecké závěry	3,1
S131Q02	Určení důkazů	51,4	S252Q02	Porozumění poznatkům	1,8
S213Q01	Rozpoznání otázek	48,5	S195Q04	Rozpoznání otázek	1,2
S269Q03	Porozumění poznatkům	47,1	S114Q05	Vyjadřování	0,8
S269Q04	Porozumění poznatkům	46,6	S131Q02	Určení důkazů	0,8
S133Q03	Vědecké závěry	46,1	S256Q01	Porozumění poznatkům	0,5
S133Q04	Určení důkazů	43,6	S133Q04	Určení důkazů	0,1
S128Q02	Porozumění poznatkům	38,8	S128Q01	Porozumění poznatkům	-1,2
S268Q02	Určení důkazů	35,9	S114Q03	Vědecké závěry	-3,0
S114Q04	Vyjadřování	35,0	S253Q02	Vědecké závěry	-3,1
S253Q01	Vyjadřování	34,0	S114Q04	Vyjadřování	-4,5
S253Q02	Vědecké závěry	32,3	S268Q02	Určení důkazů	-4,5
S131Q04	Rozpoznání otázek	31,4	S195Q05	Porozumění poznatkům	-5,3
S114Q05	Vyjadřování	25,6	S195Q02	Vědecké závěry	-5,9
S129Q02	Porozumění poznatkům	25,3	S128Q02	Porozumění poznatkům	-6,5
S195Q02	Vědecké závěry	19,3	S128Q03	Rozpoznání otázek	-7,4

Tabulka 2: Úspěšnost českých žáků v jednotlivých kompetencích - absolutně a v porovnání s průměrem zemí OECD (šetření PISA 2000)

Postup, dovednost	Průměrná úspěšnost v ČR	Průměrná úspěšnost v zemích OECD	Rozdíl v procentních bodech
Porozumění přírodovědným poznatkům	60,8 %	55,1 %	+ 5,7
Určení důkazů či dat	54,4 %	52,9 %	+ 1,4
Rozpoznání otázek	52,8 %	49,4 %	+ 3,4
Vyvozování a posouzení závěrů	43,7 %	43,0 %	+ 0,7
Vyjádření závěrů srozumitelných danému publiku	31,5 %	30,9 %	+ 0,7

Tabulka 3: Přírodovědné úlohy výzkumu PISA 2003 seřazené podle úspěšnosti českých žáků (vlevo) a podle rozdílu úspěšnosti českých žáků oproti průměru zemí OECD (vpravo)

Označení úlohy	Postup (zkrácený název)	Úspěšnost (%)	Označení úlohy	Postup (zkrácený název)	Úspěšnost oproti OECD (procentní body)
S256Q01	Vysvětlování jevů	88,4	S129Q01	Vysvětlování jevů	25,0
S213Q02	Vysvětlování jevů	87,4	S327Q01	Vysvětlování jevů	16,5
S327Q02	Vysvětlování jevů	81,3	S269Q04	Vysvětlování jevů	13,3
S327Q01	Vysvětlování jevů	78,7	S213Q02	Vysvětlování jevů	11,0
S268Q01	Vědecký výzkum	76,8	S133Q03	Vědecké důkazy	10,9
S252Q02	Vědecké důkazy	75,2	S268Q06	Vysvětlování jevů	10,8
S304Q02	Vysvětlování jevů	69,2	S131Q04	Vědecký výzkum	8,7
S129Q01	Vysvětlování jevů	68,0	S129Q02	Vysvětlování jevů	8,4
S268Q06	Vysvětlování jevů	67,4	S304Q03a	Vysvětlování jevů	7,9
S133Q01	Vědecký výzkum	67,0	S213Q01	Vědecký výzkum	7,5
S128Q01	Vysvětlování jevů	66,2	S304Q02	Vysvětlování jevů	7,1
S269Q01	Vysvětlování jevů	66,1	S327Q02	Vysvětlování jevů	6,4
S326Q02	Vědecké důkazy	61,9	S252Q02	Vědecké důkazy	6,2
S252Q03	Vědecké důkazy	59,6	S304Q03b	Vysvětlování jevů	6,1
S326Q03	Vědecké důkazy	58,3	S133Q01	Vědecký výzkum	5,9
S252Q01	Vědecké důkazy	57,8	S269Q01	Vysvětlování jevů	5,9
S326Q01	Vědecké důkazy	57,4	S252Q01	Vědecké důkazy	5,5
S304Q03b	Vysvětlování jevů	56,8	S268Q01	Vědecký výzkum	5,0
S133Q04	Vědecké důkazy	50,3	S304Q01	Vysvětlování jevů	4,5
S114Q03	Vědecké důkazy	50,1	S133Q04	Vědecké důkazy	4,4
S213Q01	Vědecký výzkum	50,0	S326Q04	Vysvětlování jevů	4,1
S304Q01	Vysvětlování jevů	49,9	S114Q05	Vědecký výzkum	3,9
S128Q03	Vědecký výzkum	49,6	S269Q03	Vysvětlování jevů	3,1
S269Q04	Vysvětlování jevů	49,2	S252Q03	Vědecké důkazy	1,5
S133Q03	Vědecké důkazy	47,4	S128Q01	Vysvětlování jevů	1,2
S131Q02	Vědecké důkazy	47,2	S256Q01	Vysvětlování jevů	1,1
S304Q03a	Vysvětlování jevů	46,4	S326Q03	Vědecké důkazy	0,9
S269Q03	Vysvětlování jevů	44,0	S131Q02	Vědecké důkazy	0,2
S128Q02	Vysvětlování jevů	41,7	S326Q02	Vědecké důkazy	-1,2
S268Q02	Vědecký výzkum	35,3	S326Q01	Vědecké důkazy	-1,2
S131Q04	Vědecký výzkum	35,0	S268Q02	Vědecký výzkum	-2,1
S114Q04	Vědecké důkazy	34,2	S114Q04	Vědecké důkazy	-2,2
S129Q02	Vysvětlování jevů	27,1	S114Q03	Vědecké důkazy	-4,2
S326Q04	Vysvětlování jevů	26,8	S128Q02	Vysvětlování jevů	-7,2
S114Q05	Vědecký výzkum	26,4	S128Q03	Vědecký výzkum	-12,5

Tabulka 4: Úspěšnost českých žáků v jednotlivých kompetencích - absolutně a v porovnání s průměrem zemí OECD (šetření PISA 2003)

Postup, dovednost	Průměrná úspěšnost v ČR	Průměrná úspěšnost v zemích OECD	Rozdíl v procentních bodech
Popisování, vysvětlování a předpovídání přírodovědných jevů	59,7 %	52,3 %	+ 7,4
Interpretace důkazů a vyvozování vědeckých závěrů	54,5 %	52,6 %	+ 1,9
Porozumění vědeckému výzkumu	48,6 %	46,2 %	+ 2,4

Tabulka 5: Vybrané přírodovědné úlohy výzkumu PISA 2006 seřazené podle úspěšnosti českých žáků (vlevo) a podle rozdílu úspěšnosti českých žáků oproti průměru zemí OECD (vpravo)

Označení úlohy	Vědomosti o/z přírodních věd — Kompetence (zkrácený název)	Úspěšnost (%)	Označení úlohy	Vědomosti o/z přírodních věd — Kompetence (zkrácený název)	Úspěšnost oproti OECD (procentní body)
S521Q06	z-Vysvětlování jevů	94,7	S493Q01	z-Vysvětlování jevů	17,9
S438Q01	o-Rozpoznání otázek	88,2	S476Q03	z-Vysvětlování jevů	17,0
S493Q03	z-Vysvětlování jevů	87,9	S514Q03	z-Vysvětlování jevů	14,8
S514Q02	z-Používání důkazů	86,5	S269Q04	z-Vysvětlování jevů	13,9
S213Q02	z-Vysvětlování jevů	85,7	S510Q04	z-Vysvětlování jevů	13,0
S256Q01	z-Vysvětlování jevů	85,5	S495Q01	o-Používání důkazů	12,0
S477Q03	z-Vysvětlování jevů	83,8	S268Q06	z-Vysvětlování jevů	12,0
S477Q02	z-Vysvětlování jevů	82,7	S437Q03	z-Vysvětlování jevů	10,7
S437Q06	z-Vysvětlování jevů	82,3	S421Q01	z-Vysvětlování jevů	10,5
S415Q02	z-Vysvětlování jevů	82,3	S428Q01	o-Používání důkazů	10,1
S426Q05	z-Vysvětlování jevů	81,4	S466Q05	o-Používání důkazů	9,3
S508Q03	o-Rozpoznání otázek	81,3	S477Q03	z-Vysvětlování jevů	8,7
S466Q07	o-Rozpoznání otázek	80,3	S413Q06	z-Vysvětlování jevů	8,5
S437Q01	z-Vysvětlování jevů	78,8	S465Q04	z-Vysvětlování jevů	8,3
S476Q03	z-Vysvětlování jevů	77,1	S485Q03	z-Používání důkazů	8,1
S428Q03	o-Používání důkazů	75,3	S477Q02	z-Vysvětlování jevů	7,9
S476Q01	z-Vysvětlování jevů	75,0	S508Q03	o-Rozpoznání otázek	7,8
S304Q03a	z-Používání důkazů	41,3	S114Q04	o-Používání důkazů	-2,9
S269Q03	z-Vysvětlování jevů	39,1	S465Q02	z-Vysvětlování jevů	-3,0
S268Q02	z-Vysvětlování jevů	35,0	S498Q04	o-Používání důkazů	-3,6
S438Q03	o-Rozpoznání otázek	34,6	S458Q02	z-Používání důkazů	-3,8
S485Q05	o-Rozpoznání otázek	34,4	S415Q08	o-Rozpoznání otázek	-4,0
S519Q01	o-Používání důkazů	33,9	S465Q01	o-Používání důkazů	-4,1
S131Q04	o-Rozpoznání otázek	33,9	S438Q03	o-Rozpoznání otázek	-4,3
S408Q03	z-Vysvětlování jevů	32,5	S114Q03	o-Používání důkazů	-4,3
S519Q03	o-Rozpoznání otázek	31,6	S425Q02	o-Používání důkazů	-4,5
S114Q04	o-Používání důkazů	31,6	S326Q02	o-Používání důkazů	-4,6
S425Q04	o-Používání důkazů	30,1	S426Q07	o-Rozpoznání otázek	-4,6
S326Q04	z-Vysvětlování jevů	29,9	S458Q01	z-Vysvětlování jevů	-5,6
S447Q05	o-Používání důkazů	25,5	S438Q02	o-Rozpoznání otázek	-5,9
S524Q07	o-Používání důkazů	23,9	S447Q03	o-Rozpoznání otázek	-7,4
S114Q05	z-Vysvětlování jevů	20,7	S326Q01	o-Používání důkazů	-8,3
S527Q01	o-Používání důkazů	17,2	S508Q02	o-Rozpoznání otázek	-10,2
S458Q01	z-Vysvětlování jevů	10,7	S524Q07	o-Používání důkazů	-12,6

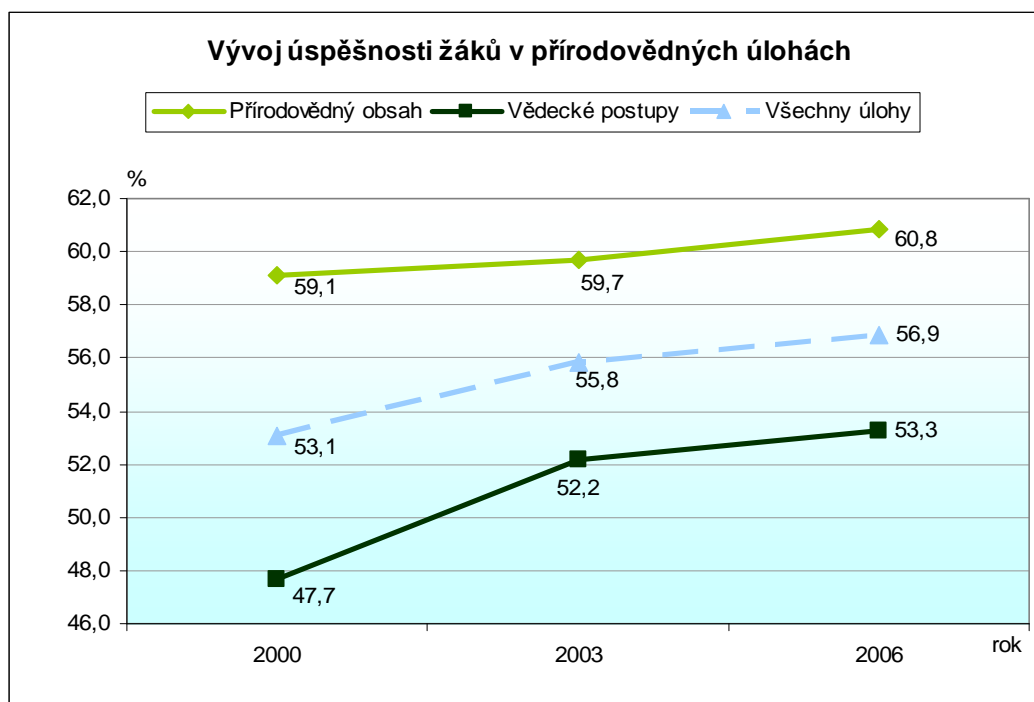
Tabulka 6: Úspěšnost českých žáků v jednotlivých kompetencích - absolutně a v porovnání s průměrem zemí OECD (šetření PISA 2006)

Kompetence	Průměrná úspěšnost v ČR	Průměrná úspěšnost v zemích OECD	Rozdíl v procentních bodech
Vysvětlování jevů pomocí přírodních věd	60,8 %	55,5 %	+ 5,3
Rozpoznání přírodovědných otázek	55,8 %	55,1 %	+ 0,7
Používání vědeckých důkazů	51,4 %	50,1 %	+ 1,3

Na první pohled je zřejmý rozdíl výsledků u obou typů úloh, v grafickém znázornění jsou „bílé“ úlohy soustředěny do spodní části, zatímco „šedé“ úlohy do horní části tabulky. Tento rozdíl je markantní, srovnáváme-li úspěšnost českých žáků s ostatními zeměmi OECD. Také dílčí úspěšnosti za jednotlivé kompetence hovoří jasně – nejvyšší úspěšnosti dosahují čeští žáci v úlohách zaměřených na přírodovědné poznatky a jejich aplikaci, v této oblasti také nejvíce předčí průměrný výsledek žáků v zemích OECD. Naopak slabí jsou naši žáci v úlohách vyžadujících pochopení vědeckých postupů a vyvozování vědeckých závěrů, v těchto typech úloh také nejčastěji zaostávají za průměrným výsledkem žáků zemí OECD.

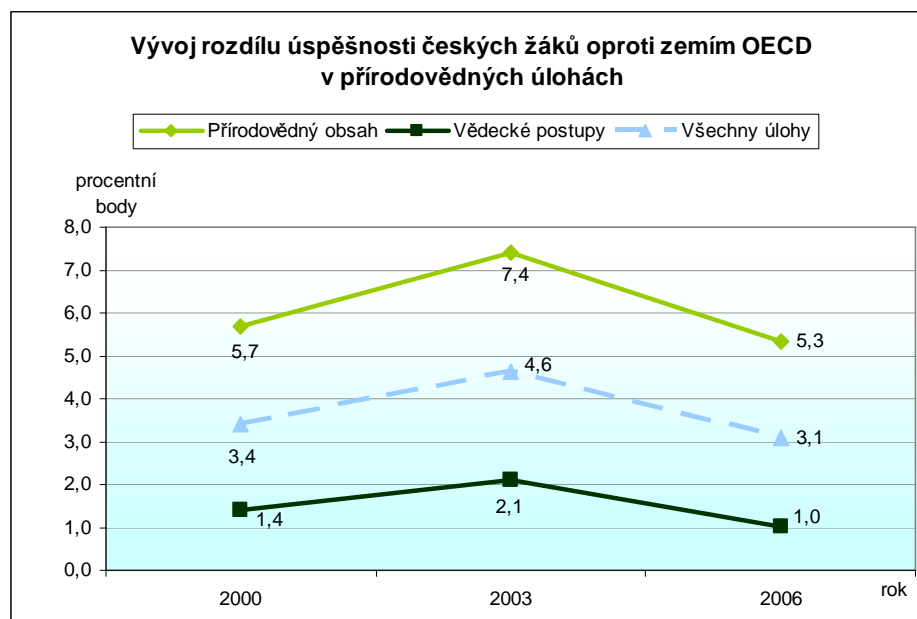
Dlouhodobé trendy

Zajímavé informace může nabídnout srovnání změn v úspěšnosti u jednotlivých typů úloh za období, v němž byly dosud prováděny výzkumy PISA, tedy v letech 2000–2006. K prezentaci vývojového trendu výsledků českých žáků ve sledovaném období lze použít průměrné úspěšnosti za jednotlivé typy úloh, ale též vývoj úspěšnosti u konkrétních úloh, které byly použity ve všech třech šetřeních. Takových úloh je čtrnáct, pět z nich bylo po šetření z roku 2006 tzv. uvolněno a byly publikovány v plném znění.



Graf 1: Změny v procentuální úspěšnosti českých žáků v letech 2000–2006 pro všechny úlohy, úlohy zaměřené na přírodovědný obsah a úlohy zaměřené na vědecké postupy

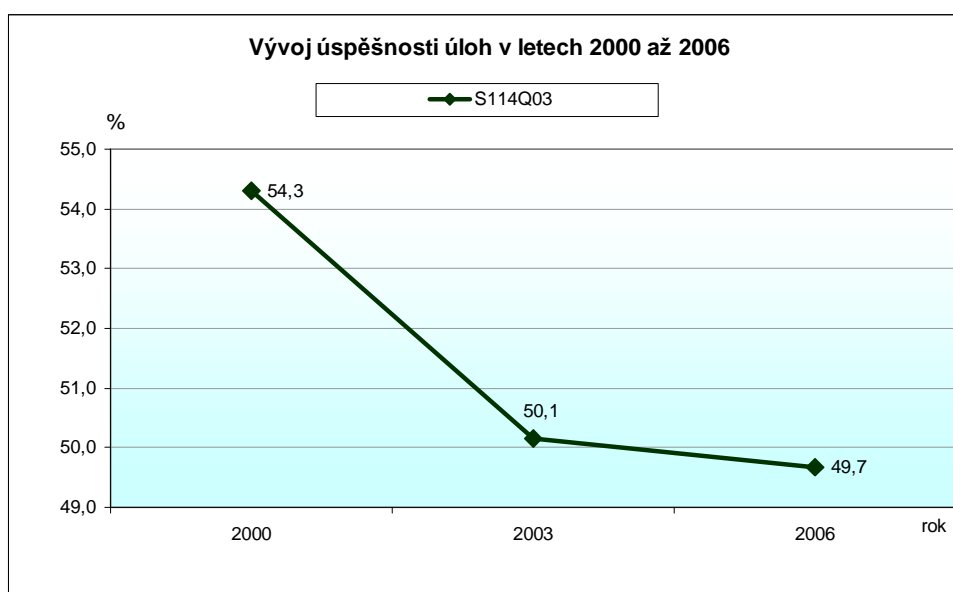
Úspěšnost českých žáků v obou typech úloh výzkumu PISA během let vzrostla, v úlohách vyžadujících pochopení a využití vědeckých postupů však zůstává stále významně nižší. Trendy ve vývoji rozdílů v úspěšnosti českých žáků oproti průměru žáků zemí OECD jsou zachyceny v grafu 2. Během let byl zaznamenán mírný pokles v obou typech úloh.



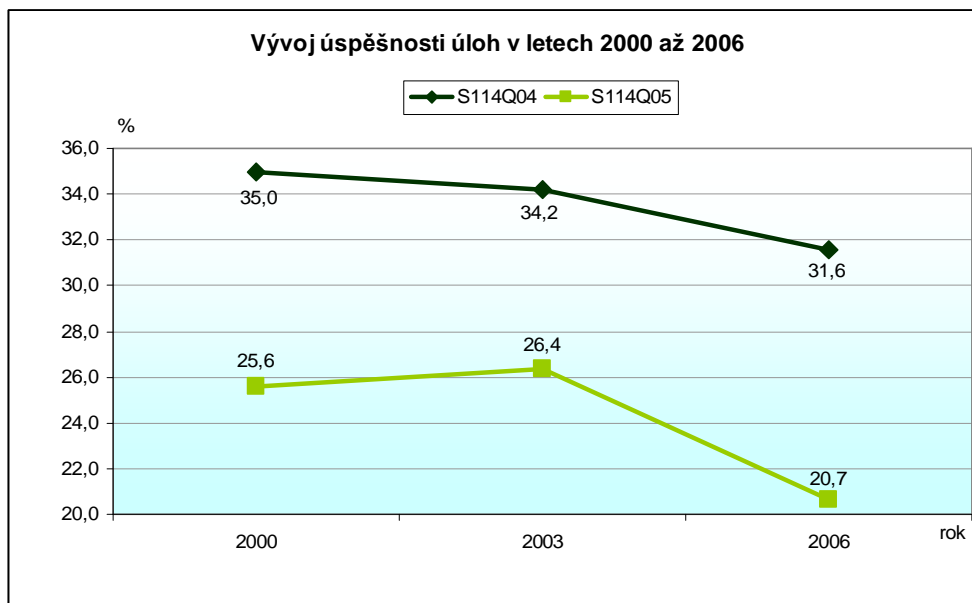
Graf 2: Změny v rozdílu procentuální úspěšnosti českých žáků oproti zemím OECD v letech 2000–2006 pro všechny úlohy, úlohy zaměřené na přírodovědný obsah a na vědecké postupy

Uvedené trendy naznačují, že zatímco absolutní úspěšnost českých žáků v obou typech úloh během sledovaných šesti let mírně vzrostla, u žáků ze zemí OECD došlo k výraznějšímu průměrnému zlepšení. Po celé období zůstává u našich žáků úspěšnost v úlohách vyžadujících přírodovědné znalosti významně vyšší než úspěšnost v úlohách zaměřených na obecnější dovednosti.

V roce 2007 bylo uvolněno (zveřejněno v plném znění) 22 přírodovědných úloh použitých pro výzkumy PISA [14]. Dva soubory těchto úloh byly použity ve všech třech šetřeních a je tedy možné srovnat vývoj úspěšností v čase. Pro srovnání jsem zvolila úlohu – soubor tří otázek „Skleníkový efekt“, zaměřený na dovednosti spojené s vědeckými postupy. Výsledky jsou rozděleny do dvou grafů z důvodu zvýraznění prezentovaných změn ve větším měřítku.



Graf 3: Úspěšnost žáků v úlohách Skleníkový efekt, otázka 1, v letech 2000–2006
Otázka 1 (S114Q03) zkoumá kompetenci „interpretace vědeckých důkazů“



Graf 4: Úspěšnost žáků v úloze Skleníkový efekt, otázky 2 a 3, v letech 2000–2006
Otázka 2 (S114Q04) zkoumá kompetenci „interpretace vědeckých důkazů“
Otázka 3 (S114Q05) zkoumá kompetenci „porozumění vědeckému výzkumu“

Během šesti let došlo k poklesu úspěšnosti u všech tří otázek úlohy Skleníkový efekt. Zde uvádím kompletní zadání úlohy. První otázka je podle hodnot úspěšnosti výrazně snazší než druhá, přestože v obou jde o principiálně stejnou dovednost (argumentace z grafu). Porovnání celkového trendu je pro žáky zřejmě evidentní, kdežto odhalení drobnějších nesrovnalostí činí výrazně větší problémy. Odpověď na třetí otázku se na první pohled zdá být silně závislá na znalostech žáků o skleníkovém efektu, ovšem úvodní text obsahuje všechny potřebné informace, které dovolují žákům uvést jiný důvod změny teploty (sluneční energie) nebo vliv jiné složky atmosféry (text mluví obecně o „atmosféře“).

SKLENÍKOVÝ EFEKT

Přečti si text a odpověz na otázky, které jsou za ním uvedeny.

SKLENÍKOVÝ EFEKT: SKUTEČNOST NEBO VÝMYSL?

Živé věci potřebují k přežití energii. Energie, která udržuje život na Zemi, přichází ze Slunce, které je velmi žhavé, a tak vyzařuje energii do vesmíru. Nepatrná část této energie se dostává na Zemi.

Zemská atmosféra působí jako ochranná pokrývka povrchu naší planety a zabraňuje změnám teploty, které by existovaly ve světě bez vzduchu.

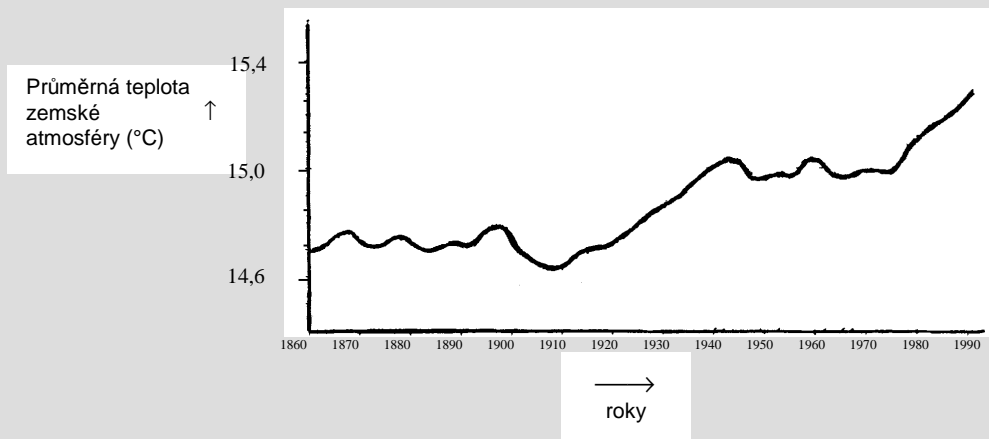
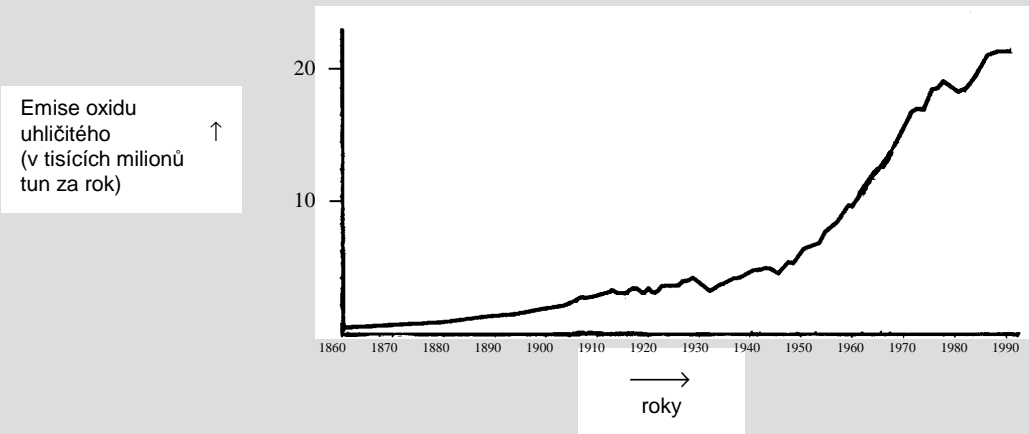
Většina vyzářené energie přicházející ze Slunce prochází zemskou atmosférou. Země něco z této energie pohltí a něco se od zemského povrchu odrazí zpět. Část této odražené energie pohltí atmosféra.

V důsledku toho je průměrná teplota nad zemským povrchem vyšší, než by byla, kdyby nebylo atmosféry. Zemská atmosféra má stejný účinek jako skleník, odtud tedy pochází termín *skleníkový efekt*.

Říká se, že skleníkový efekt v průběhu dvacátého století zesílil.

Faktem je, že průměrná teplota zemské atmosféry vzrostla. V novinách a časopisech se často tvrdí, že hlavní příčinou vzrůstu teploty ve dvacátém století jsou rostoucí emise oxidu uhličitého.

Žáka Ondru začal zajímat možný vztah mezi průměrnou teplotou zemské atmosféry a emisemi oxidu uhličitého na Zemi. V knihovně našel následující dva grafy.



Ondra z těchto dvou grafů usoudil, že je jisté, že vzrůst průměrné teploty zemské atmosféry je způsobený vzrůstem emisí oxidu uhličitého.

Otázka 1: SKLENÍKOVÝ EFEKT

Co v těchto grafech podporuje Ondrův závěr?

.....

Otázka 2: SKLENÍKOVÝ EFEKT

Žákyně Jana nesouhlasí s Ondrovým závěrem. Porovnává oba grafy a říká, že některé části grafů jeho závěr nepodporují.

Uveď příklad části grafů, která nepodporuje Ondrův závěr. Vysvětli svou odpověď.

.....

Otázka 3: SKLENÍKOVÝ EFEKT

Ondra trvá na svém závěru, že růst průměrné teploty zemské atmosféry je způsoben vzrůstem emisí oxidu uhličitého. Ale Jana si myslí, že jeho závěr je ukvapený. Říká: „Než uděláš tento závěr, musíš si být jistý, že ostatní faktory, které by mohly ovlivnit skleníkový efekt, se nemění.“

Jmenuj jeden z faktorů, které má Jana na mysli

.....

HODNOCENÍ:

Otázka 1:

Úplná odpověď: poukazuje na nárůst jak průměrné teploty, tak emisí oxidu uhličitého.

Nevyhovující odpověď: poukazuje pouze na nárůst průměrné teploty nebo pouze na nárůst emisí oxidu uhličitého, dává do vztahu nárůst teploty a emise bez vztahu ke grafům („oxid uhličitý je příčinou vzrůstající teploty“) nebo jiná odpověď.

Otázka 2:

Úplná odpověď: poukazuje na část grafu, kde nejsou obě křivky zároveň rostoucí či klesající (včetně vymezení této části grafu příslušnými roky), a udává odpovídající vysvětlení.

Částečná odpověď: uvede buď správné období, nebo vysvětlení, nebo hovoří jen o jednom grafu.

Nevyhovující odpověď: mluví obecně o nepravidelnosti křivky (není zřejmé, které, např. „trochu stoupá a klesá“), poukazuje na nedostatečně vymezené období („prostřední část“), jiné odpovědi.

Otázka 3:

Úplná odpověď: udává faktor vztahující se k energii ze Slunce nebo ke složení (znečištění) atmosféry.

Nevyhovující odpověď: poukazuje na příčinu ovlivňující emise CO₂ nebo jiné nesprávné odpovědi.

Ukázka úlohy **Skleníkový efekt** (Výzkum PISA 2006, [14])






Za značným rozdílem v úspěšnostech žákovských odpovědí na první a druhou otázku může stát i jiný důvod. Nejen v přírodovědných úlohách se opakovaně setkávám s tím, že žáci dovedou argumentovat „pro“ dané tvrzení, ale vzápětí selhávají v argumentaci „proti němu“ (resp. naopak, podle toho, co se jim samým zdá pravděpodobnější), případně takovou odpověď výslovně odmítají slovy jako „*bud' je to pravda, anebo není, nelze hledat argumenty pro obě varianty*“, což je v přímém kontrastu s podstatou vědeckého zkoumání v přírodních vědách. I tato zkušenost odráží fakt, že žáci se ve škole setkávají s „hotovými“ tvrzeními a nemají příležitost rozvíjet kompetence spojené se skutečným přírodovědným badáním, tvorbou a ověřováním hypotéz.

Srovnání s jinými zeměmi Evropy

Šetření z roku 2006 bylo výslovně zaměřeno na přírodovědnou gramotnost, proto jsou publikovaná data získaná z tohoto výzkumu bohatší například i o srovnání s dalšími evropskými státy. **Tabulky 7 a 8** dokumentují rozdíl bodových zisků za jednotlivé druhy vědomostí a jednotlivé kompetence a oproti celkovému bodovému zisku žáků. Česká republika se svými výsledky spadá do skupiny šesti evropských zemí, jejichž žáci jsou úspěšnější na škále vysvětlování jevů pomocí přírodních věd (aplikace vědomostí) a méně úspěšní na škále rozpoznávání přírodovědných otázek (rozpoznávání otázek, které lze vědecky zodpovědět). Výsledky českých a slovenských žáků jsou navíc výrazně horší i na škále používání vědeckých důkazů (interpretace a používání vědeckého dokazování).

Tabulka 7: Rozdíly ve výsledcích na kompetenčních škálách (převzato z [15])






Země	Průměr za přírodní vědy celkem	Kompetence		
		Rozpoznávání přírodovědných otázek	Vysvětlování jevů pomocí přírodních věd	Používání vědeckých důkazů
Česká republika	513	-12	15	-12
Maďarsko	504	-21	14	-7
Slovensko	488	-13	13	-11
Estonsko	531	-16	9	0
Polsko	498	-15	8	-4
Litva	488	-12	7	-1

	Výsledek je o 10 až 20 bodů lepší než na celkové škále
	Výsledek je o méně než 10 bodů lepší než na celkové škále
	Výsledek je o 20 a více bodů horší než na celkové škále
	Výsledek je o 10 až 20 bodů horší než na celkové škále
	Výsledek je o méně než 10 bodů horší než na celkové škále

Na škále vědomostí o přírodních vědách (vědecké postupy) jsou výsledky výrazně horší než na škále vědomostí z přírodních věd (znalost obsahu). Rozdíl mezi výsledky na obou vědomostních škálách v České republice je největší v zemích OECD. Druhý a třetí největší rozdíl byl shledán v Maďarsku a na Slovensku (viz **tabulka 7**). Obdobné výsledky u našich sousedů napovídají, že je to právě podobná tradice přírodovědného vzdělávání jmenovaných států, která významným způsobem přispívá ke vzniku těchto nedostatků [15].

Tabulka 8: Rozdíly ve výsledcích na vědomostních škálách (převzato z [15])

Země	Průměr za přírodní vědy celkem	Vědomosti o přírodních vědách	Vědomosti z přírodních věd		
			Neživé systémy	Živé systémy	Země a vesmír
Maďarsko	504	-12	29	5	9
Česká republika	513	-14	21	12	13
Slovensko	488	-10	15	11	15
Švédsko	503	-5	14	8	-5
Slovinsko	519	-9	12	-2	15
Rumunsko	418	-6	10	8	-12

	Výsledek je o 20 a více bodů lepší než na celkové škále
	Výsledek je o 10 až 20 bodů lepší než na celkové škále
	Výsledek je o méně než 10 bodů lepší než na celkové škále
	Výsledek je o 10 až 20 bodů horší než na celkové škále
	Výsledek je o méně než 10 bodů horší než na celkové škále

Ukázky úloh s nejvyšší a nejnižší úspěšností českých žáků

Úlohy uvolněné po šetření výzkumu PISA v roce 2006 ([14]) byly dány k dispozici učitelům se záměrem, aby jimi obohatili výuku a vzdělávali tak své žáky lépe i v oblastech, kde jsou jejich výsledky slabé. Pro ilustraci uvádím znění tří úloh, v nichž naši žáci nejvíce vynikli nad průměr zemí OECD, resp. v nichž zůstali oproti průměru zemí OECD nejvíce pozadu. Lze si tak udělat dobrou představu o tom, co čeští žáci umějí, a co jim naopak dělá potíže.

GENETICKY UPRAVENÉ PLODINY

GMO KUKUŘICE BY SE MĚLA ZAKÁZAT

Ochránci přírody požadují zákaz geneticky upravené (GMO) kukuřice.

Tato GMO kukuřice byla vypěstována proto, aby na ni nepůsobil nový účinný prostředek na hubení plevele, který běžnou kukuřici zničí. Tento nový prostředek na hubení plevele ničí většinu plevele, který roste na kukuřičných polích.

Ochránci říkají, že protože se plevem živí malá zvířata, zejména hmyz, bude mít používání nového prostředku na hubení plevele u GMO kukuřice špatný vliv na životní prostředí. Zastánci GMO kukuřice tvrdí, že vědecký výzkum prokázal, že k něčemu takovému nedojde.

Zde jsou podrobnější informace o vědeckém výzkumu, který je zmíněn ve výše uvedeném článku:

Kukuřice byla vysazena na 200 polích po celé zemi.

Každé pole bylo rozděleno na dvě části. Na jedné polovině se pěstovala geneticky upravená (GMO) kukuřice ošetřená novým účinným prostředkem na hubení plevele a na druhé polovině se pěstovala běžná kukuřice ošetřená běžným prostředkem na hubení plevele.

Na GMO kukuřici ošetřené novým prostředkem na hubení plevele bylo nalezeno přibližně stejné množství hmyzu jako na běžné kukuřici ošetřené běžným prostředkem na hubení plevele.

Otázka 1: GENETICKY UPRAVENÉ PLODINY

Které faktory byly ve výše zmíněném vědeckém výzkumu záměrně obměňovány? U každého faktoru zakroužkuj „Ano“ nebo „Ne“.

Byl tento faktor ve výzkumu záměrně obměňován?	Ano nebo ne?
Množství hmyzu v prostředí	Ano / Ne
Druh použitého prostředku na hubení plevele	Ano / Ne

Ukázka úlohy **Geneticky upravené plodiny** (Výzkum PISA 2006, [14])

(vědomosti o přírodních vědách, kompetence rozpoznání přírodovědných otázek)

Správná odpověď „ne, ano“ - úspěšnost českých žáků: **50,7 %** - úspěšnost v zemích OECD: **61.0 %**

KRÉMY NA OPALOVÁNÍ

Marii a Davida zajímalo, který krém na opalování jim nejlépe ochrání pokožku. Krémy na opalování mají *ochranný faktor (UV faktor)*, který udává, kolik ultrafialového záření ze Slunce pohlcuje každý z krémů. Krémy na opalování s vysokým UV faktorem chrání pokožku déle než krémy s nízkým UV faktorem.

Marie vymyslela způsob, jak porovnat několik různých krémů na opalování. Spolu s Davidem si nachystali následující věci:

dvě průhledné fólie z umělé hmoty, která nepohlcuje sluneční záření;

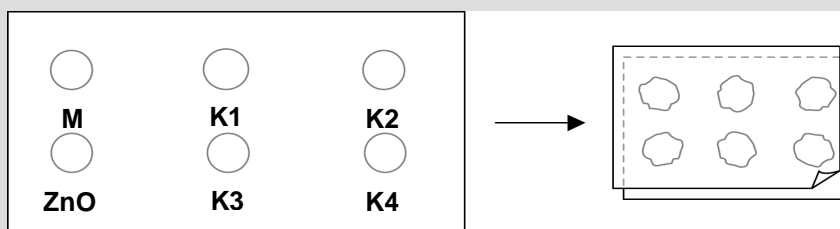
jeden list papíru citlivého na světlo;

minerální olej (M) a krém obsahující oxid zinečnatý (ZnO); a

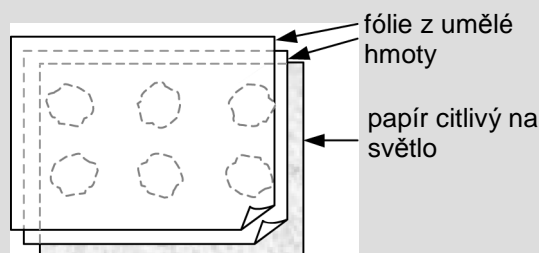
čtyři různé krémy na opalování, které nazvali K1, K2, K3 a K4.

Marie a David použili minerální olej a oxid zinečnatý proto, že olej propouští většinu slunečního záření, zatímco oxid zinečnatý je téměř vůbec nepropouští.

Do každého kroužku, které jsou vyznačeny na jedné z fólií, nanesl David kapku jedné látky a pak vše zakryl druhou fólií. Na obě fólie položil velkou knihu a přitlačil je k sobě.



Marie pak položila fólie na list papíru citlivého na světlo. Papír citlivý na světlo mění barvu z tmavě šedé na bílou (nebo světlou šedou) podle toho, jak dlouho je vystaven slunečnímu záření. Nakonec dal David fólie s listem papíru na místo, na které svítilo slunce.



Otázka 1: KRÉMY NA OPALOVÁNÍ

Na kterou z těchto otázek se pokoušeli Marie s Davidem odpovědět?

- A Jakou ochranu poskytují jednotlivé krémy ve srovnání s ostatními?
- B Jak opalovací krémy chrání pokožku před ultrafialovým zářením?
- C Poskytuje některý opalovací krém menší ochranu než minerální olej?
- D Poskytuje některý opalovací krém větší ochranu než oxid zinečnatý?

Ukázka úlohy **Krémy na opalování** (Výzkum PISA 2006, [14])

(vědomosti o přírodních vědách, kompetence rozpoznání přírodovědných otázek)

Správná odpověď **A** - úspěšnost českých žáků: **50,9 %** - úspěšnost v zemích OECD: **58,3 %**

MARY MONTAGUOVÁ

Přečti si novinový článek a odpověz na následující otázky.

HISTORIE OČKOVÁNÍ

Mary Montaguová byla krásná žena. V roce 1715 onemocněla černými neštovicemi. Přežila, ale na těle jí zůstalo mnoho jizev. Když v roce 1717 pobývala v Turecku, všimla si, že tam běžně používají metodu, které se říká očkování. Do kůže mladých zdravých lidí se škrábáním vpravil oslabený kmen viru černých neštovic. Tito lidé pak onemocněli, ale většinou šlo pouze o mírnou formu této nemoci. Mary Montaguová byla o bezpečnosti očkování tak přesvědčena, že nechala očkovat i svého syna a dceru.

V roce 1796 použil Edward Jenner k tomu, aby vyvolal tvorbu protilátek proti černým neštovicím, očkovací látku získanou z příbuzného onemocnění, kravských neštovic. Ve srovnání s očkováním pomocí viru černých neštovic měla tato léčba méně vedlejších účinků a léčená osoba nemohla nakazit další lidi. Tento způsob léčby se stal známým jako očkování.

Otázka 2: MARY MONTAGUOVÁ

Jestliže zvířata nebo lidé prodělají infekční bakteriální onemocnění a pak se z něj vyléčí, ten druh bakterie, který u nich nemoc způsobil, je už obvykle znovu neohroží.

Proč tomu tak je?

- A Tělo zahubí všechny bakterie, které mohou způsobit stejnou nemoc.
- B Tělo vytvoří protilátky, které tento typ bakterií zahubí dříve, než se rozmnoží.
- C Červené krvinky zahubí všechny bakterie, které mohou způsobit stejnou nemoc.
- D Červené krvinky tento typ bakterií zachytí a odstraní z těla.

Ukázka úlohy **Mary Montaguová** (Výzkum PISA 2006, [14])

(vědomosti z přírodních věd, kompetence vysvětlování jevů pomocí přírodních věd)

Správná odpověď **B** - úspěšnost českých žáků: **87,8 %** - úspěšnost v zemích OECD: **75,1 %**

Závěry

Z výsledků šetření výzkumu PISA plyne, že čeští žáci dosahují vyšší úspěšnosti v úlohách zaměřených na vědomosti z přírodních věd, prokazování a aplikaci znalostí a specifických dovedností. Výrazně **horší** jsou jejich výsledky v úlohách zaměřených na **vědomosti o přírodních vědách, používání vědeckých postupů a důkazů a rozpoznávání vědeckých otázek**. Dlouhodobé trendy naznačují dokonce další zhoršení těchto výsledků u některých typů úloh. Srovnání se sousedními státy s podobnou tradicí přírodovědného vzdělání dává tušit, že za tímto stavem stojí právě **styl výuky** přírodních věd na našich základních a středních školách.

2.3.2. Výzkum TIMSS (1995–2007)

Mezinárodní výzkum TIMSS (**Trends in International Mathematics and Science Study**, <http://timss.org>) je jedním z projektů Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Jeho hlavním cílem je poskytovat tvůrcům vzdělávací politiky, učitelům a dalším odborníkům informace, které jim mohou pomoci zvýšit úroveň vědomostí a dovedností žáků v matematice a přírodovědných předmětech. Na rozdíl od výzkumu PISA je výzkum TIMSS zaměřen na **školní vědomosti a dovednosti** rozvíjené ve výuce a vychází z učebních osnov matematiky a přírodovědných předmětů zúčastněných zemí. Orientuje se na věkové kategorie devítiletých a třináctiletých žáků a žáků v posledních ročnících středních škol. Probíhá ve čtyřletých cyklech od roku 1995, Česká republika se do něj zapojila v letech 1995, 1999 a 2007 [13].

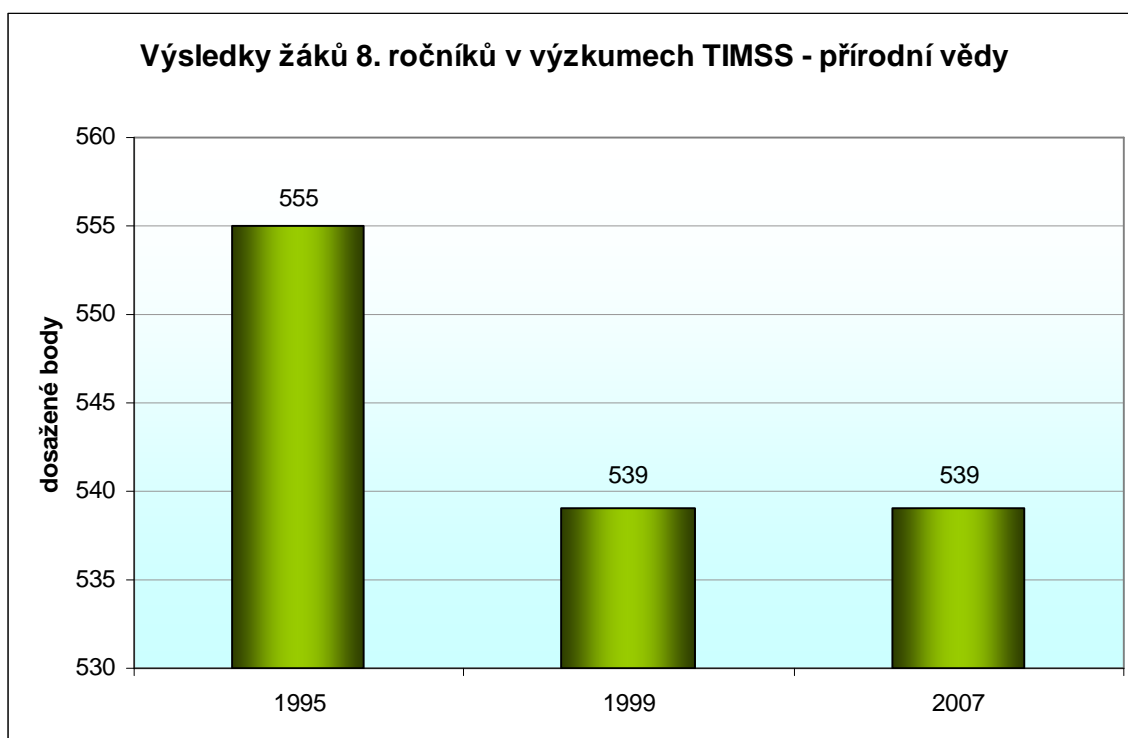
Výsledky v hlavním šetření a dlouhodobé trendy

Výzkum TIMSS hodnotí výsledky v matematice a přírodních vědách ze dvou pohledů – obsahu (testované učivo) a operací (používané dovednosti).

Tabulka 9: Obsah a operace sledované ve výzkumu TIMSS v oblasti přírodních věd [13]

Oblasti učiva		Dovednosti
4. ročník	8. ročník	
nauka o živé přírodě	biologie	prokazování znalostí
nauka o neživé přírodě	chemie	používání znalostí
nauka o Zemi	fyzika	uvažování
	vědy o Zemi	

Hlavními zdroji dat jsou testy pro žáky s úlohami z matematiky a přírodních věd. Dále jsou zadávány dotazníky zjišťující nejen zázemí žáků a podmínky výuky na školách, ale také principy obsažené ve vzdělávacích programech a charakteristiky vzdělávacích systémů [13]. Protože žáci 8. ročníků byli testováni ve všech třech šetřeních v České republice, lze srovnat jejich výsledky v průběhu dvanácti let. Věkově jde o kategorii nejbližší populaci testované ve výzkumech PISA, nabízí se tudíž možnost určité extrapolace výsledků i pro tyto žáky devátých ročníků. Výsledky výzkumu TIMSS i PISA ve všech oblastech (nejen přírodních věd) ve své disertační práci souhrnně komentuje také RNDr. Hana Marvánová, Ph.D. [21].



Graf 5: Výsledky českých žáků v přírodovědné části výzkumu TIMSS v letech 1995–2007 ([20], [12], [13])

V roce 1995 dosáhli žáci výborných výsledků, v přírodních vědách i v matematice patřili mezi nejúspěšnější. Šetření v roce 1999 zachytilo výrazné zhoršení výsledků žáků v 8. ročnících, které je připisováno změnám v rozložení učiva spojeným s opětovným zavedením devítileté školní docházky v roce 1996 a přesunem některých tematických celků i předmětů (chemie, fyzika) do vyšších ročníků. O osm let později byl výsledek českých žáků v 8. ročnících v oblasti přírodních věd tentýž, významně lepších výsledků dosáhly pouze čtyři asijské země – Singapur, Tchaj-wan, Japonsko a Korejská republika. Současně patří Česká republika mezi země s vysokým zastoupením (přes 40 %) žáků na dvou nejvyšších úrovních ovládnutí vědomostí a dovedností, a k zemím s nejmenším zastoupením žáků, kteří nedosáhli ani nejnižší úrovně. Výsledky ve jednotlivých oblastech učiva a prokazovaných dovedností jsou nadprůměrné a významně se mezi sebou neliší [13].

Zjištěná míra osvojení vědomostí z přírodních věd a jejich používání je u českých žáků stabilně na vysoké úrovni. Je zřejmé, že v letech 2000–2006, kdy probíhala jednotlivá šetření výzkumu PISA, nebyly horší (a zhoršující se) výsledky našich žáků v oblasti kompetencí rozpoznávání přírodovědných otázek a používání vědeckých důkazů ovlivněny nedostatečným nebo zhoršujícím se „vědomostním vybavením“ žáků, ale jde skutečně o nedostatky ve výuce konkrétně těchto dovedností. Nabízí se otázka, do jaké míry ovládají potřebné kompetence sami učitelé přírodovědných předmětů – více v kapitole 2.3.4, strana 43.

Dílčí šetření TIMSS 1995 Performance Assessment

Výzkum TIMSS 1995 kromě hlavního šetření přinesl i zcela jedinečnou možnost testování **experimentálních dovedností žáků** v praktických úlohách v dílčím šetření „**Performance Assessment**“ [22]. Do tohoto výzkumu se zapojilo 450 českých žáků osmých ročníků.

Testování bylo založeno na 12 praktických úlohách (5 přírodovědných, 5 matematických a 2 kombinované) zaměřených na navrhování a realizaci experimentů ke zkoumání zadaných

otázek, na sběr a zpracování dat a vyvozování závěrů. Úlohy byly rozmístěny na jednotlivá stanoviště, žáci dostali potřebné (jednotné) pomůcky a pracovní listy se zadáním zkoumané otázky a dílčími úkoly. Žákovská řešení byla hodnocena na základě přítomnosti podstatných znaků (např. popis uspořádání experimentu, označení proměnné, jejíž hodnotu bude žák měnit, záznam dat) a správnosti odpovědí na otázky. Ke zkoumání experimentálních dovedností v přírodních vědách byly použity tyto úlohy (stručná charakteristika):

Tep – žák zjišťuje, jak se mění jeho tep během 5 minut vystupování na schůdky a zpět.

Magnety – pomocí různých předmětů žák zjišťuje, který ze dvou magnetů je silnější.

Baterie – pomocí baterky žák zjišťuje, která dvojice ze čtyř baterií je funkční a která vybitá.

Gumička – pomocí zavěšování kovových kroužků žák zjišťuje, jak se prodlužuje délka gumičky v závislosti na zatížení, předpovídá délku pro daný počet kroužků.

Roztoky – žák zjišťuje, jaký vliv má teplota vody na rychlost rozpouštění tablety.

Stíny – žák zjišťuje, jak se mění velikost stínu předmětu na stínítku v závislosti na vzdálenosti zdroje světla od (pevně umístěného) předmětu. Dále určuje pravidlo pro vzájemnou polohu zdroje, předmětu a stínítka, při němž je stín 2x větší než předmět.

Modelína – pomocí rovnoramenných vah a 20 g a 50 g závaží žák odvažuje kousky plastelíny o hmotnosti 20, 10, 15 a 35 g.

Čeští žáci dosáhli pouze průměrné úspěšnosti, což je velký rozdíl oproti jejich výsledkům z hlavního šetření výzkumu, ve kterém se s velkým bodovým ziskem umístili na druhém místě v celkovém pořadí.

Tabulka 10: Výsledky českých žáků v přírodovědných úlohách šetření Performance Assessment [22]

	Česká republika	Mezinárodní průměr	Nejlepší výsledek	Nejslabší výsledek
Celková úspěšnost	61 %	59 %	71 % (Singapur)	46 % (Kypr)
Celková úspěšnost v přírodovědných úlohách	60 %	58 %	72 % (Singapur)	47 % (Portugalsko)
Tep	46 %	44 %	60 % (Singapur)	24 % (Portugalsko)
Magnety	86 %	90 %	98 % (Skotsko)	45 % (Írán)
Baterie	66 %	67 %	79 % (Singapur)	50 % (Portugalsko)
Gumička	65 %	63 %	80 % (Singapur)	51 % (Španělsko, Portugalsko)
Roztoky	59 %	49 %	68 % (Singapur)	29 % (Kypr)
Stíny	37 %	35 %	50 % (Singapur)	18 % (Kypr)
Modelína	68 %	60 %	81 % (Írán)	41 % (Portugalsko)

Okruhy dovedností zkoumané na jednotlivých přírodovědných úlohách byly tři:

- **Řešení vědeckých problémů a aplikace znalostí** – použití vědeckých principů k řešení kvantitativních problémů nebo k vysvětlování jevů
- **Používání vědeckých postupů** – používání pomůcek a přístrojů, provádění jednoduchých experimentálních operací, sběr dat, reprezentace a interpretace dat

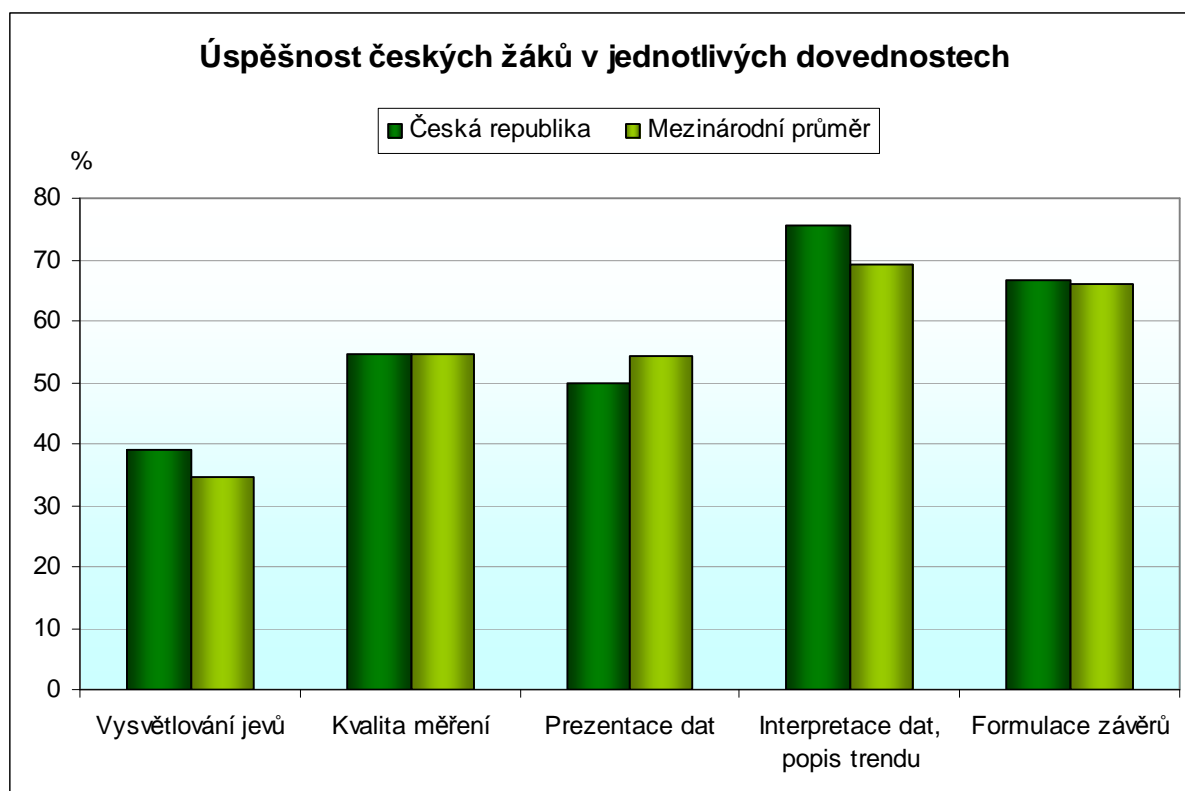
- **Vědecké zkoumání** – navrhování a provádění výzkumu, interpretace zjištěných dat, formulace závěrů

Procentuální úspěšnost českých žáků v jednotlivých okruzích dovedností shrnuje **tabulka 11**.

Tabulka 11: Výsledky českých žáků v jednotlivých okruzích přírodovědných dovedností [22]

	Česká republika	Mezinárodní průměr	Nejlepší výsledek	Nejslabší výsledek
Řešení vědeckých problémů ...	53 %	47 %	61 % (Írán)	32 % (Portugalsko)
Používání vědeckých postupů	57 %	59 %	75 % (Singapur)	45 % (Španělsko)
Vědecké zkoumání	65 %	60 %	74 % (Singapur)	45 % (Portugalsko)

Na základě bodování jednotlivých úkolů v úlohách a jejich charakteristiky lze vytvořit i podrobnější srovnání úspěšností v používaných dovednostech (**graf 6**).



Graf 6: Výsledky českých žáků v dílčích dovednostech ve srovnání s mezinárodním průměrem (data [22])

V úkolech vyžadujících popis trendu v naměřených hodnotách a úkolech souvisejících s vysvětlováním pozorovaných jevů (na základě předchozích znalostí, nikoli na základě měření či pozorování) byli naši žáci nejvýše nad mezinárodním průměrem. Opět se zde projevuje vysoká úroveň znalostí a schopnosti jejich aplikace, která dovoluje českým žákům v celkovém součtu „vylepšovat“ např. podprůměrné výsledky v oblasti prezentace dat. Pro

ilustraci dále uvádím překlad pracovních listů, komentář k úspěšnosti a ukázkou řešení ke dvěma úlohám, v nichž žáci dosáhli nejvyšší a nejnižší úspěšnosti.

1. MAGNETY

Máš k dispozici: 6 ocelových kuliček, 10 kovových svorek na papír, 6 žetonů, 2 ocelové tyčinky, 10 podložek, 2 magnety, 30 cm pravítko

Tvůj úkol: Použij tyto předměty k tomu, abys zjistil, který ze dvou magnetů A a B je silnější.

Co máš dělat: Experimentuj s těmito předměty tak, abys mohl doplnit následující větu.

Úkoly:

1. Zjistil jsem, že magnet je silnější.
2. Popiš všechny způsoby, které jsi použil ke zjištění, který magnet je silnější. Možná budeš muset k lepšímu vysvětlení nakreslit obrázky nebo diagramy. (Hodnocení zohledňovalo správnost navrženého postupu, přítomnost jasného popisu práce nebo obrázku a vysvětlení vztahu výsledku měření k síle magnetu.)

Úspěšnost v řešení této úlohy byla ve většině zúčastněných zemí velmi vysoká (mezinárodní průměr 90 %), přičemž úspěšnost v druhém úkolu byla v průměru o něco nižší než v úkolu prvním – žáci např. správně určili, který magnet je silnější, ale nedokázali vysvětlit vztah mezi pozorováním (měřením) a silou magnetu. Jde sice o úlohu, v níž je úspěšnost našich žáků nejvyšší, ovšem současně na této úloze také nejvíce ztrácejí na průměr zúčastněných zemí. Důvodem může být fakt, že tato úloha je postavena čistě na experimentování, žáci si zde nemohli nijak „pomoci“ prezentováním svých přírodovědných a matematických znalostí.

2. STÍNY

Máš k dispozici: baterku na stojánku, čtvercovou kartu o hraně 5 cm na stojánku, stínítko na promítání stínu, metr, 30 cm pravítko

Tvůj úkol: Zjisti, jak se mění velikost stínu, když pohybuješ kartou

Co máš dělat: Umísti kartu a pohybuješ světlem směrem ke kartě a od ní.

Úkoly:

1. Co se děje s velikostí stínu?
2. Proč je stín vždy větší než karta? Možná budeš muset k vysvětlení také nakreslit obrázek.
3. Najdi nejméně tři pozice světla a baterky, při nichž je stín právě 2x širší než karta. Zapiš vzdálenosti od karty ke světlu a od karty ke stínítku.

Nyní budeš zjišťovat obecné pravidlo, jak daleko musí být karta a světlo od stínítka, aby byl stín právě 2x širší než karta. Musíš:

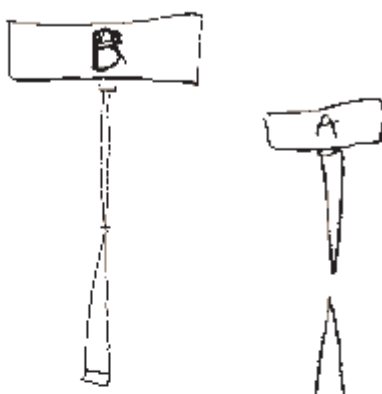
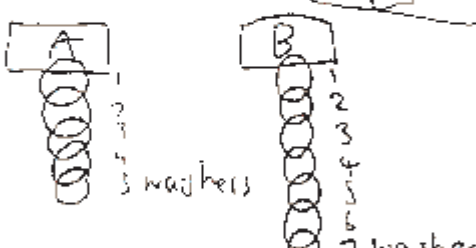
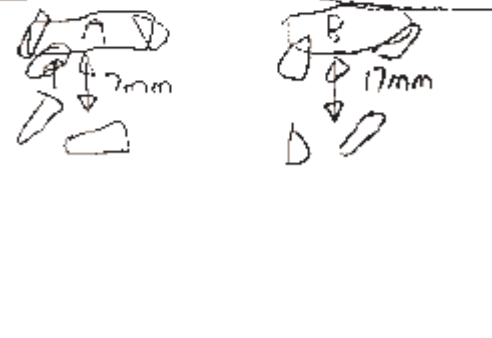
- rozhodnout, co se bude měřit
 - určit, jak jasně a stručně prezentovat svoje měření
 - vyvodit ze svých měření závěry
4. Popiš své měření, můžeš nakreslit i obrázek.
 5. Co nejpřehledněji prezentuj výsledky měření.
 6. Jaký obecný závěr můžeš z těchto výsledků vyvodit? Pokus se napsat pravidlo pro to, kdy bude stín 2x širší než karta.

Tabulka 12: Úspěšnost českých žáků v jednotlivých částech úlohy Stíny ve srovnání s mezinárodním průměrem [22]

	Celkově	Úkol 1	Úkol 2	Úkol 3	Úkol 4	Úkol 5	Úkol 6
ČR	37 %	87 %	48 %	32 %	27 %	8 %	19 %
Průměr	35 %	75 %	33 %	30 %	27 %	25 %	21 %

Příznačné je, že naši žáci se oproti mezinárodnímu průměru nejlépe vypořádali se „znalostní“ otázkou týkající se velikosti stínu oproti osvětlovanému předmětu. Zarážející je velice nízká úspěšnost v úkolu vyžadujícím jasnou prezentaci naměřených dat.

2. Describe all the different ways you used to find which magnet was stronger. You may draw pictures or diagrams as part of your answer if it helps you to explain.

What I did	What happened
	<p>Finest tip to tip stayed together on magnet B. But on magnet A it did not.</p>
	<p>magnet A held less washers than magnet B.</p>
	<p>at 7mm A magnet picked all of them up. At 17mm magnet B picked all of the paper (clip) up.</p>

PUT ALL THE MATERIALS BACK IN THE BAG AND LEAVE THE STATION AS YOU FOUND IT.

Obrázek 1: Ukázka řešení úlohy Magnety [22]

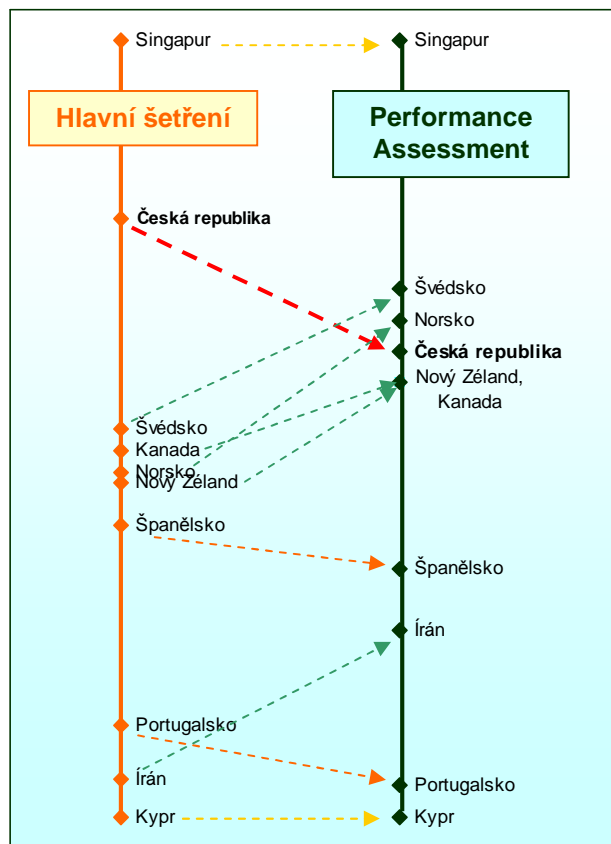
Závěry

Obou šetření výzkumu TIMSS 1995 se účastnilo 21 zemí, u 10 z nich byla splněna všechna kritéria pro zařazení do výzkumu a bylo dosaženo takových statistických charakteristik ve výsledcích, které dovolují srovnání mezi hlavním šetřením a šetřením experimentálních dovedností. Toto srovnání prezentuje **tabulka 13** a **graf 7**.

Tabulka 13: Srovnání výsledků zemí v testu experimentálních dovedností a v písemném testu [22]

	Performance Assessment	Hlavní šetření
Singapur	71 %	607
Švédsko	64 %	535
Norsko	62 %	527
Česká republika	61 %	574
Kanada	60 %	531
Nový Zéland	60 %	525
Španělsko	54 %	517
Írán	52 %	470
Portugalsko	47 %	480
Kypr	46 %	463
<i>Mezinárodní průměr</i>	<i>59 %</i>	<i>516</i>

Česká republika je zemí s **největším rozdílem mezi úspěšností v písemném testu a úspěšností v testu experimentálních dovedností**. Zatímco prokazování a aplikace znalostí a logické uvažování nečinilo našim žákům osmých ročníků žádné obtíže, navrhování a realizace experimentů, měření, prezentace a interpretace výsledků jsou oblastí dovedností, v nichž dopadli naši žáci nejvýše průměrně. Bohužel tato studie, jakkoli se v České republice o testování ve výzkumech TIMSS a PISA mluví často a hodně, upadla určitým způsobem v zapomnění. Bylo by jistě velmi užitečné zopakovat podobný výzkum – přes jeho finanční náročnost – i v současné době, o 12 let později, a vyhodnotit posuny českých žáků v osvojení experimentálních dovedností.



Graf 7: Porovnání pořadí a výsledků zúčastněných států v šetření TIMSS 1995, výsledky přepočítány na společné měřítko [20], [22]

2.3.3. KALIBRO - Testování žáků 5., 7. a 9. ročníků (2005–2009)

Zjištění mezinárodních výzkumů v oblasti přírodovědné gramotnosti na tomto místě doplňuji svými vlastními výsledky, které jsem získala v průběhu několikaletého testování českých žáků 5., 7. a 9. ročníků základních škol a odpovídajících ročníků nižších gymnázií ve spolupráci se společností Kalibro. Mé výsledky konkretizují nedostatky žáků při řešení úloh zaměřených na obecnější přírodovědné dovednosti a upozorňují na nejčastější chybné, resp. „únikové“ strategie využívané při řešení těchto úloh.

Společnost **KALIBRO** (www.kalibro.cz) se zabývá každoročním srovnávacím testováním žáků druhého stupně základních škol a nižších gymnázií v oblastech českého jazyka, matematiky, přírodního a humanitního základu, německého a anglického jazyka a tělesné zdatnosti již od roku 1994. V roce 2004 jsem s touto společností začala spolupracovat jako hodnotitel rozsáhlejších otevřených odpovědí v žakovských testech. V tomto období byly jmenované testy zcela výjimečné svým zaměřením na **otevřené, v některých případech divergentní úlohy** vyžadující navrzení vhodného postupu vedoucího ke správnému řešení. V jednotlivých oblastech učiva byly všechny úlohy tematicky vázány k jednomu tématu (např. psi v testu přírodovědného základu nebo úryvek z knihy o mumíncích v testu z českého jazyka) a žáci je řešili ve dvojicích.

Hodnocení bylo založeno na přítomnosti podstatných znaků v navrženém řešení, podobným způsobem, jak bylo uvedeno v popisu výzkumu TIMSS 1995 Performance Assessment. Pochopitelně takové hodnocení (zejména byl-li důraz na divergentní uvažování větší) vyžadovala náležitě odborně kvalifikované pracovníky a důkladné zaškolení [23]. Během prvního roku spolupráce se ukázalo, že můj pohled na smysl testování a hodnocení úloh je ve velmi dobré shodě s vizí autorů testů, proto jsem v následujícím roce byla pověřena funkcí **supervizorky** pro oblast přírodních věd. Náplní mé práce bylo školit hodnotitele, operativně upravovat metodiku hodnocení, rozhodovat problematické či obtížnější odpovědi, kontrolovat práci jednotlivých hodnotitelů kvůli zamezení systematickým chybám a zajištění shody v hodnocení, a konečně jsem se zapojila do tvorby úloh také jako **autorka** pro přírodovědný základ a matematiku. Z tohoto období jsem si odnesla cenné zkušenosti o uvažování a úrovni dovedností žáků druhého stupně základních škol a nižších gymnázií. Bohužel, z důvodů velké finanční nákladnosti na hodnocení rozsáhlých otevřených odpovědí ztratily školy postupně o tento typ testů zájem. Přiklonily se namísto toho k „tradiční“ verzi testů s výběrem odpovědi nebo tvorbou krátké odpovědi, které lze vyhodnocovat strojově či nekvalifikovanými pracovníky. Přesto se společnost snaží zůstat maximálně věrná **dovednostnímu zaměření otázek** v testech (nejdůsledněji zřejmě v testu z českého jazyka, příkladně ukázce úloh ke zkoumání čtenářské gramotnosti), které aktuálně rozšířila i na 3. ročníky základních škol.

Jako **kmenová autorka úloh** pro přírodovědný základ a příležitostně pro matematiku nebo humanitní základ pracuji dodnes. Za uplynulé období jsem měla možnost sledovat výsledky žáků v mnou vytvořených úlohách zaměřených právě na dovednosti spojené s porozuměním vědeckým postupům, argumentací, posuzováním platnosti závěrů atd. Protože z mých zkušeností jednoznačně plynulo, že žáci jsou v těchto oblastech vybaveni nedostatečně, je snaha zařazovat podobné úlohy právě jako **zdroj zpětné vazby a impuls pro ředitele i pedagogy** zapojených škol, což je hlavním cílem testování společnosti Kalibro. Výsledky žáků, srovnání s celostátním průměrem, komentáře autorů úloh a náměty pro diskuse a výuku obsažené v závěrečných brožurách ke každému ročníku testování se mohou stát cennou inspirací pro zavádění podobných úloh do školní výuky.



Ukázka úloh dovednostního testu

Matematika – 9. a 10. ročník

Podnik *Služby městu* nabízí dva druhy nádob pro ukládání domovního odpadu a zajišťuje jejich vyprazdňování za podmínek uvedených v nabídce. Každý si může bez omezení zvolit, kolik kterých nádob bude používat. Smějí se ale plnit nanejvýš po okraj, aby se odpad při vyprazdňování nevysypal na vozovku.

Nabídka podniku *Služby městu*

Druh nádoby	Objem nádoby	Cena za vyprázdnění nádoby	Doba mezi dvěma vyprázdněními nádoby
popelnice	378 dm ³	60 Kč	7 dní
kontejnery	1890 dm ³	230 Kč	7 dní

A V domě používají 6 popelnic a 1 kontejner. Těsně před vyprázdněním bývají všechny nádoby plné, jen občas v některé zbývá trochu místa. Může dům pro stejný objem odpadu použít nějakou levnější kombinaci popelnic a kontejnerů? (Odpověď odůvodni a pokud je kladná, levnější kombinaci uveď.)

Odpověď a odůvodnění: _____

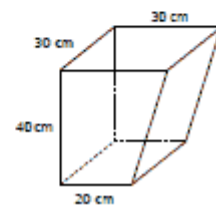
Případná levnější kombinace: _____

B Podnik *Služby městu* chce, aby obyvatelé používali více kontejnerů než dnes. Popelnice ovšem zrušit nemůže, protože třeba pro rodinné domky je kontejner příliš velký. Které hodnoty uvnitř tabulky s nabídkou by podnik mohl změnit, aby dosáhl svého? Navrhni dva různé typy změn. (Napiš, co má zvětšit nebo zmenšit, ale nestarej se o velikost změn. Objemy nádob se měnit nemohou. Každý řádek bude posuzován zvlášť.)

Změna 1: _____

Změna 2: _____

C Na obrázku je závěsný odpadkový koš se dnem ve tvaru obdélníku o stranách 20 cm a 30 cm. Horní otvor má tvar čtverce o straně 30 cm, výška koše je 40 cm. Pomocí výpočtu odhadni nebo zjisti přesně, zda se odpad z deseti plných košů vejde do popelnice. (Podrobně vysvětli, jak jsi objem koše počítal nebo odhadoval, a napiš, co ti vyšlo.)



Obrázek 2: Ukázka dovednostního testu z matematiky (www.kalibro.cz)

Dále uvádím výběr z úloh, které jsem vytvořila pro testování žáků 5., 7. a 9. ročníků v letech 2005–2009. Jako ukázky jsem zvolila úlohy zaměřené na zkoumání obecnějších dovedností, jež jsou součástí přírodovědné gramotnosti. Přehled úloh se zaměřuje na jednotlivé konkrétní nedostatky českých žáků v této oblasti. Úlohy v testech jsou obecně čtyř typů: otevřené s krátkou odpovědí, s výběrem jediné správné odpovědi, úlohy uspořádací a úlohy s výběrem odpovědi s libovolným počtem správných odpovědí a žáci dopředu vědí, jaký typ úlohy řeší. Výběrové úlohy a úlohy uspořádací mají v nabídce standardně **osm či devět alternativ**. Tak se minimalizuje možnost uhodnutí správného řešení a je dán dostatečný prostor pro zkoumání způsobu myšlení žáků a postupů, kterými úlohu řeší. Vzhledem k většímu důrazu na

zkoumání obecnějších dovedností nebývá větší počet správných odpovědí a distraktorů na úkor kvality alternativ – jejich (ne)správnost není patrná na první pohled. Před zařazením do testu procházejí úlohy recenzním řízením a pilotáží na menším vzorku žáků [23]. Jako charakteristika každé úlohy je uvedena úspěšnost a redukovaná úspěšnost. „**Úspěšnost**“ je průměrná procentuální úspěšnost žáků, hodnotí-li se správnost každé jednotlivé položky v úloze zvlášť (např. pokud žák v úloze s osmi položkami označí všechny tři správné odpovědi a k tomu dva distraktory, jeho úspěšnost v této úloze je šest správně vyhodnocených položek z osmi, tedy 75 %). „**Redukovaná úspěšnost**“ je průměrná procentuální úspěšnost žáků, hodnotí-li se úloha jako celek – úlohu z tohoto hlediska vyřešil pouze žák, který označil všechny správné odpovědi a žádné distraktory. Hodnota redukované úspěšnosti se v testech společnosti Kalibro nejčastěji pohybuje v jednotkách procent a tento údaj je spíše informací pro pedagogy než jednotlivé žáky – udává procento žáků, kteří danou dovednost bezpečně ovládají. Vzhledem k cílům testování pochopitelně nemá smysl zařazovat do testu větší množství úloh s vyšší hodnotou redukované úspěšnosti, tedy zkoumat dovednosti, které mají žáci relativně dobře osvojené a jejichž výuku na školách není třeba cíleně podporovat.

Vybrané úlohy vytvořené pro testování žáků společností Kalibro

U každé úlohy je uveden ročník, pro nějž byla určena, a školní rok, ve kterém proběhlo testování, dále počet žáků řešících daný typ testu a ve vyšších ročnících také podíl žáků ze základních škol. V nabídce položek (není-li řečeno jinak) jsou správné odpovědi zvýrazněny tučným písmem a za každou položkou je uvedena relativní četnost, s níž byla žáky volena jako správná.

Chromatografie (Přírodovědný základ pro 9. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4363 žáků, z toho 4052 ze ZŠ, úspěšnost 54 %, redukovaná 6 %

četnosti odpovědí jsou uvedeny nad jednotlivými grafickými položkami nabídky, správné odpovědi v rámečku vpravo nahoře

A	<i>úspěšnost 53 redukovaná 6</i>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">2</td> <td style="padding: 2px 5px;">3</td> <td style="padding: 2px 5px;">7</td> <td style="padding: 2px 5px;"> </td> <td style="padding: 2px 5px;"> </td> <td style="padding: 2px 5px;"> </td> <td style="padding: 2px 5px;"> </td> <td style="padding: 2px 5px;"> </td> </tr> </table>	2	3	7					
2	3	7								
<p>Následující postup se používá k rozdělení směsi dvou barviv na původní složky.</p> <p>Na papír se nanese skvrnka směsi a konec papíru se ponoří do misky s vodou. Voda stoupá, a když jsou vhodné podmínky, unáší s sebou i obě barviva. Pokud se jedno z barviv váže k papíru více než druhé, stoupá pomaleji, a zůstane tedy na konci níž.</p> <p>Počáteční stav je na obrázku vpravo (→). Ostatní obrázky mají znázorňovat výsledek postupu. Tedy papír s vlhkou částí (tmavší díl obdélníku) a se značkami představujícími</p> <ul style="list-style-type: none"> - původní směs (šedý ovál – je na papíru vždy jen sám) - každé z obou barviv zvlášť (černý a bílý ovál – jsou na papíru vždy jen společně). <p>Které výsledky určitě NEMOHLY při popsaném postupu nastat? (správná odpověď se dá vymyslet, i když už nic dalšího nevíš ani o směsi barviv, ani o popsaném postupu)</p>										
25	43	47	26	25	39	46	37			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.			

Úloha byla zaměřena posuzování závěrů pokusu na základě poznatků získaných ze zadání (znalost chromatografie se nepředpokládala a nepřinášela významnou výhodu). Hlavní typ nesprávných odpovědí vznikl nedůslednou aplikací informací ze zadání – žáci za nesprávný považovali stav, kdy se barviva neoddělila od sebe (chybně). Zřejmě automaticky předpokládali, že k rozdělení barviv musí dojít, přestože zadání říká něco jiného. S těmito „automatickými předpoklady“ se v odpovědích žáků lze setkat často. „Novost“ úlohy odradila 11 % žáků, kteří ji vůbec neřešili, což je ve srovnání s ostatními úlohami velmi vysoké číslo.

Světlo a chemické reakce (Přírodovědný základ pro 9. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4363 žáků, z toho 4052 ze ZŠ, úspěšnost 43 %, redukováná 1 %

Světlo může spustit chemickou reakci. Tento jev je běžný. Na kterých dále uvedených skutečnostech (jsou všechny pravdivé) lze zmíněný jev doložit (předvést, ilustrovat, demonstrovat)?

1. na sluncem ozářeném dešti se objeví duha	74	5. rostliny získávají živiny fotosyntézou	49
2. některé léky je potřeba uchovávat v temnu	51	6. při bouřce vznikají blesky	49
3. zemní plyn hoří modrým plamenem	47	7. při opalování vzniká v kůži vitamín D	33
4. dětské bavlněné plenky se dříve bělily tak, že se pokropily a rozprostřely na slunci	39	8. světlušky svítí, přestože jsou na dotek studené	26
		9. asfalt se na prudkém slunci roztéká	72

Úkolem žáka bylo správně vyhodnotit, zda v nabízené položce je světlo příčinou popisovaného děje a zda jde o chemickou reakci či pouze děj fyzikální. Tato úloha by pro žáky devátých ročníků neměla být přespříliš obtížná. Výsledky však ukazují, že žáci mají velké potíže s oběma kritérii – nedokážou odlišit chemický a fyzikální děj (duha, blesky, roztékání asfaltu), ani příčinu a následek (modrý plamen, blesky, světlušky). Zejména druhý zmíněný nedostatek je velmi podstatný v každodenním životě a správném rozhodování a určitě stojí za diskusi a případný trénink na podobných úlohách.

Vlastnosti elektronu (Přírodovědný základ pro 9. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4363 žáků, z toho 4052 ze ZŠ, úspěšnost 58 %, redukováná 2 %

Vyber ty fyzikální vlastnosti, o nichž má smysl mluvit v souvislosti se samotným jedním jediným elektronem. Jeho

1. elektrický odpor	57	4. tlak	12	7. elektrický náboj	76
2. skupenství	16	5. hmotnost	22	8. síla	19
3. rychlost	26	6. elektrické napětí	53	9. bod varu	10

Tato vědomostní úloha je uvedena jako ilustrace velmi zajímavého „etymologického“ postupu řešení, který u žáků převládl. Namísto náročného posouzení definice (významu) každé veličiny žáci bez porozumění volili položky mající v názvu slovo „elektrický“. Toto zkratkovité řešení vedlo tak daleko, že pouze necelá čtvrtina jich označila „hmotnost elektronu“ za správnou odpověď, přestože o této vlastnosti částice bezpečně vědí již ze základů chemie. To, že žáci úlohu považují za náročnou, dokazuje i fakt, že ji neřešilo vyšší procento žáků, než bylo v testu obvyklé – 5 % žáků.

Koroptev v ohrožení (Přírodovědný základ pro 9. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4363 žáků, z toho 4052 ze ZŠ, úspěšnost 66 %, redukováná 4 %

Koroptev polní byla u nás vždy hojným ptákem. Před padesáti lety však začalo koroptví velmi rychle ubývat a dnes jich přežívá už asi jen setina z tehdejšího počtu. Které změny ve využívání krajiny a v zemědělství mohly přispět k tomu, že je dnes koroptev ohroženým druhem?

1. spojování menších políček v obrovské lány	23	5. rozvoj pěší turistiky	26
2. nárůst hluku v okolí polí (a tedy hnízdišť)	73	6. hubení plevelů a hmyzu chemickými přípravky	72
3. používání velkých a rychlých zemědělských strojů	65	7. odplavování půdy z polí při silných deštích	19
4. pěstování geneticky upravených plodin	32	8. ničení mezí, křovin a remízků mezi políčky	73

Žáci měli za úkol domyslet důsledky jednotlivých změn v zemědělství a využití krajiny na život koroptve. Nesprávné odpovědi (geneticky modifikované plodiny, pěší turistika) vyplývají z toho, že žáci nerespektují časový požadavek zadání – změna musela nastat přibližně před padesáti lety, kdy koroptví začalo ubývat. Zajímavý je fakt, že prakticky totožné položky „spojování políček“ a „ničení mezí mezi políčky“ byly z hlediska správnosti posuzovány naprosto odlišně.

Počítání času v minulosti (Přírodovědný základ pro 9. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4363 žáků, z toho 4052 ze ZŠ, úspěšnost 68 %, redukována 5 %

Ve starověku žilo na Zemi mnoho různých civilizací a národů v různých přírodních podmínkách. Které pravidelně se opakující přírodní jevy by mohly použít k počítání času VŠECHNY civilizace a národy na Zemi?

1. období sběru plodů či sklizně	41	5. erupce sopek	12
2. pohyby Slunce po obloze	80	6. tahy velryb	18
3. příliv a odliv	48	7. čtyři roční období	53
4. teplé větry	16	8. fáze Měsíce	77

Na základě rozboru zadání měli žáci určit ty jevy, které se opakují pravidelně a jsou pozorovatelné, byť třeba v různých obměnách, všude na Zemi. Četnosti jednotlivých položek dávají tušit, že žáci ignorovali požadavky zadání a soustředili se pouze na vlastní zkušenost s jevy, pomocí nichž se určuje čas u nás (pohyby nebeských těles a čtyři roční období), nebo o nichž často slyšeli (příliv a odliv). Hledisko výskytu jevu na celé Zemi bylo tedy zcela opominuto.

Článek o dietách (Humanitní základ pro 9. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4356 žáků, z toho 4088 ze ZŠ, úspěšnost 62 %, redukována 2 %

Nejdříve si přečti následující krátký článek.

Nejvíce lidí tloustnou o víkendu

Jednoletý průzkum u skupiny lidí hubnoucích pomocí různých diet prokázal, že většinu tučné stravy spořádají během soboty. Na sobotu připadlo více než 36 % celkového příjmu tuků, zatímco na všechny všední dny dohromady připadlo méně než 35 %. Většina ze zkoumaných osob přitom vůbec neměla dojem, že o víkendu konzumuje více jídla, ačkoli tomu tak bylo.

(Novinky.cz, 5. 7. 2008, upraveno a kráceno)

Proč se podle článku nedá usoudit, že většina lidí s dietami nejvíce tloustne o víkendu?

Protože

1. nevíme, zda hubnoucí lidé dodržovali během výzkumu svoje diety.	70
2. článek neuvádí ani přibližně, kolik osob se výzkumu zúčastnilo.	58
3. ze zkušenosti víme, že lidé jedí nejvydatněji v neděli, nikoli v sobotu.	19
4. zkoumané osoby vůbec neměly dojem, že v sobotu konzumují více jídla.	52
5. chybějí údaje o energii získané z ostatních živin, například z cukrů.	51
6. zkoumané osoby nezhubly tolik, kolik se očekávalo.	19
7. článek přehání rozdíl v množství tuků zkonsumovaných ve všední den a v sobotu.	22
8. nejvíce tuků připadlo na pracovní dny a sobotu, nikoli na sobotu a neděli (víkend).	19

Úloha se zaměřila na schopnost žáků posoudit věrohodnost zobecnění závěrů experimentu. Aby bylo možné zpochybnit obecné tvrzení výzkumníků (že lidé nejvíce tloustnou o víkendu), muselo by být z článku jasné, že výzkum byl špatně proveden a vyhodnocen, anebo že se výsledky týkají jen účastníků výzkumu a nelze je zobecnit. Pro věrohodnost závěrů chybí právě údaje o zkoumané skupině a dále množství získané energie (jde-li o netučnou dietu, mohou být i vysoké relativní změny v příjmu tuků pro celkový příjem energie a tloušťnutí zcela zanedbatelné). Žáci se však očividně orientovali podle toho, zda tvrzení bylo v článku pokud možno doslovně obsaženo, a dále už je neuposuzovali. Bude zřejmě vhodné vytvořit snazší úlohu s jednodušším zadáním, zkoumající tytéž dovednosti. Zadání samo však žáky neodrazovalo – úlohu neřešila pouze 2 % žáků, což je hodnota v testu obvyklá.

Vejsce, ocet, voda (Přírodovědný základ pro 7. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 1933 žáků, z toho 1813 ze ZŠ, úspěšnost 77 %, redukováná 12 %

Když vaječnou skořápku ponoříme do vody, neděje se nic. Když vaječnou skořápku ponoříme do octa, ztenčuje se a stoupají z ní bublinky. Co z toho můžeme vyvodit?

1. Reakcí vaječné skořápky s vodou vzniká ocet.	8
2. Reakcí vaječné skořápky s octem vzniká plyn.	47
3. Reakcí vaječné skořápky s vodou vzniká plyn.	7
4. Reakcí vaječné skořápky s plynem vzniká ocet.	8
5. Vaječná skořápka se rozpouští ve všech kapalinách.	7
6. V bublinkách je vzduch z drobných pórů skořápky.	64
7. Vaječná skořápka chemicky reaguje s vodou.	8
8. Vaječná skořápka chemicky reaguje s octem.	85

Tato úloha by pro žáky neměla být enormně obtížné. Většina nesprávných odpovědí byla bezpečně odhalena, až na pochopení významu „srovnávacího pokusu“ s vodou – tj. ověření, že pokud v octě uniká vzduch, uniká by předtím i ve vodě. Zajímavé je, že velká většina žáků popsala sledovaný jev jako chemickou reakci, ale pouze polovina z nich také vyslovila ze zadání zřejmý fakt, že touto reakcí vzniká plyn.

Pro botanickou zahradu (Přírodovědný základ pro 5. třídu, 2008/2009)

zodpovídalo 4154 žáků, úspěšnost 59 %, redukováná 3 %

Městské zastupitelstvo rozhoduje, zda má na volné ploše zřídit obyčejný lesopark, nebo botanickou zahradu. Které důvody hovoří ve prospěch botanické zahrady?

(zapiš do rámečku čísla všech důvodů, které podporují jen zřízení botanické zahrady)

1. Lidé zde mohou vidět velmi vzácné a cizokrajné rostliny.	86
2. Ohrožené rostliny zde mohou přežít a rozmnožit se.	72
3. Rostliny zde vytvářejí kyslík a čistí ovzduší.	60
4. Hmyz a ptáci zde mohou nalézt mezi keří úkryt.	37

5. Je zde zakázáno trhat rostliny (v botanické zahradě všechny, v lesoparku některé).	62
6. Rostliny zde přijímají z půdy vodu.	47
7. Provoz botanické zahrady je dražší než údržba lesoparku.	29
8. Lidé zde mohou odpočívat mnoha rozmanitými způsoby.	34
9. Lze zde využít většinu stromů a keřů, které na určené ploše již rostou.	38

Úloha byla zaměřena na schopnost správné argumentace v konkrétní situaci. Úkolem žáka bylo vybrat z nabídky tvrzení ta, která představují skutečnou výhodu pro botanickou zahradu. Nevyskytují se položky s velmi nízkými četnostmi, žáci tedy měli problém se správným vyhodnocením prakticky všech distraktorů. I zcela nesmyslný argument „pro“ botanickou zahradu – že je její provoz dražší – zvolila téměř třetina žáků. Zvláště často byly voleny pravdivé položky, které ovšem nemají jako argument žádnou hodnotu (je zakázáno zde trhat rostliny, rostliny zde vytvářejí kyslík) – tento postup, kdy je pravdivé, ale nepodstatné tvrzení podsouváno jako falešný argument, se často uplatňuje při klamání lidí, a je tedy třeba mu věnovat pozornost i při výuce.

Důsledky úbytku much (Přírodovědný základ pro 7. třídu, 2007/2008)

zodpovídalo 2202 žáků, z toho 2119 ze ZŠ, úspěšnost 56 %, redukována 7%

Během posledních několika desetiletí na venkově výrazně ubylo much. Které jevy mohou být přímým DŮSLEDKEM tohoto úbytku? (důsledkem – NE příčinou)

1. nahrazení tažných zvířat stroji	37	5. přemnožení hmyzožravých ptáků	53
2. používání insekticidů	41	6. útlum zemědělství a s tím spojená likvidace hnojišť	45
3. úbytek vlaštovek	24	7. zhoršení kvality pitné vody	15
4. snížený výskyt nemocí přenášených mouchami	36	8. zdražení zemědělských produktů, zejména zeleniny	13

Zdánlivě velmi jednoduchá úloha na porozumění pojům „příčina“ a „následek“, výsledky však hovoří zcela jinak. Nejvyšší četnosti mají položky bezprostředně (pokud možno výslovně) spojené s vymizením much, bez ohledu na to, zda je zde vztah důsledku.

Cukr a sůl ve vodě (Přírodovědný základ pro 7. třídu, 2007/2008)

zodpovídalo 2202 žáků, z toho 2119 ze ZŠ, úspěšnost 66 %, redukována 4 %

Ema rozpustila ve skleničce horké vody několik lžic soli. Když roztok ve skleničce vychladl, objevilo se na dně mnoho krystalků soli. Ema potom provedla úplně stejný pokus s cukrem místo soli, tentokrát se ale na dně žádné krystalky neobjevily. Čím to může být způsobeno?

1. Cukr se rozpouští lépe v horké vodě, zatímco sůl se lépe rozpouští ve studené.	48	4. Sůl se v horké vodě rozpustí rychleji než cukr.	19
2. Cukr se vypařil během chladnutí roztoku ve skleničce.	27	5. Cukr má menší hustotu než sůl.	53
3. Vzniklé krystalky cukru se při dalším chladnutí rozpustily.	25	6. Cukr je prášek, a proto nemůže vytvářet krystaly.	24
		7. Cukru se ve vodě rozpustí více než soli.	54
		8. Soli se ve vodě rozpustí více než cukru.	14

Popsaný výsledek pokusu dokumentuje fakt, že ve (studené) vodě se rozpustí více cukru než soli – cukr zůstal rozpuštěn, sůl zčásti nerozpuštěna. Kupodivu žáci za vysvětlením hledali vliv hustoty (snad z důvodu, že hustotu jako veličinu důvěrně znají, případně proto, že sůl z důvodu hustoty „klesla ke dnu“ a objevila se ve formě krystalků). Vysokou četnost má také první položka, která výslovně odporuje zadání – ve studené vodě zůstalo soli rozpuštěno méně. Je možné, že žáci brali v úvahu pouze první část tvrzení.

Automat na jízdenky (Přírodovědný základ pro 7. třídu, 2007/2008)

zodpovídalo 2202 žáků, z toho 2119 ze ZŠ, úspěšnost 76 %, redukována 10 %

Automat na jízdenky umí rozpoznat hodnotu českých mincí. Musí využívat vlastnost, která má jinou hodnotu pro dvoukoruny, jinou hodnotu pro pětikoruny, jinou hodnotu pro padesátníky atd. Které vlastnosti mincí jsou k takovému rozpoznávání využitelné?

(odpovídej bez ohledu na to, zda víš, nebo nevíš, jak by se v automatu to posuzování technicky zařídilo)

1. zda plovou, nebo neplovou ve vodě	11	5. stáří	13
2. zda se přitahují, nebo nepřitahují k magnetu	32	6. velikost	87
3. zda vedou, nebo nevedou elektrický proud	15	7. hmotnost	81
4. zda mají, nebo nemají na obvodu vroubky	73	8. teplota	6

Velmi jednoduchá úloha, neboť v zadání je výslovně zmíněno, že vlastnost musí nabývat většího množství hodnot. Lze tedy ihned vyloučit všechny dvoustavové vlastnosti, takto však žáci nepostupovali (viz odpověď „ne/mají vroubky“). Bez ohledu na zadání využívali svých zkušeností a znalostí o vlastnostech, které mince skutečně mají a kterými se od sebe liší.

Indikátor kyselosti (Přírodovědný základ pro 9. třídu, 2006/2007)

zodpovídalo 2888 žáků, z toho 2680 ze ZŠ, úspěšnost 70 %, redukována 2 %

Neznámý rostlinný výtažek mění barvu podle kyselosti prostředí. Jde tedy o indikátor (ukazatel) kyselosti (JINÝMI ukazateli kyselosti jsou třeba metyloranž nebo fenolftalein). Po přidání do roztoku zkoumané látky dostane indikátor světle zelenou barvu. Co na základě toho můžeme o roztoku říci?

1. je silně kyselý	22	4. je slabě zásaditý	35	7. je nasycený	25
2. je slabě kyselý	38	5. je silně zásaditý	19	8. vede dobře elektrický proud	18
3. je neutrální	16	6. je nenasycený	20	9. vede špatně elektrický proud	20

Jelikož neznáme barevnou škálu tohoto indikátoru, nemůžeme z konkrétního odstínu usoudit na žádnou z uvedených vlastností. V této úloze se zřejmě opět objevil fenomén „automatických předpokladů“ (viz odpověď „slabě zásaditý“), totiž ztotožnění výtažku s univerzálními indikátorovými papírky. Pro žáky je také velkým pokušením výskyt dvou protiřečících si alternativ – bývají přesvědčeni, že jedna z nich musí být správnou odpovědí.

Neviditelný inkoust (Přírodovědný základ pro 7. třídu, 2006/2007)

zodpovídalo 2239 žáků, z toho 2063 ze ZŠ, úspěšnost 59 %, redukována 1 %

Papírnictví prodává „neviditelný inkoust“ – téměř bezbarvou tekutinu, kterou je možné napsat na papír tajný vzkaz. Když jeho příjemce přejede papír horkou žehličkou, tajný vzkaz zmodrá a objeví se.

Zmodrání neviditelného inkoustu při žehlení může být způsobené jen vysokou teplotou nebo nedostatkem vody (vypařila se). Přítomnost papíru nemá na zmodrání žádný vliv.

Jaký pokus by dokázal, že zmodrání je způsobeno nedostatkem vody, ale ne vysokou teplotou?

1. Tajný vzkaz se položí na horkou plotnu a zmodrá.	43
2. Modrý vzkaz po navlhčení vodou (třeba rozprašovačem na květiny) zase zmizí.	37
3. Modrý vzkaz po chvíli v mrazáku zase zmizí.	26
4. Tajný vzkaz se dá do horké páry nad hrncem a zmodrá.	46
5. Z trochy tajného inkoustu na talíři se nechá odpařit voda a zůstane bílý prášek.	16

6. Tajný inkoust se ochladí v chladničce a zmodrá.	17
7. Modrý vzklaz se nahřeje nad plamenem a nic se nestane.	19
8. Tajný inkoust se převaří a zůstane téměř bezbarvý (nezmodrá).	25

Úloha na navržení vhodného experimentu pro ověření dané hypotézy nevyžaduje žádné zvláštní přírodovědné znalosti. Správné odpovědi zahrnují změny barvy způsobené změnou vlhkosti při vyloučení vlivu teploty nebo zachování barvy při změnách teploty s vyloučením změn vlhkosti. Žáci si s úlohou očividně nevěděli rady. Jako kritérium, zdá se, volili shodu navrženého pokusu se zadáním. Nejmenší četnosti mají zřetelně nesprávné odpovědi (protiřečící zadání), nejvyšší četnosti mají položky nejpodobnější pokusu v zadání (něco uděláme a napís zmodrá). V budoucnosti by bylo vhodnější zařadit tuto úlohu u starších žáků.

Proč se nedrží dole? (Přírodovědný základ pro 5. třídu, 2006/2007)

zodpovídalo 3323 žáků, úspěšnost 54 %, redukována 1 %

Ve vzduchu, který dýcháme, jsou kromě dalších plynů také kyslík a oxid uhličitý. Oxid uhličitý je sice těžší než kyslík, ale na volném prostranství je ve vzduchu rozptýlen rovnoměrně, a to třeba i na vrcholu Sněžky. V některých jeskyních se však drží u země a vytváří tam vrstvu, v níž se může malé zvíře i udusit. Vrstva totiž obsahuje jen velmi málo kyslíku. Proč na volném prostranství nevytváří oxid uhličitý u země žádnou vrstvu?

(zapiš do rámečku čísla **všech** správných důvodů)

1. V jeskyních je tma.	25	6. Venku jsou ptáci, kteří oxid uhličitý vydechují i ve větších výškách.	27
2. V jeskyních je oxidu uhličitého velké množství.	38	7. Venku fouká vítr.	40
3. V jeskyních je větší zima než venku.	41	8. Venku vzniká velké množství oxidu uhličitého v motorech automobilů.	36
4. V jeskyních téměř neproudí vzduch.	41		
5. Venku jsou rostliny, které oxid uhličitý pohlcují.	67		

Úkolem žáků je uvést správné důvody pro daný závěr. Oxid uhličitý nevytváří v atmosféře vrstvu, protože se vzduch stále promíchává. Žáci však za hlavní důvod považovali pohlcování oxidu uhličitého rostlinami – zřejmě proto, že tuto formulaci důvěrně znají z učiva o fotosyntéze a měli se tedy „čeho chytit“ (velmi obvyklý postup zejména v otevřených úlohách s tvorbou odpovědi). I očividně nesprávné odpovědi jako je tma či vydechování oxidu uhličitého ptáky mají poměrně vysoké četnosti.

Čaj s citronem (Přírodovědný základ pro 9. a 10. ročník, 2005/2006)

zodpovídalo 705 dvojic, z toho 567 ze ZŠ, úspěšnost 17 %, redukována 10 %

úloha s otevřenou odpovědí – součást dovednostních testů, žáci úlohu řešili ve dvojicích; úloha byla určena

žákům devátých ročníků ZŠ, odpovídajících ročníků víceletých gymnázií a prvních ročníků čtyřletých gymnázií

Když se přidá do čaje lžička citronové šťávy, získá čaj světlejší barvu. Mařenka si myslí, že za to může nějaká látka v citronu, zatímco podle Jeníčka je příčinou naředění čaje. Jaký pokus má Mařenka provést, když chce dokázat, že Jeníček nemá pravdu? (odpovězte co nejpřesněji a nejjvýstižněji)

Pokus: _____

Jaký výsledek pokusu by dokazoval, že Jeníček nemá pravdu? _____

Proč by takový výsledek dokazoval, že Jeníček nemá pravdu? _____

Úloha zjišťuje, zda k dovednostem, které si žáci osvojili, patří i navržení jednoduchého experimentu, který by vyvrátil (chybnou) hypotézu. Správná odpověď spočívá v pokusu dokazujícím, že naředění nestačí – tj. v naředění čaje inertní látkou a zjištění, že k zesvětlení barvy nedošlo. Během ověřování úlohy se objevil ještě jiný návrh, který je na úrovni chemických znalostí žáků rovněž správný, totiž přidání citronové šťávy obarvené na přirozenou barvu čaje (aby nezpůsobila zesvětlení ředěním). Kódování nepřihlíželo k formálním nedostatům popisu pokusu, pokud bylo z odpovědí na první dvě otázky zřejmé, že žáci se v situaci vyznají. Bodový zisk v úloze byl rozdělen takto: 60 % za navržení pokusu a 40 % za odůvodnění. Typy a relativní četnosti žakovských odpovědí byly následující (ukázky odpovědí jsou uvedeny ve formátu „pokus + výsledek“):

- **kód 1: pokus - ředění čaje vodou (22 % dvojic)**
*Zkusíme nalít do čaje trochu vody + čaj má stále stejnou barvu.
 Nalijeme do čaje stejné množství vody jako předtím citronu a porovnáme světlou. + Když bude čaj s vodou tmavší než čaj s citronem.*
- **kód 2: pokus - ředění čaje nabarvenou citronovou šťávou**
Obarvíme lžičku citronové šťávy potravinářským barvivem stejně jako čaj + když čaj zesvětluje.
- **kód 3: pokus - ostatní správné směry uvažování (0 % dvojic)**
- **kód 4: pokus - prokazování kyselosti citronové šťávy (3 % dvojic)**
Když naleje do sklenice tu citronovou šťávu a strčí do ní papírky na dokázání kyselin + že se papírek zabarví.
- **kód 5: pokus - prokazování, že kyselina změní barvu apod. jiné látky než čaje (6 % dvojic)**
*Nalít do kávy citronovou šťávu + kdyby káva zůstala stejně černá.
 Mařenka vezme silnější kyselinu v pevném skupenství než citronovou a nasype ji na nějaký povrch. + rozežrání povrchu.*
- **kód 6: pokus - zvyšování koncentrace citronové šťávy v čaji (2 % dvojic)**
Když udělá ještě černější čaj, dá do něj lžičku šťávy a zase zesvětluje a když přidáme šťávu ještě jednou, zesvětluje ještě víc. + Když po druhé lžičce čaj nezsvětluje.
- **kód 7: pokus - ostatní nesprávné směry uvažování (31 % dvojic)**
Přidáme citron do vody a pokud se voda zabarví a tím pádem citron obsahuje nějaké barvivé látky. + Že by se voda nezabarvila.
- **kód 8: správné odůvodnění (9 % dvojic) – pouze v případě správného pokusu**
*Protože by k zesvětlení čaje byla potřeba nějaká speciální látka obsažená v citronu. (ad 1)
 Kdyby měl Jeníček pravdu, byly by oba čaje stejně tmavé. (ad 2)*
- 3 % dvojic odpověděla tak, že odpovědi nebylo možno přiřadit žádný kód (různé vzkazy, nápisy...), 1 % dvojic uvedlo nečitelnou odpověď a 31 % dvojic úlohu vůbec neřešilo.

Závěry

Zjištěné závěry dobře doplňují výsledky našich žáků na kompetenčních škálách v šetřeních výzkumu PISA, případně starší výsledky studie Performance Assessment popsané v předchozích kapitolách. Žáci jsou při řešení úloh velmi **nedůslední**, mají **problémy s navrhováním experimentů, ověřováním hypotéz, s jednoduchou argumentací, posuzováním příčinných vztahů jevů, s vyvozováním závěrů, případně odůvodňováním závěrů předložených**. Často volí „zkratkovité“ strategie řešení bez porozumění úkolu, především se soustředí na hlavní téma úlohy či klíčové slovo a volí ty odpovědi, které jim asociují jejich dosavadní znalosti a zkušenosti, případně vybírají všechna pravdivá tvrzení – bez ohledu na požadavky zadání. Jakousi „legendou“ se ve společnosti Kalibro stala jedna ze starších úloh, formálně shodná s úlohou Čaj s citronem, zabývala se však modráním houby po rozkrojení nožem. Přestože žáci měli navrhnout experiment vedoucí k ověření, zda zmodránil způsobilo železo v noži, v drtivé většině případů odpovídali sice pravdivě a v souladu s vlastní zkušeností, ovšem naprosto irrelevantně vzhledem k zadání: „ta houba je modrák, proto zmodrala“. Podobnou zkušenost s „únikovými“ odpověďmi mají snad všichni učitelé z písemných a ústních zkoušení.

Špatné výsledky v tomto typu úloh jsou podstatně ovlivněny také **nízkou úrovní čtenářské gramotnosti** českých žáků, která byla opakovaně potvrzena výzkumy PISA [15]. Vlivem čtenářské gramotnosti a úrovně kritického čtení na řešení přírodovědných úloh se ve své disertační práci podrobněji zabývá RNDr. Hana Marvánová, Ph.D. [21]. V letošním roce proběhlo po devíti letech opakované testování PISA zaměřené na čtenářskou gramotnost. Jeho výsledky budou zveřejněny v příštím roce a mohly by přinést velmi cenné poznatky o vývoji českých žáků v této oblasti v posledních době, zejména s přihlédnutím k faktu, že důraz na čtenářskou gramotnost se ve školní výuce stále více prosazuje.

Poslední uvedená úloha – Čaj s citronem – byla učiteli v dotazníku označena za jednu ze dvou nejobtížnějších v testu z přírodovědného základu (učitelský dotazník doprovázel testování na školách a sloužil ke zjišťování názorů pedagogů na použité úlohy). Důvodem byl nejčastěji argument: „Kyselina citronová se bude probírat až na konci 9. ročníku, a tak si žáci žádnou její reakci, tím spíše reakci s čajem, neumějí představit.“ Žáci však nic takového k vyřešení úlohy nepotřebovali! Neměli dokazovat, že zesvětlení je způsobeno kyselinou citronovou, nýbrž že není způsobeno naředěním tekutiny. Zdá se tedy, že **ani sami učitelé** si v těchto typech úloh nejsou zcela jisti – o tom více též v následující kapitole. Z tohoto hlediska se jako velmi cenná jeví filosofie společnosti Kalibro, která se v testování nezaměřuje na vytváření žebříčků, selekci žáků či srovnávání škol, ale spíše na **práci s pedagogy**, zdůrazňování obecnějších dovedností žáků, návrhy a impulsy k rozvíjení těchto dovedností ve výuce, a tak přirozeně, „zdola“, ovlivňuje vzdělávací praxi na českých školách právě v tom směru, který stanovují Rámcové vzdělávací programy.

2.3.4. Další zkušenosti z praxe

Zajímavou a velmi podnětnou zahraniční zkušenost přinesl příspěvek „**Lab Work and the Understanding of Science**“ (D. S. Di Fuccia, B. Ralle [24]) na mezinárodní konferenci 2nd European Variety in Chemistry Education konané v roce 2007 v Praze. Článek pojednával o nedostatcích v experimentálních dovednostech u **studentů učitelství chemie** na univerzitě v Dortmundu. Autoři pojmenovali právě ty problémy, s nimiž se setkáváme u žáků základních a středních škol a bohužel občas také u vysokoškolských studentů v pregraduální přípravě učitelů. Konkrétně jde o neschopnost rozlišovat mezi popisem pracovního postupu, pozorováním a interpretací pozorovaných jevů (studenti vnášejí do popisu pozorování vlastní interpretace pozorovaného, což je následně omezuje při hledání skutečného vysvětlení), nepochopení experimentálního uspořádání (studenti nejsou schopni je navrhnout, rozlišit podstatné od nepodstatného, vysvětlit, proč je potřeba dodržet instrukce a jaký vliv budou mít případné změny), dále o návyk vysvětlovat jevy na základě svých předchozích znalostí nebo informací v literatuře, nikoli přísně na základě provedeného pozorování a měření. Není pak divu, že např. z výzkumů přírodovědné gramotnosti v Německu vyplývají vážné nedostatky žáků v oblasti experimentálních dovedností: pouze 10–15 % žáků osmých ročníků chápe jednoduchá experimentální uspořádání, žáci nedokážou navrhnout způsob, pomocí něhož by mohli rozhodnout, co je příčina a co následek, a pokud jde o realizaci experimentu, žáci za nejdůležitější fázi považují samotnou vykonanou práci [24]. **Jestliže tyto dovednosti neovládají učitelé, nemohou se jim naučit ani žáci.**

Tyto skutečnosti mohou potvrdit z **vlastní pedagogické praxe** při vedení laboratorních prací z organické chemie a biochemie pro budoucí středoškolské pedagogy. Často se setkávám s tím, že se studenti ostýchají provádět experimenty (pocítují nejistotu i při manipulaci

s nejjednodušším chemickým nádobím) a nijak si nespojují výsledky experimentů a svá pozorování se závěry a vysvětleními, které následně uvádějí (zřejmě na základě předchozích znalostí či literatury). Tak například řada studentů napíše do protokolu jako vysvětlení pozorovaných jevů rovnici bromace benzenu (elektrofilní substituce), třebaže v části pozorování uvádějí, že žádná reakce neproběhla. Podobně z výuky laboratorních prací na nižším gymnáziu mohou potvrdit zkušenost, že žáci považují protokol, zápis dat, jejich interpretaci a vyvozování závěrů za jakési „nutné zlo“ a smysl experimentu pro ně spočívá pouze v práci vykonané podle instrukcí.

2.3.5. Přírodovědná gramotnost českých žáků ve světle mezinárodních výzkumů a dalších zkušeností – závěr

Čeští žáci na druhém stupni základních škol a na středních školách vykazují v mezinárodních šetřeních přírodovědné gramotnosti trvale vysokou úspěšnost v oblasti prokazování a aplikace přírodovědných znalostí. Jejich výsledky v oblasti metodologie přírodních věd, tedy **dovedností spojených s vědeckými postupy, důkazy a experimentováním** jsou výrazně **horší**, přičemž v posledních letech lze pozorovat dokonce další pokles v některých typech úloh. Obdobný stav ve státech, s nimiž nás pojí táž tradice přírodovědného vzdělávání, vybízí k domněnce, že na vině je právě **struktura a obsah výuky přírodních věd** na základních a středních školách, především nedostatek příležitostí k rozvíjení zmíněných dovedností. Dalším činitelem zde může být i nedostatečná odborná příprava samotných učitelů chemie v této oblasti. Různé formy **podpory práce učitelů** (školení, publikace, semináře), které jsem vytvořila nebo na nichž jsem se podílela a které na tento stav reagují, jsou obsahem **praktické části** této práce v kapitolách 3.1 a 3.2.

2.4. Empirické poznávací postupy v požadavcích závazných vzdělávacích dokumentů

2.4.1. Úvod

V roce 2000 si Evropská unie v rámci tzv. Lisabonského procesu vytkla velmi ambiciózní cíl stát se nejkonkurenceschopnější a nejdynamičtější ekonomikou na světě, čerpající ze znalostí a dovedností, a schopnou nepřetržitého hospodářského růstu při současném dosažení většího množství lepších pracovních příležitostí a větší sociální soudržnosti. Tohoto cíle se má dosáhnout přebudováním systému evropského vzdělávání do roku 2010, vyjádřeným ve třech strategických záměrech pracovního programu Vzdělávání a odborná příprava 2010:

- zlepšování kvality a efektivity systémů vzdělávání a odborné přípravy v EU
- zajištění přístupu ke vzdělávání a odborné přípravě pro všechny
- otevření systémů vzdělávání a odborní přípravy okolnímu světu

Česká republika se k tomuto procesu připojila ještě před svým vstupem do EU. Začleňování závěrů Lisabonského procesu do zdejšího vzdělávacího systému ovlivnilo vznik a podobu nových strategických vzdělávacích dokumentů – Národního programu rozvoje vzdělávání (Bílá kniha) a Zákona o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání č. 561/2004 Sb. („školský zákon“) [25].

Následující kapitoly by měly na základě citací ze závazných dokumentů upravujících pojetí a realizaci přírodovědného vzdělávání na základních školách a gymnáziích shrnout požadavky společnosti na cíle vzdělávání v přírodních vědách a na důraz, jaký je zde připisován osvojení a využívání empirických poznávacích postupů, především vlastní experimentální práce žáků.

2.4.2. Rámcové vzdělávací programy

V souladu s novými principy kurikulární politiky, zformulovanými v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR a zakotvenými v Zákoně o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání č. 561/2004 Sb., byl zaveden nový systém kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na dvou úrovních – státní a školní. Státní úroveň v systému kurikulárních dokumentů představují Národní program vzdělávání (NPV) a rámcové vzdělávací programy (RVP). Zatímco NPV (bohužel dosud nebyl dokončen) má formulovat požadavky na vzdělávání, které jsou platné v počátečním vzdělávání jako celku, RVP vymezují závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy (pro předškolní, základní a střední vzdělávání). Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (ŠVP), podle nichž se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. Školní vzdělávací program si vytváří každá škola podle zásad stanovených v příslušném RVP [26].

Rámcové vzdělávací programy odrážejí potřebami současné společnosti formulované požadavky na absolventy příslušných etap vzdělávání, a proto

- vycházejí z nové strategie vzdělávání, která zdůrazňuje klíčové kompetence, jejich provázanost se vzdělávacím obsahem a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě
- vycházejí z koncepce celoživotního učení
- formulují očekávanou úroveň vzdělání stanovenou pro všechny absolventy jednotlivých etap vzdělávání
- podporují pedagogickou autonomii škol a profesní odpovědnost učitelů za výsledky vzdělávání [26].

2.4.3. Gymnaziální vzdělávání

Cílem gymnaziálního vzdělávání je podle **Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia** (dále jen RVP G, [26]) vybavit studenty systematickou a vyváženou strukturou vědění, naučit je zařazovat informace do smysluplného kontextu životní praxe a motivovat je k tomu, aby chtěli své vědomosti a dovednosti po celý život dále rozvíjet. To předpokládá uplatňování postupů a metod podporujících tvořivé myšlení, pohotovost a samostatnost žáků, využívání způsobů diferencované výuky, nových organizačních forem, zařazování integrovaných předmětů apod. Vzděláváním na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií se usiluje o naplnění těchto cílů:

- připravit žáky k celoživotnímu učení, profesnímu, občanskému i osobnímu uplatnění
- vybavit žáky klíčovými kompetencemi na úrovni, kterou předpokládá RVP G
- vybavit žáky širokým vzdělanostním základem na úrovni, kterou popisuje RVP G [26]

2.4.4. Klíčové kompetence

Klíčové kompetence představují soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě [26]. Jejich výběr a pojetí vychází z toho, jaké kompetence jsou považovány za podstatné pro gymnaziální vzdělávání. Na čtyřletých gymnáziích a vyšším stupni víceletých gymnázií si žák má osvojit (na úrovni stanovené RVP)

- kompetenci k učení
- kompetenci k řešení problémů
- kompetenci komunikativní
- kompetenci sociální a personální
- kompetenci občanskou
- kompetenci k podnikavosti [26]

Z nich se přírodovědné vzdělávání nejúžeji dotýká kompetence k učení, kompetence k řešení problémů a kompetence komunikativní, částečně kompetence k podnikavosti. Tyto kompetence zahrnují například následující vědomosti, dovednosti, postoje a hodnoty:

Kompetence k učení

- žák své učení a pracovní činnost sám plánuje a organizuje
- efektivně využívá různé strategie učení k získání a zpracování poznatků a informací, hledá a rozvíjí účinné postupy učení, reflektuje proces vlastního učení a myšlení;
- kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává a využívá
- kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů svého učení a práce [26]

Kompetence k řešení problémů

- žák rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části; vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky, zvažuje využití různých postupů při řešení problému nebo ověřování hypotézy;
- uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice;
- kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry;
- je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží problém z různých stran; zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků [26]

Kompetence komunikativní

- žák s ohledem na situaci a účastníky komunikace efektivně využívá dostupné prostředky komunikace včetně moderních informačních technologií
- používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací
- vyjadřuje se v mluvených i psaných projevech jasně, srozumitelně a přiměřeně tomu, komu, co a jak chce sdělit, s jakým záměrem a v jaké situaci komunikuje
- prezentuje vhodně svou práci i sám sebe před známým i neznámým publikem;
- rozumí sdělením různého typu v různých komunikačních situacích, správně interpretuje přijímaná sdělení a věcně argumentuje [26]

Kompetence k podnikavosti

- uplatňuje proaktivní přístup, vlastní iniciativu a tvořivost, vítá a podporuje inovace-
- usiluje o dosažení stanovených cílů, průběžně reviduje a kriticky hodnotí dosažené výsledky, koriguje další činnost s ohledem na stanovený cíl; dokončuje zahájené aktivity, motivuje se k dosahování úspěchu [26]

2.4.5. Vzdělávací oblast Člověk a příroda

Vzdělávací obsah na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií je v RVP G orientačně rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí. Jednotlivé vzdělávací oblasti jsou tvořeny jedním nebo více obsahově blízkými vzdělávacími obory, obor chemie spadá do vzdělávací oblasti **Člověk a příroda** (spolu s fyzikou, biologií, geografíí a geologií).

Charakteristika této vzdělávací oblasti a její cílové zaměření hovoří o mnoha aspektech výuky vztahujících se k chápání podstaty přírodních věd a používání vědeckých postupů. Smysl přírodovědného vzdělávání na gymnáziích je spatřován především v orientaci žáků na **hledání zákonitých souvislostí** mezi poznanými aspekty přírodních objektů či procesů, které je společným znakem všech přírodních věd, a nikoli jen na pouhé jejich zjištění, popis nebo klasifikaci. Žáci proto mají mít co nejvíce příležitostí osvojovat si vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu, aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat a uvědomovat si jejich důležitost pro přírodovědné poznání, jeho objektivitu a pravdivost i pro řešení problémů, se kterými se člověk při zkoumání přírody setkává. Gymnaziální přírodovědné vzdělávání má dále vytvářet prostředí pro svobodnou diskusi o problémech i pro ověřování objektivitu a pravdivosti získaných nebo předložených informací.

Cílové zaměření vzdělávací oblasti vyjadřuje, jak vzdělávací oblast a její obory přispívají k rozvíjení klíčových kompetencí žáků. Vzdělávání v oblasti Člověk a příroda směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí například tím, že vede žáka k:

- formulaci přírodovědného problému, hledání odpovědi na něj a případnému zpřesňování či opravě řešení tohoto problému;
- provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů podle vlastního či týmového plánu, zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi;
- tvorbě modelu přírodního objektu či procesu umožňujícího pro daný poznávací účel vhodně reprezentovat jejich podstatné rysy či zákonitosti;
- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů; využívání prostředků moderních technologií
- předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek;
- předvídání možných dopadů praktických aktivit lidí na přírodní prostředí;
- ochraně životního prostředí, svého zdraví i zdraví ostatních lidí [26]

2.4.6. Pojetí přírodovědného vzdělávání na základních školách

Vzdělávání na základních školách upravuje **Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání** [27]. I v základním vzdělávání spadá obor chemie do vzdělávací oblasti **Člověk a**

příroda. Důraz na hledání zákonitostí pozorovaných jevů a procesů zde pochopitelně není tak silný jako ve vzdělávání gymnaziálním, přesto se i zde výslovně zmiňuje významnost osvojování si důležitých dovedností, jako je soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry. Žáci se mají učit zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislosti či vztahy mezi nimi, klást si otázky (Jak? Proč? Co se stane, jestliže?) a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit poznávací nebo praktické problémy, využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování [27]. Vzdělávání v oblasti Člověk a příroda směřuje k utváření a rozvíjení kompetencí k učení, řešení problémů a komunikaci tím, že vede žáka k:

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování
- potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby
- posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů
- porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí [27]

Jde tedy v podstatě o tytéž požadavky, které jsou jmenovány v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia, pouze na nižší úrovni „vědeckosti“, jak odpovídá všeobecnějšímu a praktičtějšímu zaměření povinného základního vzdělávání.

2.4.7. Empirické postupy v kurikulárních dokumentech – závěr

Požadavky rámcových vzdělávacích programů pro gymnázia i základní školy hovoří zcela jasně, pokud jde o pojetí a cíle přírodovědného vzdělávání. **Častá aktivní experimentální práce žáků a příležitost k soustavnému a objektivnímu pozorování a měření** je zde považována za zcela **základní součást přírodovědného vzdělávání**, nezbytnou pro dosahování cílů stanovených ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda a pro utváření a rozvíjení klíčových kompetencí.

2.5. Empirické poznávací postupy ve výuce – reálný stav

Na úvod této kapitoly zařazuji výsledky svého vlastního průzkumu zaměřeného na zjištění reálného stavu výuky chemie na středních a základních školách, a to s ohledem na zařazování empirických poznávacích postupů do výuky. Průzkum jsem realizovala formou dotazníkového šetření mezi účastníky seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Mé výsledky korespondují se zjištěními mezinárodních srovnávacích výzkumů, v rámci nichž byla problematika zařazování experimentů do výuky také zkoumána, a dále je doplňují a konkretizují. Z mezinárodních výzkumů mapujících zařazování empirických poznávacích postupů do výuky chemie jsem zvolila dotazníkové šetření mezi žáky a učiteli, provedené v rámci výzkumů PISA 2006 a TIMSS 2007 u patnáctiletých žáků, resp. žáků osmých ročníků. Dále je doplňují výsledky rozboru natáčených vyučovacích hodin přírodních věd v osmých ročnících, které byly obsahem studie TIMSS 1999 Video Study.

2.5.1. Dotazníkové šetření v rámci seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků

V letech 2007–2009 jsme spolu s mou školitelkou RNDr. Renatou Šulcovou, PhD., uspořádaly řadu vzdělávacích seminářů pro učitele chemie v českých regionech, zaměřených na nejrůznější druhy experimentů vhodných pro výuku chemie (viz kapitola 3.1.1 na straně 68 a [28]). Součástí těchto kurzů bylo i dotazníkové šetření zkoumající různé aspekty zařazování chemických experimentů do výuky. Dalšími respondenty byli účastníci semináře zaměřeného na aktivizační metody ve výuce chemie (Pardubice 2009, [28]) a praktického semináře Chemik detektivem (Praha 2009, viz kapitola 3.1 na straně 67 a [38]). Získaná data ukázala, že učitelé zařazují experimenty do povinné výuky ve čtyřech podobách:

- demonstračně,
- jako náplň laboratorních prací
- jako kratší samostatnou či skupinovou práci žáků v hodině
- jako domácí práci (praktický domácí úkol, referát)

Četnost jednotlivých forem učitelé vypsali buď vlastními slovy (v první a druhé verzi dotazníku), nebo zaškrtnli jednu z nabízených možností (ve třetí verzi).

Jakou formou a jak často zařazujete chemické experimenty do své výuky?			
• předvádím demonstrační pokusy	<input type="checkbox"/> vůbec ne	<input type="checkbox"/> občas	<input type="checkbox"/> velmi často
• žáci mají laboratorní práce	<input type="checkbox"/> vůbec ne	<input type="checkbox"/> občas	<input type="checkbox"/> velmi často
• žáci provádějí pokusy samostatně nebo ve skupinách přímo při hodině	<input type="checkbox"/> vůbec ne	<input type="checkbox"/> občas	<input type="checkbox"/> velmi často
• třída dostane provedení pokusu za DÚ	<input type="checkbox"/> vůbec ne	<input type="checkbox"/> občas	<input type="checkbox"/> velmi často
• jednotliví žáci dostanou provedení pokusu za nepovinný DÚ nebo jako referát	<input type="checkbox"/> vůbec ne	<input type="checkbox"/> občas	<input type="checkbox"/> velmi často
• žáci dostanou provedení rozsáhlejšího pokusu a pozorování jako projekt nebo dlouhodobou práci na doma	<input type="checkbox"/> vůbec ne	<input type="checkbox"/> občas	<input type="checkbox"/> velmi často

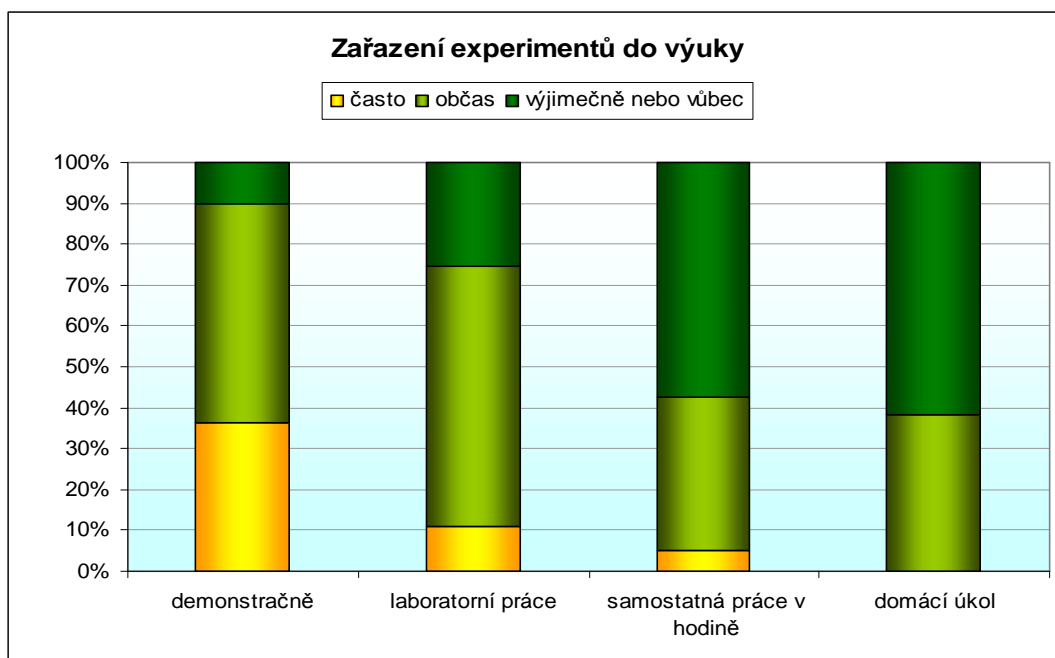
(pozn.: vůbec ne = nikdy nebo zcela výjimečně; občas = jednou za měsíc až za dva; velmi často = každý týden)

Obrázek 3: Ukázka dotazníku používaného při šetření mezi učiteli (celý dotazník viz příloha, strana 175)

Protože velmi různorodé způsoby označování četnosti bylo nutné pro potřeby vyhodnocení sjednotit, použila jsem pro kvantifikaci četnosti výskytu nakonec pouze tři kategorie:

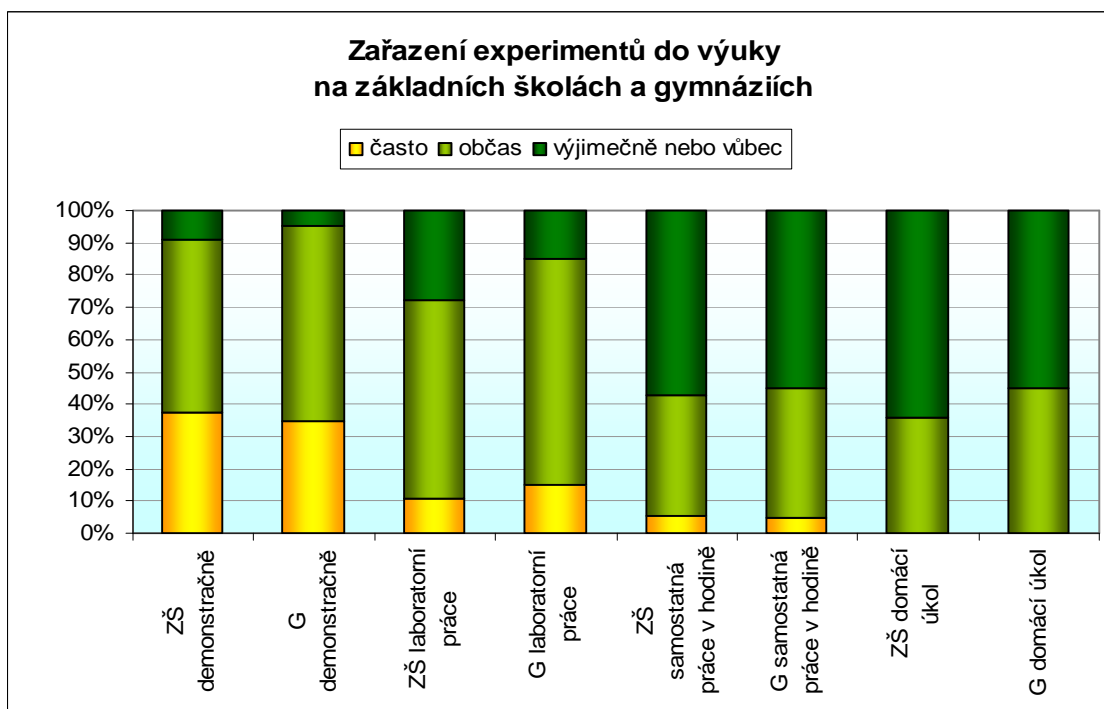
- často – jednou za čtrnáct dní či častěji
- občas – jednou za měsíc nebo dva
- výjimečně nebo vůbec – jednou za čtvrtletí a méně často

Bohužel část respondentů (zřejmě nepozorností) opominula fakt, že se nabízené možnosti vztahují k chemickým experimentům, takže se objevily odpovědi jako „samostatnou práci i domácí úkol zařazují každou hodinu“, a to dokonce i v případě, že si respondenti současně stěžovali na nedostatek vybavení, které jim nedovoluje zařazovat experimenty do výuky. Taková jednoznačně chybná data jsem ze zpracování vyřadila a ve výsledku jsem získala odpovědi od 99 z celkového počtu 126 respondentů. Celkový výsledek i srovnání mezi gymnázii a základními školami a v rámci základních škol v závislosti na velikosti obce jsou přehledně znázorněny v **grafech 8–10**:



Graf 8: Četnost zařazování jednotlivých forem chemických experimentů do výuky (99 respondentů)

Dotazovaní učitelé nejčastěji využívají demonstrační experimenty, z toho zhruba třetina učitelů je zařazuje alespoň dvakrát do měsíce, zbývá ovšem 10 % učitelů, kteří předvádějí žákům experimenty zcela výjimečně nebo vůbec ne. S žakovskými experimenty je situace horší. Odehrávají se především v rámci laboratorních prací, jejichž reálná časová dotace je silně závislá na vybavení dané školy, zejména na přítomnosti laboratoře – celá čtvrtina učitelů má se svými žáky jedny laboratorní práce za čtvrtletí nebo méně. Většina učitelů vůbec do výuky nezařazuje jednoduché experimenty vhodné pro práci v hodině nebo pro domácí práci.

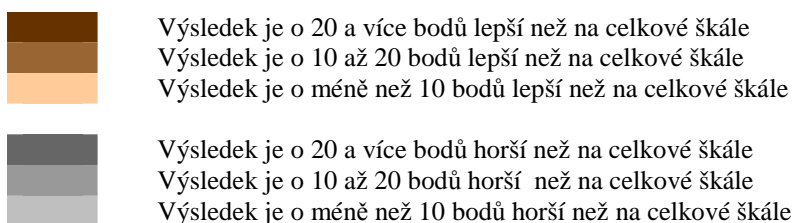


Graf 9: Srovnání četnosti zařazování jednotlivých forem chemických experimentů do výuky na gymnáziích a základních školách (95 respondentů)

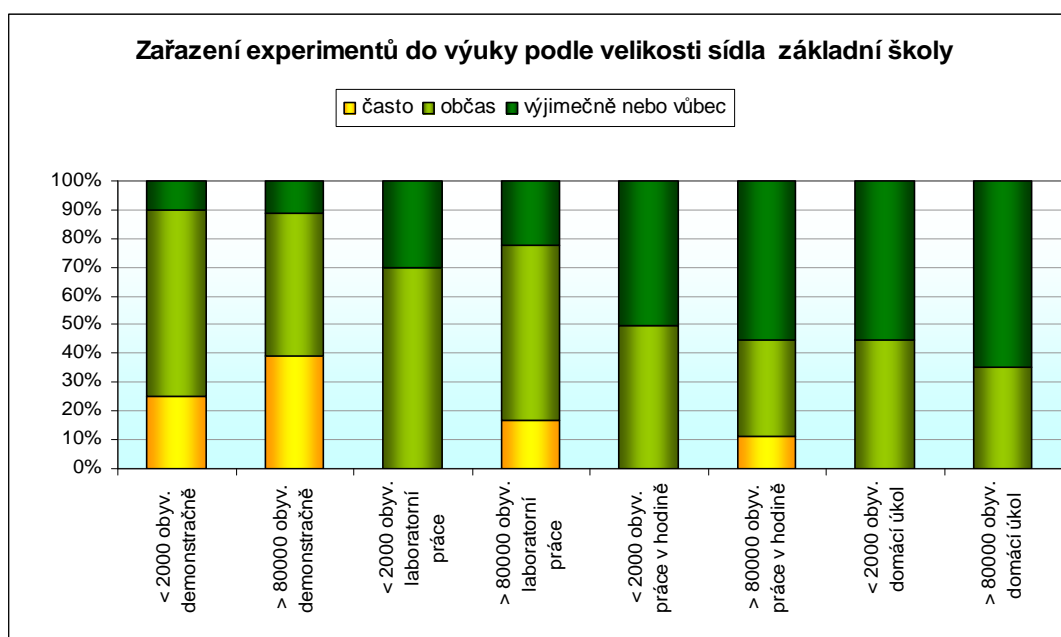
Graf 9 ukazuje, že učitelé na gymnáziích zařazují experimenty do výuky častěji (ve všech formách) než jejich kolegové na základních školách. To může souviset jak s lepší vybaveností gymnázií, tak s lepší odbornou přípravou středoškolských učitelů. Zařazování experimentů do výuky se následně projevuje v úrovni osvojení si kompetencí spojených s tímto druhem činností. Úroveň osvojení kompetencí spojených se zařazování empirických postupů do výuky v závislosti na typu školy dokumentuje **tabulka 14**, převzatá z výzkumu PISA 2006.

Tabulka 14: Rozdíly ve výsledcích na kompetenčních škálách v závislosti na typu školy (převzato z [15])

Typ školy	Kompetence		
	Rozpoznávání přírodních otázek	Vysvětlování jevů pomocí přírodních věd	Používání vědeckých důkazů
Základní škola	-9	15	-17
Víceleté gymnázium	-18	11	2
Čtyřleté gymnázium	-11	3	4
SOŠ, SOU s maturitou	-12	12	-4
SOŠ, SOU bez maturity	-13	24	-25



Nejméně vyrovnaných výsledků na třech sledovaných kompetenčních škálách dosáhli žáci základního a středního odborného studia bez maturity, nejvyrovnanějších žáci čtyřletých gymnázií. U žáků základních škol a středních odborných škol a učilišť bez maturity probíhá osvojování dovednosti vysvětlování jevů pomocí přírodních věd silně na úkor dovednosti používání vědeckých důkazů. Tyto výsledky souvisejí s menší mírou zařazování experimentů, resp. se špatnou vybaveností těchto škol pro přírodovědnou výuku (kapitola 2.6, strana 60).

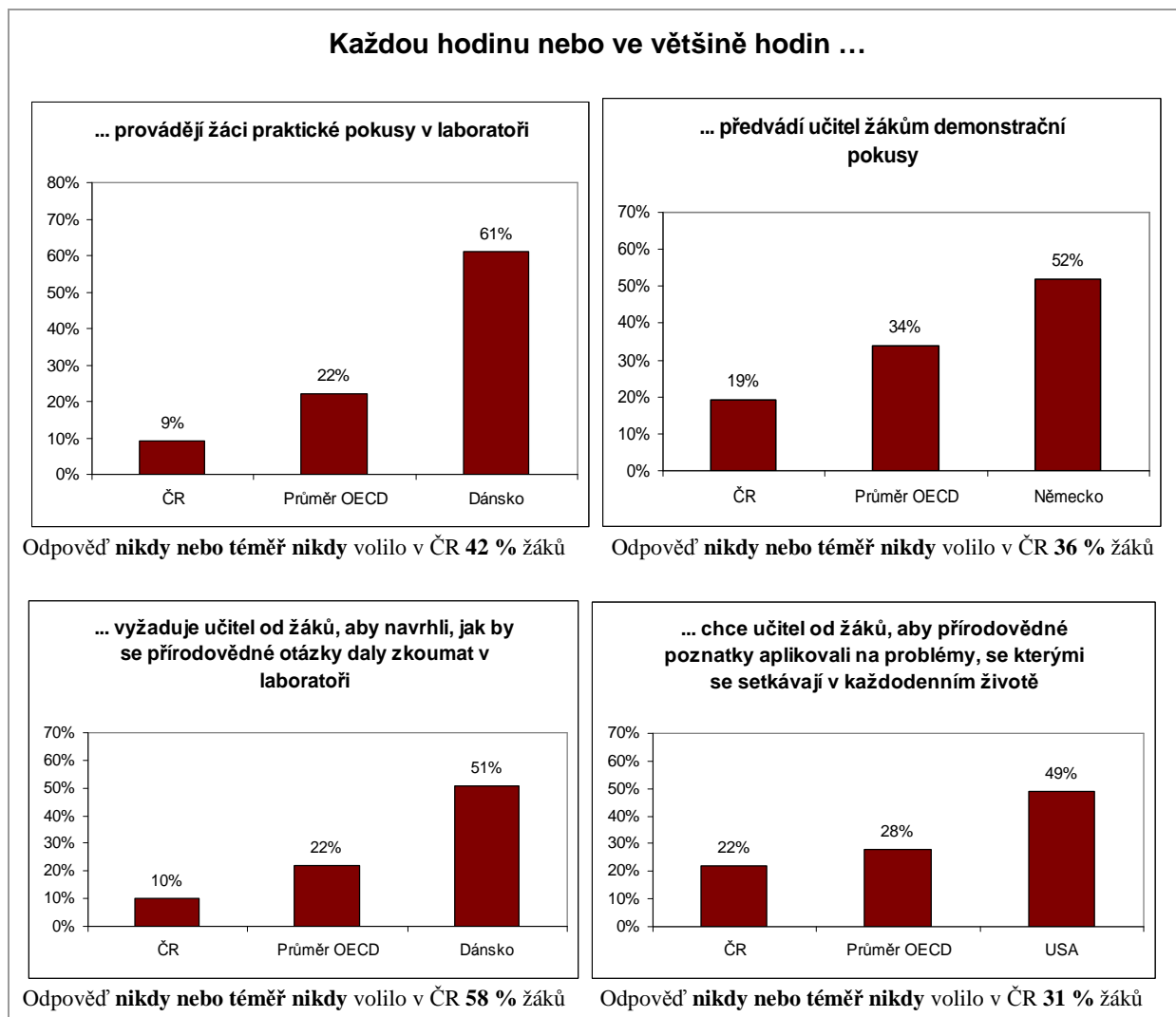


Graf 10: Srovnání četnosti zařazování jednotlivých forem experimentů do výuky na základních školách v obcích do 2 tisíc obyvatel a nad 80 tisíc obyvatel (38 respondentů z největších a nejmenších obcí)

Žáci základních škol ve velkých městech (nad 80 tisíc obyvatel) se s chemickými experimenty setkávají ve výuce chemie častěji než žáci základních škol v nejmenších vsích (do 2 tisíc obyvatel). Jedinou výjimkou je kategorie domácích úkolů. Důvod zřejmě opět spočívá především ve špatné materiální vybavenosti vesnických základních škol, případně v neúplné odborné přípravě tamních pedagogů. V seminářích a kurzech dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků je tedy vhodné se zaměřit právě na **učitele regionálních základních škol z menších obcí**.

2.5.2. Dotazníkové šetření mezi žáky v rámci výzkumu PISA 2006

Součástí testových sešitů používaných při výzkumu čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti OECD PISA je vždy žákovský dotazník zaměřující se na četnost aktivit žáků souvisejících s touto oblastí gramotnosti, která je v daném šetření právě zdůrazněna. V roce 2006 byl tedy žákovský dotazník zaměřen na činnosti ovlivňující postoje a dovednosti žáků v oblasti přírodních věd. Některé z otázek v dotazníku se vztahovaly také k zařazování experimentů do přírodovědné výuky, celkové výsledky (přes 9000 respondentů) jsou shrnuty v následujících grafech:



Obrázek 4: Výsledky dotazníku na experimentální aktivity ve výuce, převzato z PISA 2006 [15]

Zjištěné četnosti lze s výsledky předchozího šetření porovnat jen kvalitativně, vzhledem k ne zcela specifikovanému významu odpovědi „nikdy nebo téměř nikdy“ není jasné, do jaké míry se kryje s odpověďmi „občas“ a „téměř nikdy“ v mém vlastním šetření. Ovšem s jistotou lze říci, že experimenty jsou do výuky zařazovány především **ve formě demonstrací**, téměř **polovina žáků** má jen **ojedinelou nebo vůbec žádnou příležitost provádět experimenty** sama a ještě méně žáků má zkušenost s úkolem, aby **sami vhodný experiment navrhli**. Přitom srovnání s průměrem zemí OECD hovoří jasně o tom, že lze dosáhnout lepšího stavu, než jaký právě panuje v našem přírodovědném vzdělávání, nemluvě např. o úrovni zařazování experimentů, která je obvyklá v Dánsku.

2.5.3. Dotazníkové šetření mezi žáky a učiteli v rámci výzkumu TIMSS 2007

Také součástí výzkumu přírodovědné a matematické gramotnosti TIMSS jsou rozsáhlé žakovské, učitelské a ředitelské dotazníky zkoumající podmínky výuky, vybavenost tříd, strukturu hodin, zázemí či postoje žáků atd., tedy veškeré informace, které mohou poskytnout užitečnou zpětnou vazbu pedagogickým odborníkům a tvůrcům vzdělávací politiky toho kterého státu. Ze zjištění z roku 2007, významných pro tuto práci, uvádím údaje o zařazování žakovských aktivit spojených s empirickým poznáváním – jak z pohledu žáků, tak na základě odpovědí jejich učitelů, dále údaje o zařazování experimentálních činností ve formě domácích úkolů a zařazování praktických úloh a úloh zaměřených na dovednosti spojené s vědeckými postupy do testů a písemných prací. Údaje vybírám pouze pro žáky osmých ročníků (v mezinárodní zprávě jsou k dispozici i data pro žáky čtvrtých ročníků ZŠ [29]), kteří již mají samostatný předmět chemie. Výzkumu se zúčastnilo přes 4800 žáků osmých ročníků a přes 600 jejich učitelů.

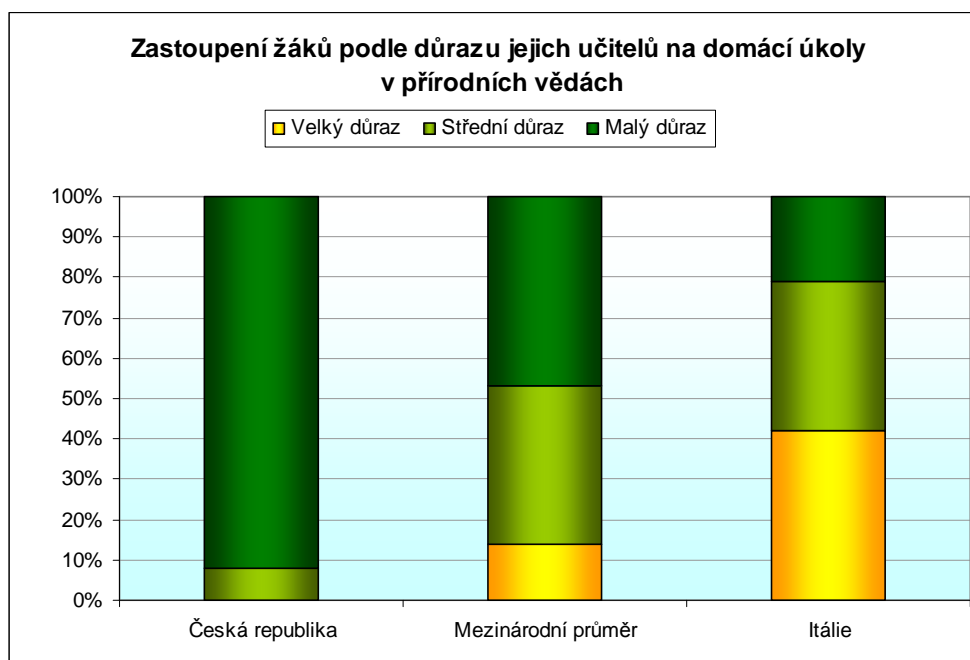
Tabulka 15: Četnost zařazování jednotlivých druhů činností do výuky chemie z pohledu českých žáků 8. ročníků a jejich učitelů [29]

činnost:	pohled žáků: procento žáků, kteří tuto činnost vykonávají v polovině hodin či častěji		pohled učitelů: procento žáků, jejichž učitelé tuto činnost zařazují v polovině hodin či častěji	
	ČR	Mezinárodní průměr	ČR	Mezinárodní průměr
...provést a zaznamenat pozorování	61	64	46	32
...vysvětlit něco z toho, co jsem studoval	80	75	70	76
...sledovat demonstrační experiment	66	66	48	48
...navrhnout vlastní experiment	36	48	5	17
...provést samostatně experiment	48	48	13	22
...provést experiment v malé skupině spolužáků	33	38	10	22
...vztáhnout to, co jsem se naučil, ke každodennímu životu	45	54	91	80

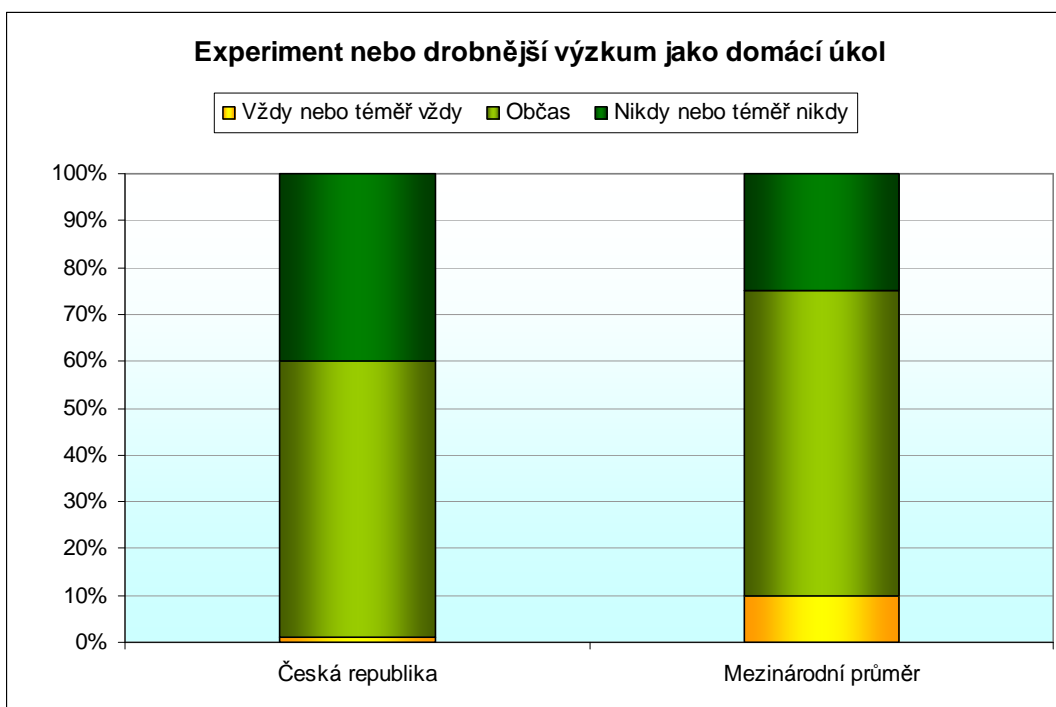
Co se týče empirických postupů, je nejčastější aktivitou opět **sledování demonstračních pokusů**, případně s tím související záznam pozorování. **Vlastní experimentální práce** žáků se objevuje méně často. Demonstrační experimenty jsou z hlediska ostatních zemí zařazovány průměrně často, ostatní empirické postupy podprůměrně. Nejhuře z tohoto hlediska dopadá požadavek **navrhnout vlastní experiment**, což koresponduje i s výsledky našich žáků ve šetření Performance Assessment (viz kapitola 2.3.2 na straně 26) a obecně s úrovní jejich dovedností spojených s vědeckými postupy. Učitelé, v kontrastu se svými žáky, uvádějí **výrazně menší četnosti** v zařazování daných aktivit do výuky, a to jak v České republice, tak v zúčastněných zemích obecně. Srovnáním s žákovskými dotazníky výzkumu PISA i s hodnotami z mého vlastního šetření, uvedenými v předchozích kapitolách, se přikláním k názoru, že realitu věrněji odrážejí odpovědi učitelů. Zajímavou výjimkou je požadavek **vztahovat naučené ke každodennímu životu**, který naopak téměř všichni učitelé podle svých slov zařazují velmi často, ovšem jen polovina jejich žáků to takto vnímá.

Empirické poznávací postupy v domácích úkolech

Další část dotazníku se zaměřovala na četnost používání domácích úkolů a typy činností, které mají žáci za domácí úkol vykonávat. Česká republika byla v roce 2007 zemí s **nejnižším důrazem na domácí úkoly v přírodních vědách** (z hlediska četnosti zadávání domácích úkolů a množství času, které se jim věnuje) ze všech zemí zúčastněných ve výzkumu. Pokud jde o další práci s domácími úkoly, tři čtvrtiny učitelů kontrolují odevzdání úkolu vždy nebo téměř vždy, dále necelá polovina učitelů vždy nebo téměř vždy kontroluje správnost řešení, případně poskytuje žákům zpětnou vazbu. I to svědčí o významu, který je domácí práci v přírodovědném vzdělávání připisován. Přitom právě domácí učební práce nabízí optimální příležitost k rozvoji samostatnosti žáka, jeho pracovních návyků, tvořivosti a produktivního myšlení. Nabízí se možnost propojení s mimoškolními zkušenostmi žáků, využití různorodé škály samostatných činností [32]. Bohužel, využití tohoto potenciálu nebývá ve výuce chemie ani zdaleka pravidlem.



Graf 11: Zastoupení žáků 8. ročníků podle důrazu jejich učitelů na zařazování domácích úkolů do výuky přírodních věd v ČR, v mezinárodním průměru a v zemi s nejvyšším výsledkem (data viz [29])

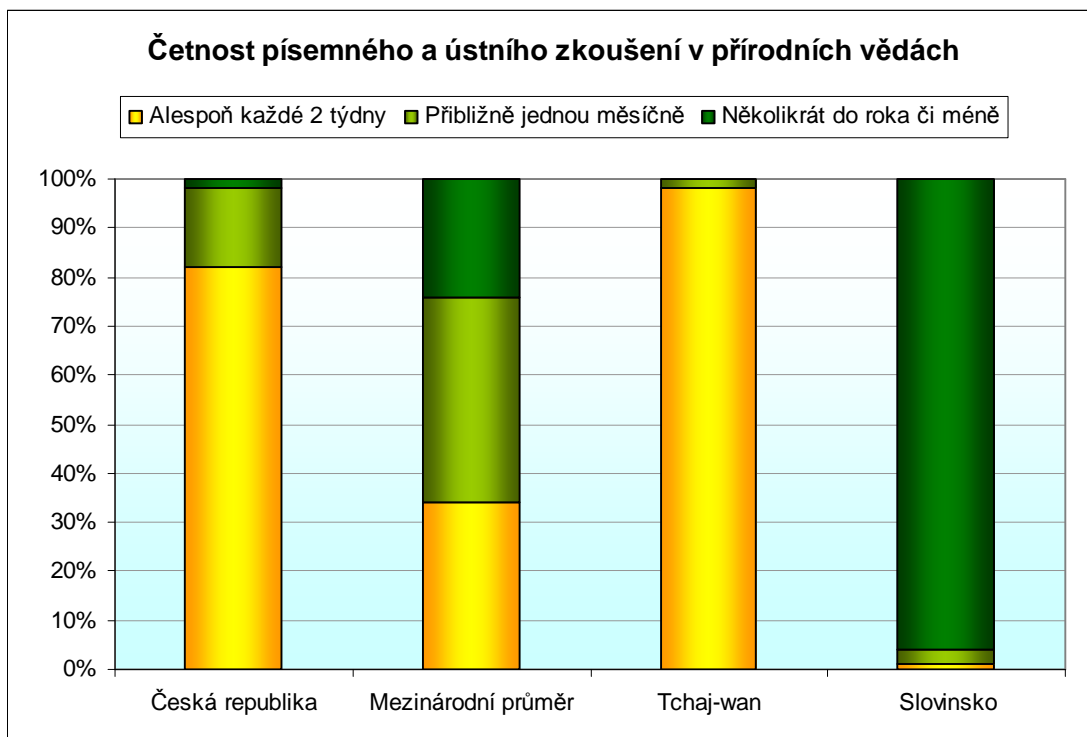


Graf 12: Zařazování experimentu nebo drobnějšího výzkumu ve formě domácího úkolu v přírodních vědách u žáků osmých ročníků v České republice a mezinárodním průměru (data viz [29])

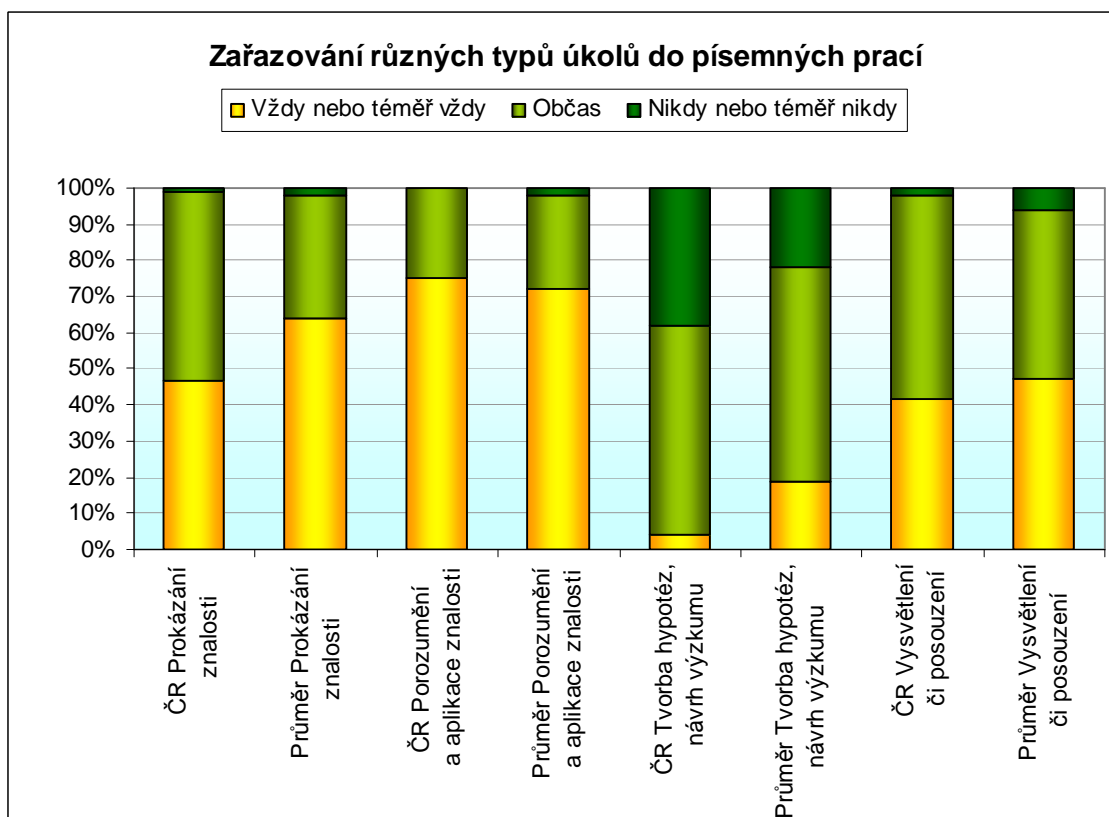
Nejčastěji je náplní domácího úkolu písemné řešení nějakého problému nebo zodpovězení otázky, poté následuje čtení učebnice či výukových materiálů. Praktický úkol zaměřený na provedení experimentu nebo menšího přírodovědného zkoumání podle svých slov občas zařazuje 60 % učitelů (pravidelně pouze 1 %). Podle mých zkušeností to v chemii bývají často součástí dobrovolných referátů nebo experimenty a zkoumání prováděná v rámci projektů. Výsledky jsou zřejmě silně ovlivněny odpověďmi učitelů fyziky nebo biologie, v jejichž předmětech je zařazování empirických postupů mnohem méně materiálně náročné a hodí se tedy mnohem lépe jako součást domácích úkolů (např. pozorování růstu rostlin, mrznutí vody v mrazáku či nejrůznější měření v domácnosti).

Empirické poznávací postupy v písemném a ústním zkoušení

Naproti tomu v oblasti zjišťování pokroku žáků je Česká republika třetí zemí podle četnosti zařazování **zkoušení a písemných prací a testů** do výuky přírodních věd. Přes 80 % žáků je podle výsledků dotazníkového šetření TIMSS 2007 zkoušeno (písemně či ústně) dvakrát měsíčně a častěji, což je výrazně více, než činí mezinárodní průměr. Před námi je v tomto ohledu už jen Tchaj-wan a Kolumbie s více než 95 % žáků. Druhý extrém pak představuje Slovinsko, kde je přes 95 % žáků zkoušeno jen několikrát za rok či méně. Vysoká frekvence ústního a písemného zkoušení v přírodovědných předmětech na českých školách může souviset s interním tlakem vedení škol na dostatek známek jako podkladů pro závěrečnou klasifikaci, na což si neoficiálně stěžuje řada učitelů chemie. Pokud by učitelé běžně používali širší škálu prostředků průběžného hodnocení (hodnocení domácích úkolů, samostatné práce při hodině, zapojení žáků do diskuse ve třídě atd., viz např. [30]), nebylo by získání dostatečných podkladů pro klasifikaci problémem. Prozatím zůstává písemné a ústní zkoušení nejoblíbenější a v mnoha případech bohužel i jedinou formou hodnocení žáků v chemii.



Graf 13: Zastoupení žáků osmých ročníků podle četnosti písemného a ústního zkoušení ve výuce přírodních věd (data viz [29])



Graf 14: Četnost zařazování různých typů úkolů do písemných prací z přírodních věd u žáků osmých ročníků v České republice a mezinárodním průměru (data viz [29])

Složení písemných prací je co do typu úkolů orientováno především na porozumění a aplikaci přírodovědných znalostí, dále prokazování znalostí a vysvětlování či posuzování postupů a jevů. S požadavkem na tvorbu hypotézy, návrh experimentu či způsobu zkoumání určité otázky se pravidelně setkává pouze zanedbatelné procento žáků, značně nižší, než je průměr zúčastněných zemí.

Závěry

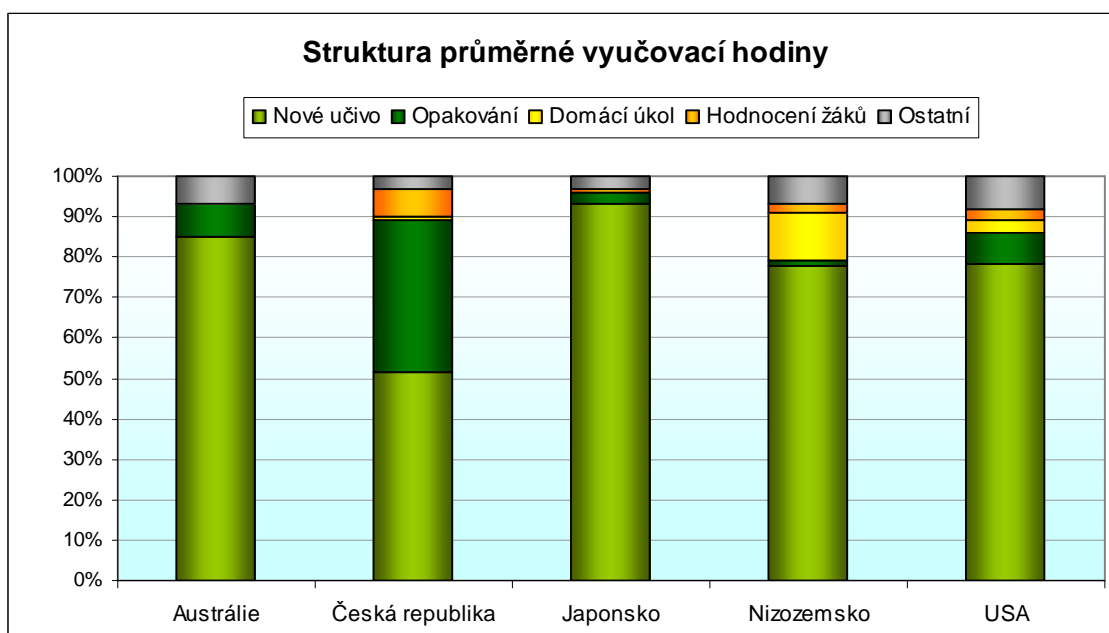
Empirické poznávací postupy ve výuce přírodních věd jsou – na základě dotazníkových šetření výzkumu TIMSS 2007 mezi žáky osmých ročníků a jejich učiteli – zařazovány především ve formě **sledování demonstračních experimentů**, které ovšem poskytují pouze velmi omezený prostor pro rozvoj experimentálních dovedností a dovedností spojených s používáním vědeckých postupů. Pouze malá část žáků má pravidelnou příležitost **provádět experimenty osobně**, ať už přímo při hodině či ve formě domácího úkolu. A zcela zanedbatelné procento českých žáků má pravidelnou příležitost experimenty a způsoby zkoumání předložených otázek **navrhovat a plánovat**.

2.5.4. TIMSS Video Study 1999

Zastoupením jednotlivých druhů aktivit žáků a učitelů ve výuce matematiky a přírodovědných předmětů na českých školách se zabýval mezinárodní výzkum TIMSS v rámci videostudie z roku 1999 (<http://timss.org>, [31]). Přestože jde o data stará deset let, výsledky studie a srovnání České republiky s ostatními zeměmi zůstávají stále zajímavé.

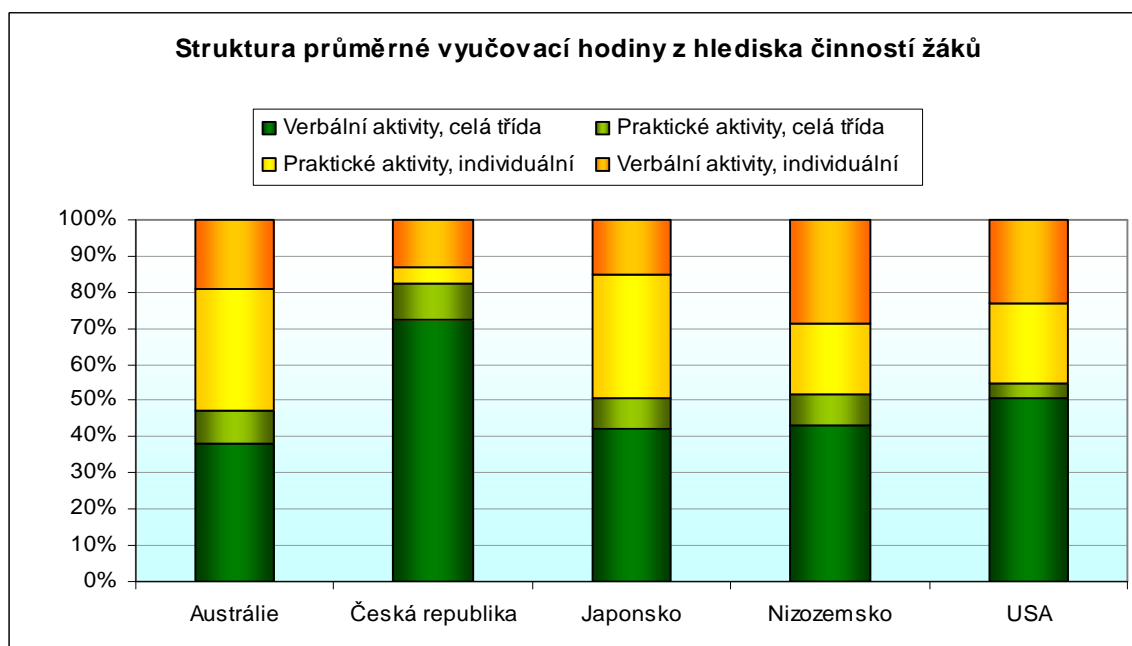
Podobný výzkum týkající se matematiky proběhl v Německu, Japonsku a USA již v rámci výzkumu TIMSS 1995. Cílem projektu bylo ukázat, jak moc a v jakých aspektech se od sebe liší výukové metody a stereotypy v různých zemích, a poskytnout zúčastněným zemím možnost se z těchto odlišností poučit a inspirovat. V roce 1999 byl výzkum realizován znovu, tentokrát se nahrávaly i hodiny přírodovědných předmětů. Výzkumu se spolu s Českou republikou účastnil také Hongkong, USA, Japonsko, Nizozemsko, Švýcarsko a Austrálie. V květnu 1998 proběhla pilotáž, v rámci níž byly v každé zemi natočeny 4 hodiny matematiky a 4 hodiny přírodovědných předmětů. Na jejich základě byl vyvinut společný kódovací systém zahrnující všechny důležité aktivity zachycené na videozáznamech, s důrazem na ty z nich, v jejichž výskytu se zúčastněné země nejvíce odlišovaly. V letech 1998–2000 byl pořízen **videozáznam 100 náhodně vybraných hodin** matematiky a 100 hodin přírodovědných předmětů v osmých ročnících základních škol a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií. Natáčení proběhlo na 90 základních školách a 10 víceletých gymnáziích náhodně vybraných z celé České republiky. Pro zaručení jednotné metodiky byly vyučovací hodiny natáčeny speciálně vyškolenými kameramany. Učitelé také vyplňovali **dotazníky** týkající se odučené hodiny, jejích cílů a způsobů hodnocení probraného učiva [31]. V dalším textu se omezím pouze na tu část studie, která se věnuje výuce přírodních věd.

Výzkum se zaměřil na zkoumání příležitostí a způsobů, jimiž se žáci učí přírodním vědám v jednotlivých zemích, a to ze tří hledisek: činností učitele, činností žáků a učiva, přičemž důraz byl kladen na **činnosti žáků při výuce**. Výsledkem rozborů nahrávek vyučovacích hodin je řada velmi zajímavých informací o aspektech přírodovědné výuky v jednotlivých státech a také **typické profily vyučovacích hodin**. V **grafech 15–16** a v **tabulce 16** prezentují ta zjištění výzkumu, která se dotýkají zařazování empirického zkoumání a rozvíjení dovedností spojených s používáním vědeckých postupů.



Graf 15: Srovnání struktury vyučovací hodiny a zastoupení jednotlivých fází výuky [31]

Česká vyučovací hodina přírodních věd je typická značným množstvím času věnovaným **opakování probraného učiva a hodnocení žáků**. V přehledu cílů natáčených hodin, jak je uváděli učitelé, jednoznačně vyniká „osvojit si nové vědecké poznatky“ s 59% zastoupením, dvojnásobným oproti ostatním zemím, ve kterých je důraz kladen buď na porozumění novým idejím, nebo je rovnoměrně rozdělen mezi všechny tři kategorie: vědecké poznatky, provádění vědeckého výzkumu a kontext přírodních věd. Prakticky žádný čas se v českých hodinách nevěnuje domácím úkolům, což je ve shodě s výsledky výzkumu TIMSS 2007 uvedenými v kapitole 2.5.3 (strana 53). Nejvýrazněji ze všech zemí je v České republice věnován čas probírání jednotlivých faktů, definic a postupů (72 % času) na úkor poznávání a vytváření vztahů mezi nimi, nové učivo vykazuje nejvyšší míru náročnosti a hutnosti informace.



Graf 16: Zastoupení individuálních a společných, verbálních a praktických činností žáků při výuce [31]

Žáci mají – v porovnání s ostatními zeměmi – mnohem menší příležitost k praktickým činnostem (14 % času) i k samostatné práci (17 % času). Zastoupení motivačních aktivit, jako jsou efektní demonstrace, hry nebo kvízy, je nejmenší ze všech zúčastněných zemí (3 %).

Tabulka 16: Typy a četnost úkolů, které žáci vykonávají při praktických aktivitách ve vyučování [31]

Procento hodin, v nichž žáci v rámci praktických aktivit vykonávají daný úkol					
	Austrálie	Česká republika	Japonsko	Nizozemsko	USA
Vymýšlejí otázky ke zkoumání	3	-	-	-	-
Navrhují postupy zkoumání	10	-	5	-	5
Dělají předpovědi	11	-	23	4	8
Interpretují data či jevy	56	20	43	24	33
Sbírají a zaznamenávají data	62	8	59	29	31
Samostatně zpracovávají data	9	-	-	8	8
Zpracovávají data na základě instrukcí učitele či učebnice	27	3	37	8	19

V oblasti verbálních aktivit žáků dosahuje Česká republika nejnižších výsledků ve všech čtyřech sledovaných okruzích – v příležitosti žáků během vyučovací hodiny mluvit, psát či číst o přírodních vědách, a také v kladení přírodovědných otázek. Průměrný počet přírodovědných žákovských dotazů se ve sledovaných hodinách pohybuje těsně kolem nuly. Naši žáci se také nejméně často ze všech pěti zemí setkávají s požadavkem na grafické znázornění dat (grafy, diagramy), užití grafů prakticky nebylo zaznamenáno. To je ve shodě s výsledky výzkumu TIMSS 1995 Performance Assessment, kde právě v prezentaci dat čeští žáci nejvíce zaostávali za průměrem zúčastněných zemí.

Závěry

Typická česká přírodovědná vyučovací hodina je v závěrečném shrnutí studie TIMSS 1999 Video Study charakterizována heslem „Hovořit o obsahu přírodních věd“. Většina času je věnována opakování, hodnocení a osvojování si předepsaných poznatků, na samostatnou práci při praktických činnostech vybývá jen minimum času. Obsah výuky je velmi náročný, teoretický a informačně hutný, převažuje osvojování faktů a definic nad vytvářením vztahů mezi nimi. Při výuce je používána řada vizuálních reprezentací učiva. Aktivita zapojení žáků při hodině se projevuje především v celotřídní diskusi a příležitostech prezentovat svou práci před třídou.

2.5.5. Zařazování empirických postupů do výuky - závěr

Při zařazování empirických postupů do výuky chemie převládá sledování demonstračních experimentů předváděných učitelem. Praktickým činnostem žáků je poskytnut jen malý prostor (zejména na základních školách v malých obcích), a i v případě zařazování experimentů a výzkumů je silně omezena vlastní „badatelská“ aktivita žáků. Samostatné

navrhování a plánování experimentů či samostatné zpracování dat je velmi řídkým jevem. V takovém uspořádání výuky však žáci nemají možnost rozvíjet své experimentální dovednosti a dovednosti spojené s užíváním vědeckých postupů, vytvářet a rozvíjet klíčové kompetence k učení či řešení problémů, a dosahovat tak cílů vytyčených v závazných vzdělávacích dokumentech.

2.6. Překážky při zařazování empirických postupů do výuky

Dotazníkové šetření, které jsem provedla mezi účastníky seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků a které je popsáno v kapitole 2.5.1 na straně 49, se zaměřilo i na dvě předpokládané oblasti překážek při zařazování chemických experimentů do výuky. Jde o **materiální vybavenost škol**, na kterých účastníci seminářů vyučují chemii, a **dostatek návodů** k vhodným experimentům.

Pro realizaci chemických experimentů ve výuce je ve Vaší škole k dispozici:	
<input type="checkbox"/> chemická laboratoř/přírodovědná laboratoř	<input type="checkbox"/> není přítomna žádná zvlášť vybavená učebna
<input type="checkbox"/> chemická učebna/přírodovědná učebna	
z vybavení:	<input type="checkbox"/> mikrovlnná trouba
<input type="checkbox"/> digestoř	<input type="checkbox"/> magnetická míchačka
<input type="checkbox"/> zábrusové aparatury	<input type="checkbox"/> UV lampa
<input type="checkbox"/> plynové kahany	<input type="checkbox"/> rychlovarná konvice
<input type="checkbox"/> běžné laboratorní pomůcky a sklo v dostatečném množství	<input type="checkbox"/> běžné anorg. chemikálie v dostatečném množství
	<input type="checkbox"/> běžné org. chemikálie v dostatečném množství
<input type="checkbox"/> další poznámky k vybavení laboratoře/školy:	
.....	
.....	

Obrázek 5: Ukázka z dotazníku pro zkoumání vybavenosti regionálních škol (celý dotazník je umístěn v příloze této práce, strana 175 a dále)

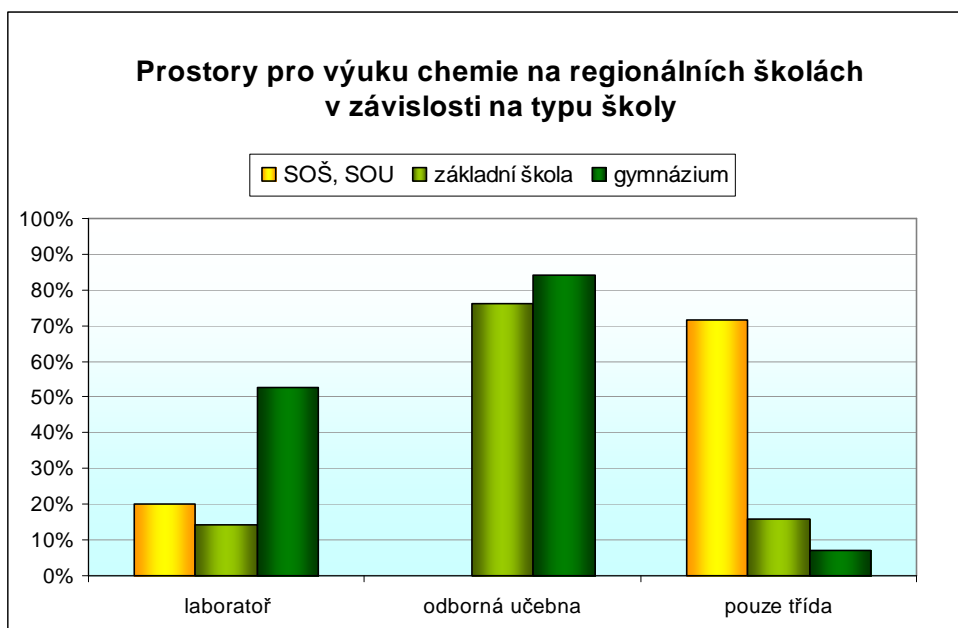
Ukázalo se, že skutečně zásadní překážkou, která výrazně omezuje možnost zařazovat chemické experimenty do výuky, je právě nedostatečné materiální vybavení základních, popř. středních škol v regionech. Z důvodu postupné obměny dotazníků se liší počty respondentů u různých dotazovaných oblastí. Z výsledků šetření vybavenosti regionálních škol z hlediska výuky chemie vyplynulo následující:

Výukové prostory (107 respondentů)

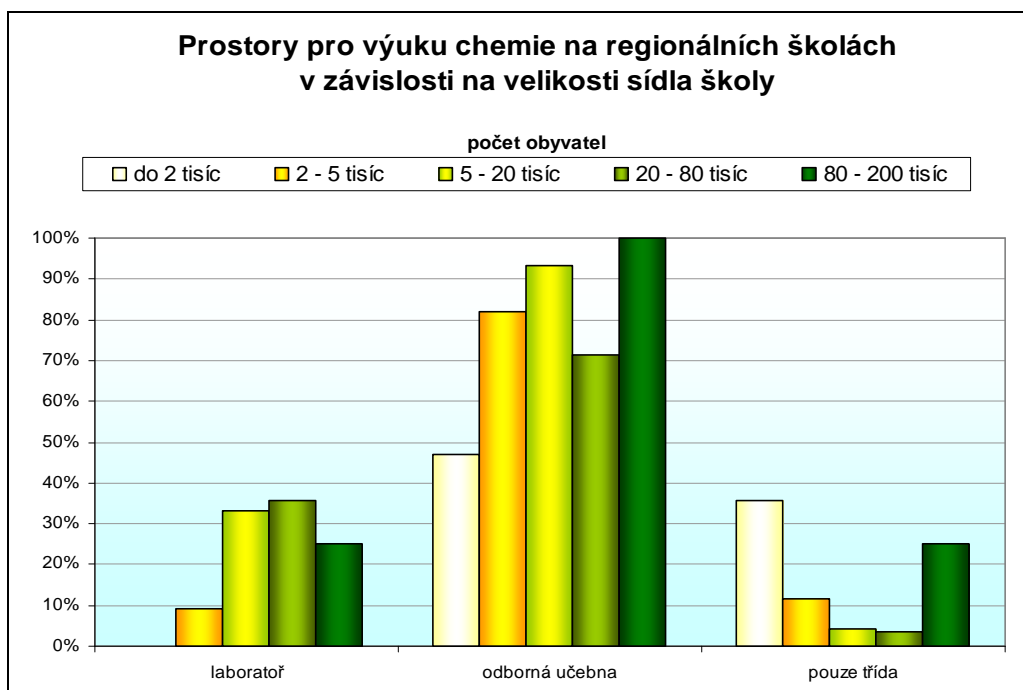
Většina učitelů je omezena především nepřítomností chemické laboratoře ve své škole. **81 %** dotazovaných učitelů **nemá k dispozici laboratoř**, **21 % učitelů** je dokonce odkázáno pouze na **běžnou třídu**, protože ve škole není ani učebna vyhrazená pro výuku chemie. Tyto mé výsledky korespondují se zjištěními výzkumu **TIMSS 2007**, jehož se zúčastnilo 1300 učitelů přírodovědných předmětů. Učitelé žáků čtvrtých ročníků nemají k dispozici laboratoř v 63 % případů, učitelé žáků osmých ročníků v 53 % případů [29] – situaci zde zřejmě vylepšují učitelé na nižších stupních gymnázií, která jsou materiálně lépe vybavena. Výrazně lepší vybavení gymnázií dokládají výsledky dotazníkových šetření provedených **RNDr. Renatou Šulcovou, Ph.D.** v letech 2000–2001 a 2005–2006 v rámci pedagogických praxí: v prvním období mělo z 45 zkoumaných gymnázií 58 % samostatnou chemickou laboratoř a zbylá část alespoň odbornou učebnu vhodnou pro laboratorní práce. Naproti tomu pouze 11 % z 53

základních škol mělo k dispozici chemickou laboratoř, dalších 11 % se muselo spokojit s výukou v obyčejné třídě. Po pěti letech byl zjištěn výrazný posun ve vybavenosti škol (tentokrát byla zkoumána již pouze gymnázia): 79 % z 56 zkoumaných gymnázií bylo vybaveno chemickou laboratoří a pouze v 21 % škol se praktická část výuky odehrávala v odborné učebně [28].

Přítomnost výukových prostor v závislosti na typu školy a na velikosti sídla školy, které jsem zjistila ve svém dotazníkovém šetření mezi učiteli v regionech, prezentují **grafy 17 a 18**:



Graf 17: Prostory pro výuku chemie v závislosti na typu školy



Graf 18: Prostory pro výuku chemie v závislosti na velikosti sídla školy

Mé šetření potvrdilo, že gymnázia jsou z hlediska výukových prostor lépe vybavena, výrazně častěji disponují chemickou laboratoří. Většina základních škol má k dispozici alespoň odbornou učebnu, která je přece jen lépe přizpůsobena k výzkumným aktivitám než běžná třída. Učitelé ze středních odborných škol a učilišť (bez chemického zaměření) se musí nejčastěji spokojit pouze s běžnou třídou, přičemž hodnota v grafu může být ovlivněna i příliš malým, tedy nereprezentativním vzorkem vyučujících z tohoto typu škol.

Také vliv velikosti sídla školy je markantní. Školy bez chemické laboratoře jsou soustředěny v obcích do 2 tisíc obyvatel, s velikostí sídla pak jejich podíl klesá. V největších městech je jejich podíl opět větší, snad proto, že část základních škol v příměstských oblastech je reálně na úrovni vesnických škol, přestože územně patří k velkému městu. Naopak školy vybavené chemickou laboratoří se v obcích do 2 tisíc obyvatel nevyskytly vůbec a jejich zastoupení se s rostoucí velikostí sídla postupně zvyšovalo – opět až na případ největších měst.

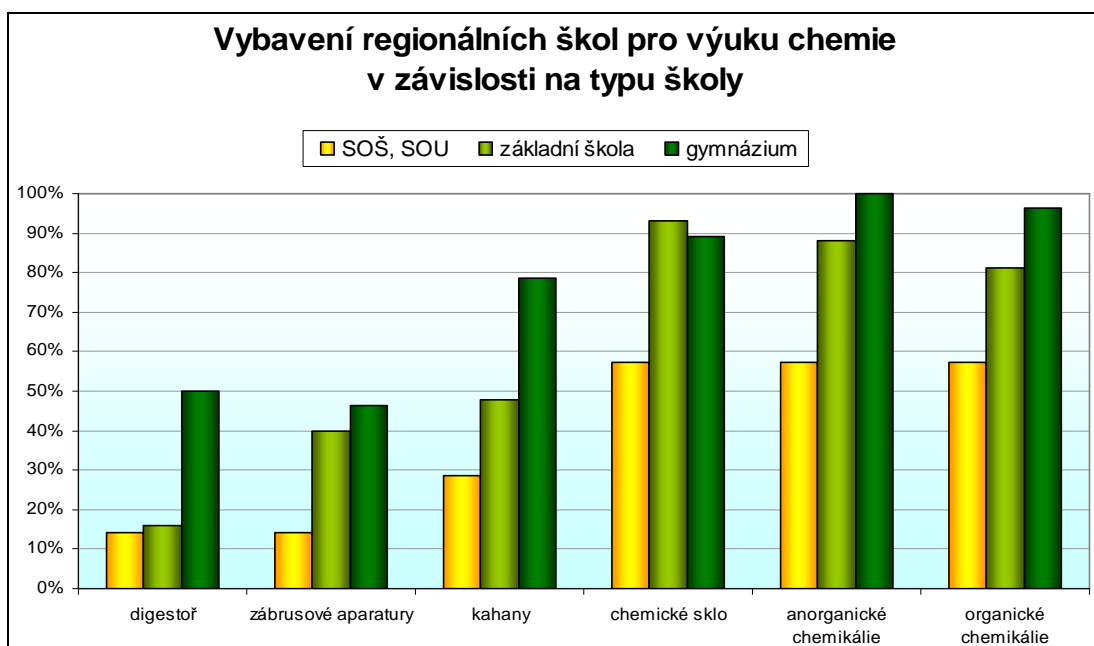
Dostupné chemické vybavení (135 respondentů)

V **tabulce 17** shrnuji údaje o vybavení pro výuku chemie, které učitelé v regionech nejvíce postrádají. 73 % dotazovaných učitelů má možnost použít rychlovarnou konvici a 16 % mikrovlnnou troubu, s jejichž pomocí lze částečně nahradit absenci plynových kahanů.

Tabulka 17: Nedostatky ve vybavení regionálních škol pro výuku chemie

Jaké vybavení učitelé v regionech postrádají:	
digestoř	76 %
zábrusové aparatury	60 %
plynové kahaný	45 %
dostatek skla a nádobí	10 %
dostatek anorganických chemikálií	12 %
dostatek organických chemikálií	18 %

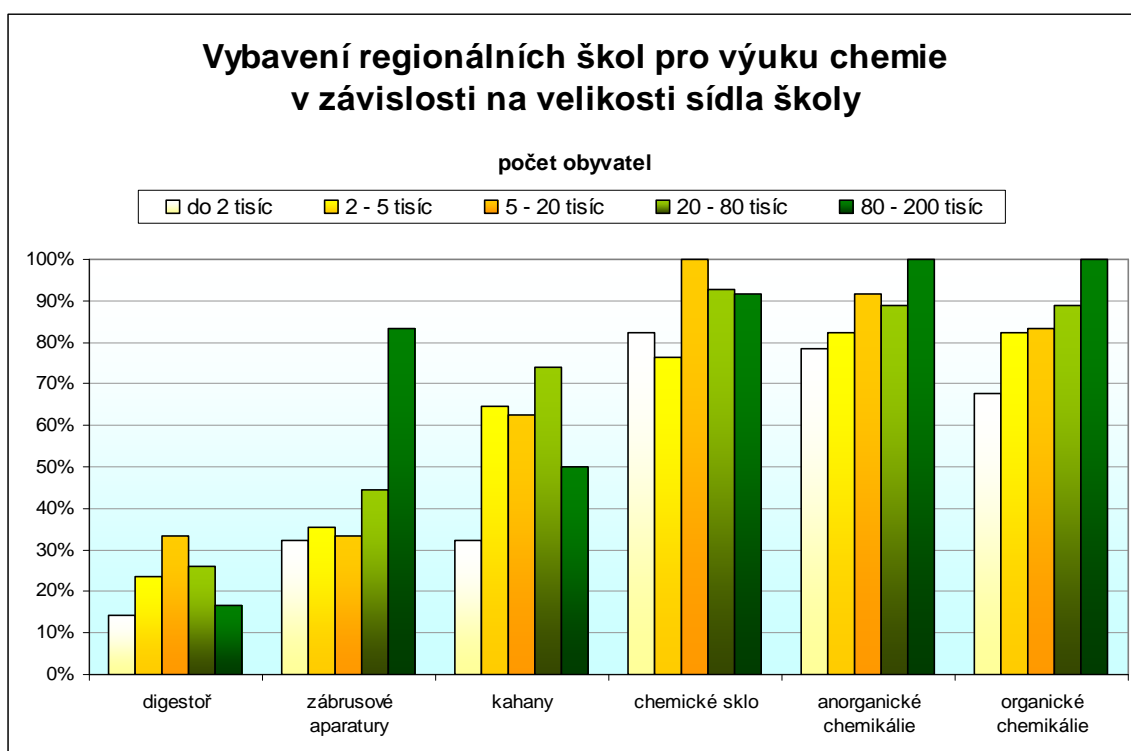
Podrobnější porovnání vybavenosti podle typu školy a podle velikosti sídla školy jsou uvedena v **grafech 19 a 20**.



Graf 19: Vybavení regionálních škol pro výuku chemie v závislosti na typu školy

I zde se potvrdilo, že nejlépe jsou vybavena gymnázia, hůře základní školy a nejhůře střední odborné školy či učiliště (bez chemického zaměření). Pro výuku je významná především četná nepřítomnost digestoře, která znemožňuje provádění demonstračních i žákovských pokusů s těkavými látkami, dále nepřítomnost zdroje tepla, i když někteří pedagogové uvádějí alespoň slabší náhradu v podobě lihových kahanů. Nedostatek chemického skla a anorganických chemikálií se týká pouze desetiny dotazovaných pedagogů, je ovšem pro žákovské experimenty prakticky likvidační. Nedostatek organických chemikálií v případě každého pátého až šestého učitele může být ovlivněn obavami z přísných bezpečnostních předpisů, vyšší cenou, nižší dostupností a obtížnější likvidací těchto látek. Spolu s nedostatkem vhodných návodů pro pokusy z organické chemie (viz dále) přispívá k velmi problematickému stavu zařazování experimentů právě v této oblasti výuky chemie.

Porovnáním vybavenosti škol v jednotlivých aspektech v závislosti na velikosti sídla školy lze opět dospět k závěru: čím větší sídlo školy, tím lepší vybavenost pro výuku chemie. Výjimkou jsou, stejně jako v případě prostor pro výuku chemie, školy v největších městech, a to u „větších investic“ – plynových kahanů a digestoří.



Graf 20: Vybavení regionálních škol pro výuku chemie v závislosti na velikosti sídla školy

Dostupnost vhodných návodů (134 respondentů)

Mezi dalšími překážkami učitelé zmiňují především **nedostatek vhodných námětů a návodů** k pokusům. Tento nedostatek se projevuje i v tradičně vysokém zájmu o prakticky a experimentálně zaměřené semináře celoživotního vzdělávání v chemii. Projevil se také přímo v tomto dotazníkovém šetření: **43 % ze 134 respondentů** udalo konkrétní téma či témata, ke kterým jim chybí dostatek vhodných experimentů pro školní výuku. Celkem bylo jmenováno 79 tematických oblastí, jimž jednoznačně vévodí organická chemie, resp. chemie uhlovodíků a jejich derivátů (zmněna šestatřicetkrát), následována základy anorganické chemie (chemie

prvků, voda, vzduch, oxidy, zmíněna patnáctkrát) a obecnou chemií a biochemií včetně přírodních látek (zmíněny osmkrát). Všechny výsledky jsou shrnuty v **tabulce 18**:

Tabulka 18: Tematické oblasti, v nichž učitelé pocítují nedostatek vhodných návodů k experimentům

Téma	Četnost	Téma	Četnost
uhlovodíky a jejich deriváty	23	tuky	1
organická chemie	13	voda	1
chemie prvků	5	elektrochemie	1
anorganická chemie	4	komplexy	1
biochemie	3	uhlí	1
vzduch	3	ropa	1
obecná chemie	3	solí	1
cokoli	3	výpočty	1
oxidy	2	sacharidy	1
vitamíny	2	analytická chemie	1
plasty	2	přírodní látky	1
stavba atomu	1	saponáty	1
životní prostředí	1	stupnice pH	1
		termochemie a rovnováhy	1

Další problémy

Z rozhovorů s jednotlivými učiteli během seminářů vyplynulo, že výraznou překážkou při zařazování experimentů jsou **přísné bezpečnostní předpisy**, které výrazně omezují okruh použitelných žákovských pokusů na základní škole (tedy u žáků mladších 15 let). Někteří učitelé se brání používat i ty chemikálie, se kterými žáci pod dozorem pracovat smějí, kvůli obavám z nekázně a nezodpovědného chování žáků. Učitelé základních škol často nepovažují za vhodné zařazovat do výuky ty experimenty, jejichž **princip** je žákům na základní škole jen **obtížně vysvětlitelný**. Podle mého názoru je tato obava zbytečná a problém lze vyřešit zapojením určité didaktické vynalézavosti při zvažování možností, jakým způsobem ten který experiment do výuky chemie zařadit (více viz kapitola 3.1.2, strana 71). Naopak nikdo z učitelů nepovažoval za překážku nedostatek času ve výuce. Zdá se, že učitelé by si velmi rádi na experimenty čas udělali, kdyby měli vhodné vybavení a použitelné návody.

Závěry

Závěrem můžeme shrnout, že **špatná materiální vybavenost i nedostatečná nabídka vhodných námětů** výrazně **omezují učitele chemie** – a to zejména na základních školách v menších obcích – v jejich snaze zařazovat chemické experimenty do výuky co nejčastěji. Na druhou stranu – z neutuchajícího zájmu o vzdělávací semináře zaměřené na nové náměty k chemickým pokusům lze usoudit, že učitelé chemie, přes všechny překážky, tuto základní složku přírodovědného vzdělávání nepodceňují a při vhodné pomoci lze stávající neutěšený stav výrazně zlepšit.

2.7. Co pomůže zlepšit situaci ve výuce chemie?

Aktuální verze Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia charakterizuje vzdělávací oblast Člověk a příroda, do níž spadá obor chemie, s velkým důrazem na osvojování si metod

vědeckého výzkumu a vědeckého myšlení při hledání zákonitostí přírodních procesů. Cílové zaměření vzdělávací oblasti zdůrazňuje například:

- formulaci přírodovědného problému a hledání jeho řešení;
- provádění pozorování, měření a experimentů a práci se získanými daty;
- tvorbu modelu přírodního procesu;
- předvídání průběhu přírodních procesů na základě poznanych zákonitostí;
- využívání moderních technologií a matematického aparátu.

Pojetí výuky chemie v kurikulárním dokumentu pro základní vzdělávání je zcela obdobné. Většinu cílů vytyčených pro výuku chemie na základních i středních školách tak lze nejpřirozeněji naplnovat v rámci vlastní experimentální práce žáků [33].

2.7.1. Shrnutí výsledků teoretické části této disertační práce

V předchozích kapitolách své práce jsem komentovala, případně dále zpracovávala výsledky mezinárodních výzkumů přírodovědné gramotnosti českých žáků středních a základních škol i jejich dlouhodobé trendy v rámci jednotlivých typů zkoumaných kompetencí. Tato zjištění jsem mimo jiné doplnila svými vlastními zkušenostmi, které jsem získala jako autorka přírodovědných úloh pro testování úrovně osvojení obecnějších dovedností souvisejících s používáním vědeckých postupů. Dále jsem prezentovala výsledky svých vlastních dotazníkových šetření mezi českými učiteli, zaměřených na četnost a formu zařazování chemických experimentů do výuky chemie a na možné příčiny, které učitelům v zařazování těchto činností brání. Své výsledky jsem konfrontovala s výsledky rozsáhlých mezinárodních výzkumů i dalších dílčích šetření provedených v České republice.

Zjištěný stav ve výuce přírodovědných předmětů lze stručně shrnout do následujících bodů:

1. Čeští patnáctiletí žáci vykazují v mezinárodních šetřeních přírodovědné gramotnosti trvale vysokou úspěšnost v oblasti prokazování a aplikace přírodovědných znalostí, jejich výsledky v oblasti dovedností spojených s vědeckými postupy, důkazy a experimentováním jsou výrazně horší. Obdobný stav v okolních státech vybízí k domněnce, že na vině je struktura a obsah výuky přírodních věd, především nedostatek příležitostí k rozvíjení zmíněných dovedností.
2. Při zařazování empirických postupů do výuky chemie převládá sledování demonstračních experimentů, praktickým činnostem žáků je poskytnut jen malý prostor (zejména na základních školách v malých obcích), a i v případě zařazování experimentů a drobných výzkumů je silně omezena vlastní „badatelská“ aktivita žáků. Samostatné navrhování a plánování experimentů či samostatné zpracování dat je velmi řídkým jevem.
3. Nejvážnějšími překážkami, s nimiž se učitelé chemie při zařazování chemických experimentů do výuky potýkají, jsou špatná materiální vybavenost škol pro praktické činnosti (chybí jak vhodné prostory, tak jejich vybavení, případně chemikálie) a nedostatečná nabídka vhodných námětů a návodů, a to zejména na základních školách v menších obcích. Zájem o zlepšení tohoto stavu je však mezi učiteli poměrně silný.

2.7.2. Zjištěný stav jako východisko pro praktickou část práce

V reakci na výše uvedené skutečnosti jsem se pokusila navrhnout, ověřit a mezi učitele rozšířit náměty na takové chemické experimenty, které by reflektovaly nedostatky našich žáků, zjištěné ve výzkumech přírodovědné gramotnosti, a současně dobře odpovídaly jak cílům vzdělávací oblasti Člověk a příroda, tak zmíněným omezením, jež s sebou nese realita chemického vzdělávání na základních a středních školách v regionech.

Na základě charakteristiky vzdělávací oblasti Člověk a příroda jsem navrhla tyto obecnější požadavky na chemický experiment:

- zkoumá dostatečně vnitřně složitý systém, který umožňuje tvorbu více hypotéz... ;
- ... ale současně není natolik nepřehledný, že by bylo příliš obtížné hypotézy ověřit;
- dotýká se i dalších přírodovědných oborů, jejich poznatků a metod;
- má přesahy do běžného života;
- je možné jej zadat jako úlohu problémovou či otevřenou pro heuristické postupy.

Dále je třeba se přizpůsobit požadavkům vyplývajícím z praxe přírodovědného vzdělávání na základních, případně i středních školách, jako jsou:

- nenáročnost na vybavení a dostupnost chemikálií
- využívání chemikálií, které pokud možno nemají nebezpečné vlastnosti
- dostatečný motivační efekt [34]

Domnívám se, že experimentování s přírodními či v domácnosti běžně dostupnými materiály již samo o sobě napomáhá ke splnění výše stanovených požadavků. Výhoda dostupnosti materiálu, motivačního efektu, interdisciplinarit a provázanosti s každodenním životem je zřejmá. Práce s biologickým materiálem nejistého složení dává též prostor k tvorbě řady hypotéz, přičemž žáci přirozeně chápou nutnost jejich ověření a přibližují se tak metodě vědeckého myšlení. Pro podporu rozvoje obecnějších dovedností žáků není zřejmě nutné navrhovat zcela nové chemické experimenty, ale spíše vytvářet takové varianty již známých a využívaných reakcí, které poskytnou žákům příležitost k vlastní badatelské aktivitě a rozvíjení dovedností spojených pochopením a využíváním vědeckých postupů.

Použití přírodních materiálů s sebou ovšem nese i určité nevýhody, jako:

- práce se směsí látek může značně komplikovat průběh známých reakcí (například důkazů sloučenin – pozitivní Fehlingovu zkoušku na monosacharidy dává i vitamín C; negativní důkaz přítomnosti škrobu po působení pracího prášku s amylasou je primárně způsoben okamžitou oxidací jodu přítomnými bělicími činidly)
- pro některé tematické okruhy školní chemie se obtížně hledají vhodné experimenty tohoto druhu – kvůli nedostupnosti příslušných chemikálií, složitosti experimentů atd.

Práce s přírodními a jinak běžně dostupnými materiály se už ze své podstaty výborně uplatní při výuce biochemie a chemie přírodních látek (sacharidy, tuky, bílkoviny, vitamíny, enzymy, barviva), podobně je tomu u obecné chemie (teorie kyselin a zásad, acidobazické indikátory, redoxní reakce, elektrochemie, rozpustnost, reakční kinetika, katalýza), vhodnými experimenty lze obohatit i výuku organické a anorganické chemie.

3. Praktická část

3.1. Nenáročné experimenty pro výuku chemie na školách s nedostatečným materiálním vybavením

Během svého magisterského a posléze doktorského studia jsem od roku 2004 vyvíjela či modifikovala sadu **materiálně nenáročných experimentů** vhodných pro realizaci **v domácích podmínkách** [35], [36]. Tyto experimenty se ukázaly být dobrým základem pro širší spektrum návodů vhodných k zařazování do výuky chemie na základních a středních školách s **nedostatečným materiálním vybavením** pro praktické činnosti. Tematicky jde o především o oblasti chemie přírodních látek, biochemie, organické a obecné chemie. K rozšíření ověřených a fotograficky zdokumentovaných návodů a námětů mezi vyučujícími chemie jsem v posledních třech letech využila několik různých cest:

- zařazení experimentů do semestrálních praktických kurzů pro učitele přírodovědných předmětů **Současné pojetí experimentální výuky chemie na SŠ a ZŠ I. a II.**, uskutečněných na Katedře učitelství a didaktiky chemie PŘF UK v letech 2006 a 2007 v rámci projektu Přírodovědná gramotnost, pod záštitou Modulárního systému dalšího vzdělávání učitelů ZŠ a SŠ v Praze a s podporou ESF, projektu JPD3 [6]
- zařazení experimentů do praktických seminářů dalšího vzdělávání učitelů chemie **Zajímavé chemické experimenty s látkami každodenního života a Chemik detektivem – forenzní chemie** realizovaných na Katedře učitelství a didaktiky chemie PŘF UK v letech 2008–2009 ve spolupráci s evropskými řešiteli projektu CITIES [37]
- **webové stránky**, které jsem vytvořila pro snazší sdílení materiálů z výše jmenovaných praktických seminářů: <http://www.natur.cuni.cz/~kudch/main/JPD3>
- publikace **Zajímavé experimenty z chemie kolem nás** (Šulcová, Böhmová, Stratilová Urválková, [38] a příloha této práce na CD) shrnující obsah praktických seminářů k projektu CITIES
- zařazení vybraných námětů do pregraduální výuky učitelů chemie v bakalářském stupni studia v semináři **Experimentální výuka organické chemie a biochemie na SŠ**
- rozvíjení některých námětů v rámci bakalářských prací **Vitaminy v učivu chemie na ZŠ a SŠ** (Hrobařová 2008, [39]), **Potrava, přídatné látky a lidské zdraví v učivu chemie na ZŠ a SŠ** (Strnadová 2008, [40]), **Sacharidy v učivu chemie na ZŠ a SŠ** (Strejčková 2008, [41]) a **Bílkoviny v učivu chemie na ZŠ a SŠ** (Kurdrnová 2008, [42]), na nichž jsem spolupracovala jako konzultantka experimentální části
- publikace **Netradiční experimenty z organické a praktické chemie** (Šulcová, Böhmová, [43] a příloha této práce na CD) kde jsou tyto experimenty zařazeny společně s řadou návodů na efektní pokusy, pokusy v mikrovlnné troubě a další experimenty s látkami a produkty z každodenního života
- praktické semináře dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků **Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři**, realizované spolu s RNDr. Renatou Šulcovou, Ph.D. v letech 2007–2009 v krajských pedagogických centrech na řadě míst České republiky a určených pro vyučující chemie v českých regionech (podrobněji viz následující kapitola, též [28])
- článek na **metodickém portálu RVP** (www.rvp.cz), kde jsou ve spolupráci s týmem projektu Talnet (podrobněji kapitola 3.2, strana 116) postupně zveřejňovány ukázkové úlohy pro práci s přírodovědně talentovanými studenty (prozatím v recenzním řízení)

- o jednoduché experimenty s přírodními látkami a úlohy k nim projevilo zájem také zábavně-naučné centrum **iQpark Liberec** (www.iqpark.cz)

Kapitola 3.1.1 se zabývá obsahem a organizací praktických seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků, kde byli vyučující s těmito a dalšími experimenty seznámeni, kapitoly 3.1.2 a 3.1.3 se věnují vyhodnocení efektů těchto seminářů a z toho plynoucím závěrům. Obsahem kapitoly 3.1.4 je rešerše učebnic chemie pro základní a střední školy a příruček školních pokusů z hlediska zařazení nenáročných experimentů s přírodními látkami a námětů pro jejich využití ve výuce. Kapitola 3.1.5 podává přehled experimentů s fotodokumentací a didaktickými poznámkami. Pracovní postupy, různé varianty a technické poznámky jsou uvedeny v příloze *Jednoduché experimenty s přírodními látkami*, částečně též v publikaci *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie* v příloze na CD.

3.1.1. Seminář „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“

V letech 2007–2009 jsme s RNDr. Renatou Šulcovou, Ph.D. ve spolupráci s krajskými pedagogickými centry uspořádaly 8 seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků v Liberci, Plzni, Karlových Varech, Hradci Králové, Mladé Boleslavi, Kolíně, Kladně a Praze pod názvem **Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři** (viz též [28]). Semináře byly určeny učitelům chemie na regionálních základních a středních školách a zúčastnilo se jich celkem 106 pedagogů, kteří se do místa konání sjížděli i z velmi vzdálených obcí. Cílem seminářů bylo podpořit zařazování experimentů do výuky chemie prostřednictvím dalšího vzdělávání pedagogů v regionech.

Struktura a obsah semináře

Seminář byl tvořen třemi bloky: prezentací *Chemie v mikrovlnné troubě* s průběžnými ukázkami experimentů, prezentací s náměty na zajímavé experimenty, které z různých důvodů nebylo možné reálně předvést, a prezentací námětů na nenáročné experimenty s přírodními látkami s průběžnými reálnými ukázkami pokusů, do nichž se zapojili sami učitelé. Během semináře jsem požádala účastníky o vyplnění dotazníků (ukázky jsou umístěny v příloze na stranách 175–180) zkoumajících vybavenost škol pro výuku chemie, zařazování experimentů do výuky a témata, u nichž postrádají vhodné náměty k pokusům (výsledky viz kapitoly 2.5.1 a 2.6 na straně 49 a 60). Na závěr měli učitelé příležitost k písemnému hodnocení semináře.



Obrázek 6: Pokus „nehomogenita pole v mikrovlnné troubě“



Obrázek 7: Zapojení účastníků semináře do praktických ukázek (důkaz škrobu, nylonové vlákno)

Semináře se konaly nejčastěji v učebně chemie na vybrané základní škole, techniku, pomůcky, chemikálie i veškerý používaný materiál (především vzorky potravin) jsme dovážely vlastní, k dispozici byla pouze elektrická zásuvka a zdroj vody, nikoli digestoř nebo kahany. Takové uspořádání určovalo i povahu experimentů, které mohly být za daných podmínek reálně prezentovány. Náplní semináře bylo 22 reálně předváděných experimentů a dalších 13 námětů dokumentovaných fotografiemi v rámci prezentací. Prezentace s experimenty jsou přiloženy jako samostatná příloha této práce na CD.

Chemie v mikrovlnné troubě

- nehomogenita pole v mikrovlnné troubě – chování faxového papíru
- kovy v mikrovlnné troubě – jiskření CD
- ohřev v mikrovlnné troubě – příprava pudinku
- použití ve školní laboratoři – ohřev více vzorků najednou (redukcující sacharidy)
- použití ve školní laboratoři – pokusy za velmi vysokých teplot (tavení skla)

další náměty:

- příprava mýdla, příprava acylpyrinu, tavení kovů a slitin

Náměty na experimenty s látkami každodenního života

- kouzelné baňky – redoxní indikátory
- příprava nylonového vlákna
- škrob v uzeninách a dalších výrobcích, kde bychom ho nečekali
- důkaz bílkovin v potravinách
- „hromadná“ chromatografie barviv z fixů
- rostlinná barviva jako pH indikátory
- důkaz vitamínu C v ovoci a zelenině
- důkaz redukcujících sacharidů v potravinách (bez použití kahanu)
- enzymatická a kyselá hydrolyza sacharosy

- UV fluorescence rostlinných a jiných barviv
- enzym katalasa – rozklad peroxidu vodíku
- příprava inkoustu z čaje
- důkaz formaldehydu v dřevotříse
- hořící gel
- faraónovi hadi
- sloní zubní pasta
- tajná sdělení

další náměty:

- důkaz cholesterolu a fytosterolů ve vzorcích tuků, štěpení bílkovin rostlinnými proteasami, štěpení škrobu slinnými a rostlinnými amylasami, duha z rajčatové šťávy, barevné reakce přírodních fenolů, štěpení proanthokyanidinů, praktické využití rostlinných barviv k barvení látek, „akumulátor“ – katalytická oxidace ethanolu vzdušným kyslíkem na platině, „kuřák“ – simulace kouření, důkazy zplodin, smutný konec gumového medvídky – prudká oxidace chlorečnanem draselným

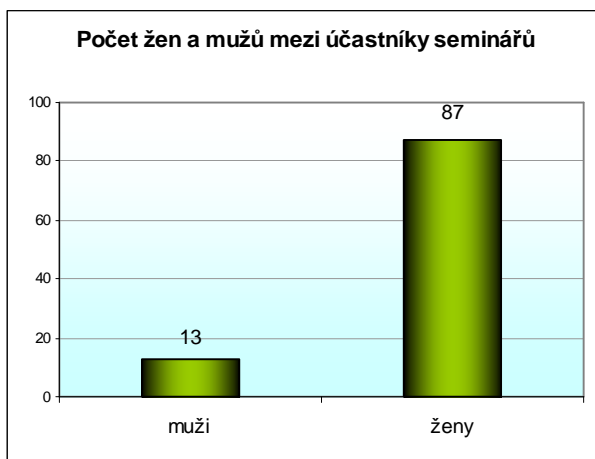
Účastníci semináře

Celkem se všech seminářů zúčastnilo **106 učitelů chemie** ze základních a středních škol České republiky. Mezi účastníky jednoznačně **převažovaly ženy**, a to vyučující ze **základních škol**. Nejvíce respondentů učí chemii na školách v obcích **do 5 tisíc obyvatel**.

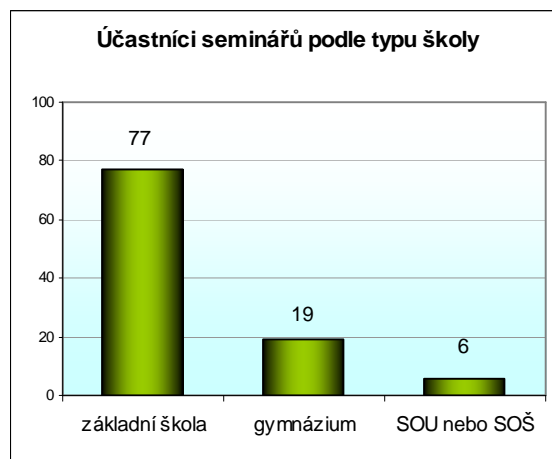
Ve srovnání s předcházejícím cyklem seminářů vedených RNDr. Renatou Šulcovou, Ph.D. a jejími spolupracovnicemi v letech 2004–2007 a zaměřených na projektovou výuku [28], v praktických seminářích „Netradiční školní a domácí experimenty“ bylo nižší zastoupení mužů (13 % oproti 24 % v předcházejících letech) a vyšší zastoupení vyučujících ze základních škol (75 % oproti 59 % v předcházejících letech). Tyto rozdíly jsou zřejmě ovlivněny i **místem konání seminářů**, kapacita seminářů konaných v Praze a Brně se totiž obvykle zaplní již vyučujícími z místních gymnázií, kteří mají nejbližší kontakty na příslušnou univerzitu nebo pedagogické centrum – není-li účast výslovně nabízena pouze učitelům z příměstských škol a přilehlých obcí, jako tomu bylo v praktickém semináři v Praze v roce 2009, určeném pro učitele ze Středočeského kraje.

Typickým účastníkem semináře „Netradiční školní a domácí experimenty“ byla tedy **učitelka chemie na vesnické základní škole**. Zatímco učitelé chemie v Praze a v dalších krajských městech nemají obvykle potíže s vybavením škol a mohou díky snadné dostupnosti univerzit využívat pestrou nabídku možností dalšího vzdělávání, jsou typičtí účastníci, resp. typické účastnice našeho semináře ve značné nevýhodě, pokud jde o zlepšení stavu v oblasti zařazování experimentů do výuky chemie. Proto, přes všechno nepohodlí a obtíže, které s sebou nese pořádání podobných praktických seminářů mimo dobře vybavenou a zásobenou univerzitní laboratoř s veškerým zázemím, považují za nesmírně důležité věnovat i v budoucnosti **velkou pozornost** této skupině vyučujících chemie v našich regionech.

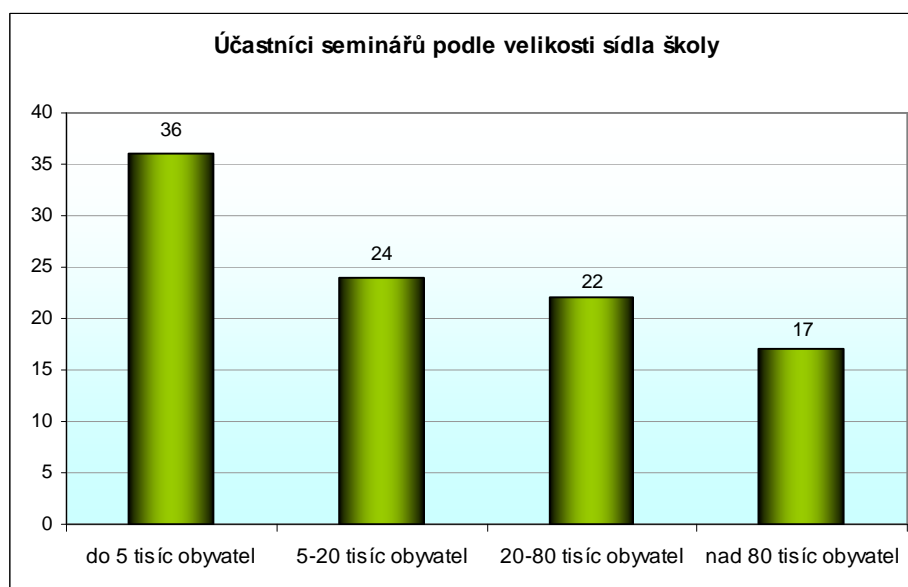
Grafy 21–23 znázorňují **složení účastníků seminářů** z hlediska pohlaví, typu školy a velikosti obce, v níž škola sídlí. Celkové počty respondentů se poněkud liší a jsou nižší než uvedených 106 účastníků z toho důvodu, že někteří nevyplnili příslušné údaje v dotaznících.



Graf 21: Složení účastníků semináře podle pohlaví



Graf 22: Složení účastníků semináře podle typu školy, na které vyučují



Graf 23: Složení účastníků semináře podle velikosti sídla školy, na které vyučují

3.1.2. Hodnocení semináře

Na základě dat z **dotazníkového šetření** mezi zúčastněnými pedagogy jsem vyhodnotila úspěšnost semináře. Kromě hodnocení obsahu, využitelnosti ve výuce a motivačního efektu prezentovaných experimentů vyučující vyjmenovávali, resp. zaškrtovali v seznamu (v pozdějších verzích dotazníku) ty experimenty, které jistě ve výuce použijí. Tato část hodnocení byla **nejpodstatnější zpětnou vazbou** pro mě jako autorku některých nenáročných modifikací experimentů s přírodními látkami. Byl též dán prostor pro další připomínky a sdělení lektorkám. Všechny verze dotazníků jsou uvedeny v příloze na straně 175–180.

Hodnocení obsahu, využitelnosti a motivačního efektu prezentovaných námětů

K hodnocení jednotlivých aspektů semináře – přínosnosti obsahu, jeho využitelnosti ve výuce a motivačního efektu – jsem využila čtyřbodové škály, přesné formulace položek nabízí následující ukázka z dotazníku pro učitele (74 účastníků vyplnilo tuto část dotazníku):

Obsahová přínosnost tohoto semináře

velmi mnoho nových námětů dost nových námětů několik nových námětů téměř všechny pokusy v tomto provedení znám

Praktická využitelnost tohoto semináře

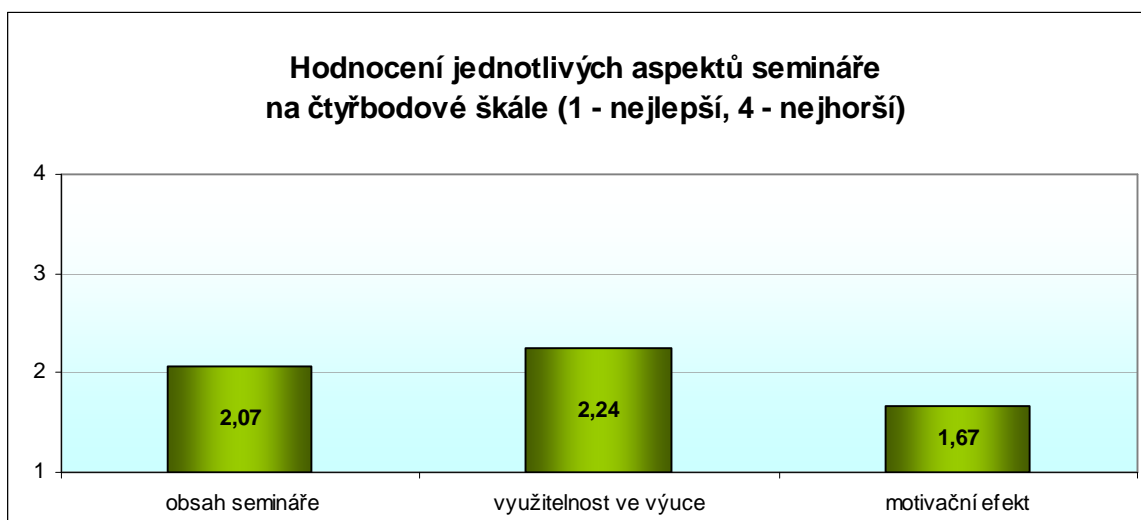
většinu pokusů mohu využít při výuce dost pokusů mohu využít při výuce několik pokusů by se dalo využít při výuce prakticky nic nemohu využít při výuce

Motivační a aktivizační funkce nabízených experimentů

velmi motivující zpracování pokusů řada pokusů zpracována motivujícím způsobem některé pokusy zpracovány motivujícím způsobem většina pokusů není dostatečně motivující

Obrázek 8: Ukázka z dotazníku – hodnocení semináře (celý dotazník je uveden v příloze, strana 175)

Nejlépe byl hodnocen motivační efekt prezentovaných pokusů a kupodivu také novost námětů, přestože u většiny experimentů jde spíše o konkrétní zajímavé varianty dobře známých reakcí. Praktická využitelnost obsahu semináře dopadla relativně „nejhůře“.



Graf 24: Hodnocení obsahové přínosnosti, využitelnosti ve výuce a motivační funkce experimentů

V připomínkách a komentářích k semináři se dvakrát objevila stížnost, že učitel nemůže využít celou řadu prezentovaných pokusů při výuce na základní škole, neboť žáci **nemají dostatečná vědomosti, případně ani schopnosti pro to, aby principy pozorovaných reakcí pochopili**. Domnívám se, že tímto přístupem si učitelé kladou zcela zbytečné překážky. Je pochopitelné, že žáci nejen na základní škole, ale u některých pokusů ani na gymnáziu nemohou dostatečně hluboce pochopit princip reakce, kterou při pokusu využívají. Podobně se ovšem chováme ve svém každodenním životě – např. řada žen používá těhotenské testy, aniž by měly představu o tom, jak přesně chemicky fungují. Využití daného experimentu ve výuce nemusí být nutně soustředěno na vysvětlení principu pozorované reakce (na což se často omezuje), nýbrž například na **využití pozorované reakce při zkoumání a objevování jiných jevů, vztahů a procesů**. Žák nemusí mít představu o povaze komplexu vznikajícího

při biuretovém testu, aby dokázal navrhnout pokusy ověřující obsah bílkovin v potravinách doporučených pro výživu vegetariánů a veganů. Presentovaný přístup učitelů se dotýká již staletí existujícího konfliktu mezi **teorií materiálního a formálního vzdělání**, tedy jistého soupeření mezi takovým přístupem ke vzdělávacímu obsahu, který zdůrazňuje učební látku (chemické poznatky a specifické dovednosti), a přístupem, který zdůrazňuje rozvoj osobnosti žáka, jeho schopností a obecnějších dovedností (např. plánovat vlastní práci, argumentovat, kriticky hodnotit informace) [32]. Pochopitelně se nelze spokojit ani s jedním z extrémů a aktuální vzdělávací dokumenty integrují oba přístupy – rámcové vzdělávací programy explicitně „zrovnoprávnily“ obecné klíčové kompetence s konkrétním učivem jednotlivých předmětů, když obě složky zařadily mezi hlavní cíle vzdělávání [26]. Z tohoto hlediska tedy nelze nic namítat v případě, že daná učební činnost neslouží k osvojení konkrétního nového poznatku, ale „pouze“ k tréninku některé obecnější dovednosti či rozvoji určité schopnosti žáka. Na druhou stranu, odborně i didakticky způsobilý učitel by měl dokázat vhodným způsobem vysvětlit či přiblížit i složitý princip reakce žákům, kteří o to projeví zájem.

Z tohoto důvodu považuji za významné doplňovat prezentované experimenty komentáři týkajícími se **různých variant jejich využití ve výuce chemie** a usnadnit tak učitelům práci při volbě vhodné formy jejich zařazení do svých hodin.

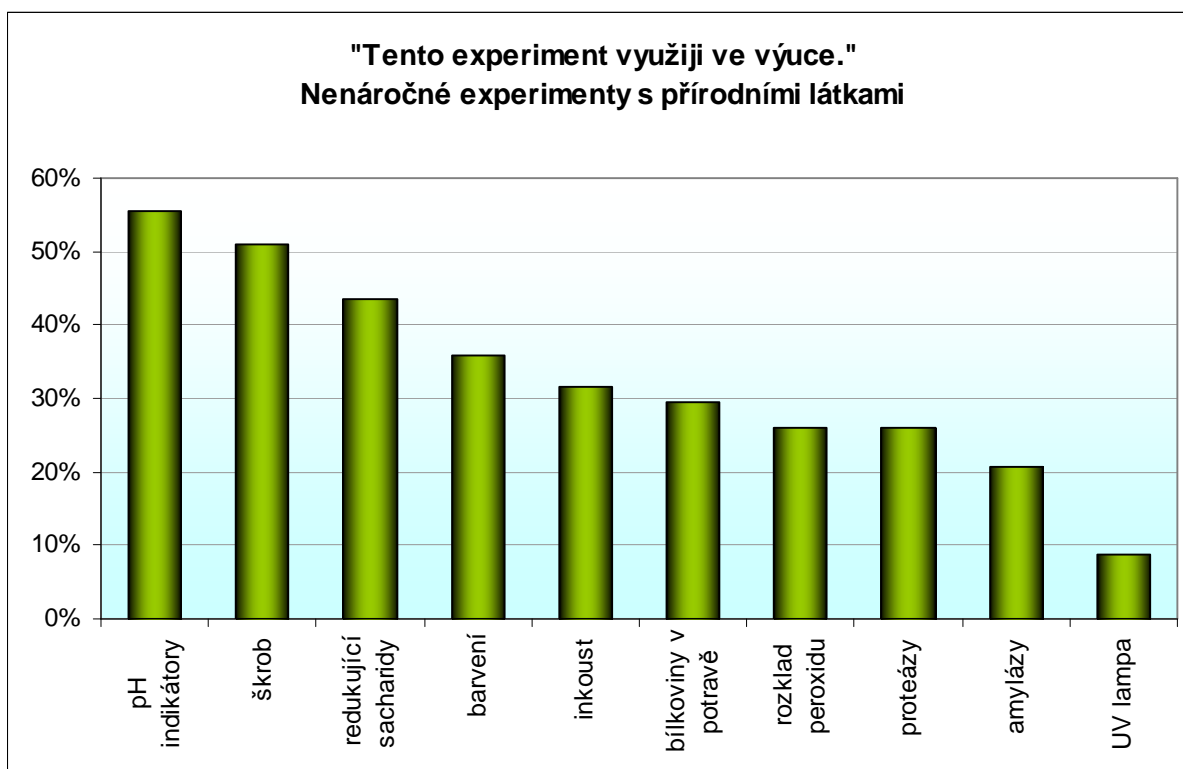
Využitelnost prezentovaných experimentů ve výuce

V tomto šetření byly hodnoceny také **jednotlivé experimenty** z hlediska jejich využitelnosti ve výuce. Odpovídalo celkem **92 účastníků** semináře, experimenty, které určitě hodlají do výuky chemie zařadit, vypisovali buď slovně, nebo zaškrtovali v seznamu. Největší zájem byl o experimenty s červenými barvivy jako pH indikátory, zkoumání nehomogenity pole v mikrovlnné troubě, hledání škrobu v levných uzeninách či jogurtech, chromatografie fixů a redukující sacharidy v potravě. Nejméně volené byly materiálně (na pomůcky či chemikálie) náročnější experimenty: „kuřák“, důkaz cholesterolu, formaldehyd v dřevotřískce a UV fluorescence barviv.

Tabulka 19: Experimenty prezentované na semináři, řazeno podle procenta učitelů, kteří experiment hodlají využít ve výuce

Experiment	% učitelů, kteří jej hodlají využít při výuce	Experiment	% učitelů, kteří jej hodlají využít při výuce
pH indikátory	55%	mikrovlnná trouba – sklo	32%
mikrovlnná trouba – faxový papír	53%	bílkoviny v potravě	29%
škrob v uzeninách	51%	mikrovlnná trouba – kovy	27%
chromatografie fixů	43%	rozklad peroxid	26%
redukující sacharidy	43%	hořící gel	26%
kouzelné baňky	42%	proteasy	26%
mikrovlnná trouba – redukující sacharidy	41%	nylonové vlákno	25%
faraonovi hadi	40%	amylasy	21%
medvídek	37%	duha	21%
barvení	36%	kuřák	17%
vitamín C	34%	formaldehyd	14%
sloní pasta	34%	cholesterol	12%
tajná sdělení	33%	UV lampa	9%
inkoust	32%		

Grafické znázornění se zaměřuje pouze na mnou navržené materiálně nenáročné experimenty s přírodními látkami (plus experiment s UV lampou). Nejméně volené byly experimenty zaměřené na enzymy (snad se učitelé obávají, že jsou pro žáky příliš teoreticky náročné) a zkoumání UV fluorescence barviv, ke kterému je nutno mít UV lampu. I tento experiment však některé učitele velmi zaujal, jak se následně ukázalo v diskusi nad použitelnými rostlinnými materiály.



Graf 25: Nenáročné experimenty s přírodními látkami podle % učitelů, kteří je hodljí využít při výuce

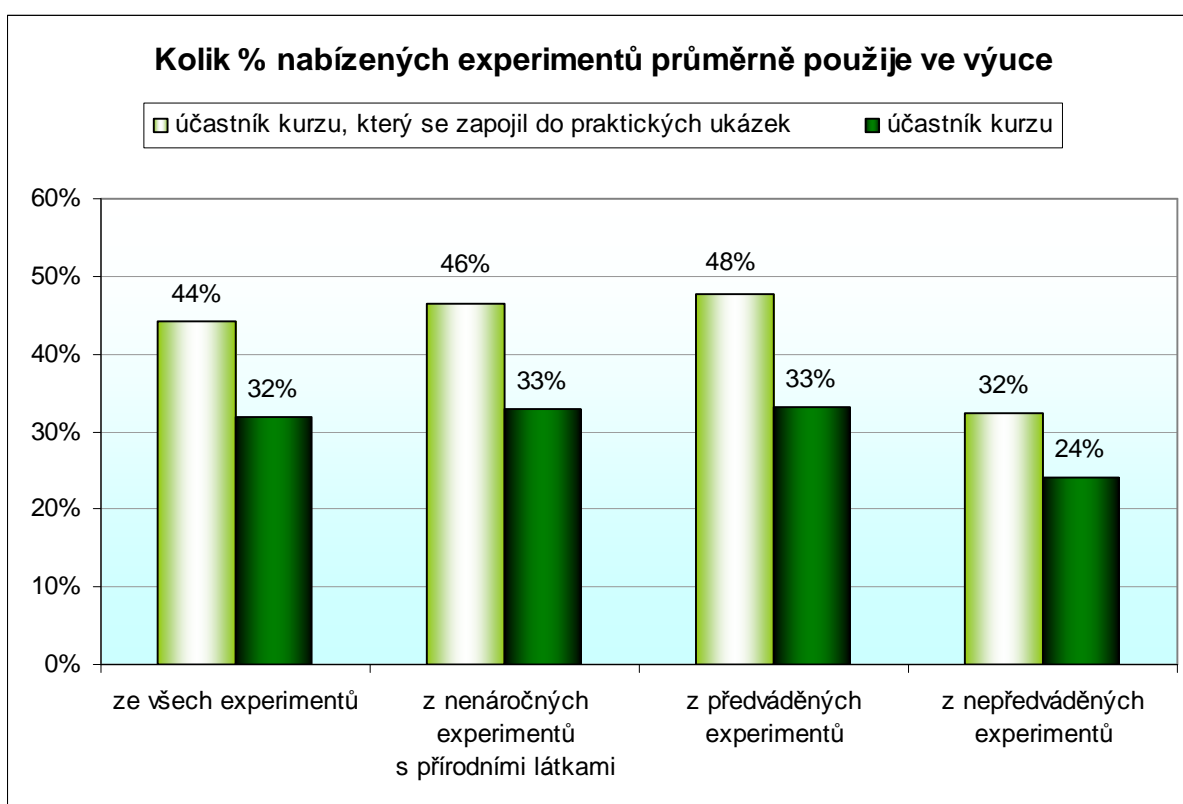
Vyhodnotila jsem také **rozdíly v četnosti výběru** jednotlivých experimentů v případě, že je učitelé měli vyjmenovávat po paměti, oproti zaškrtování příslušných pokusů v seznamu. Velké rozdíly (ve prospěch zaškrtování v seznamu, jak lze očekávat) se projevily u experimentů, které nebyly reálně předváděny (gumový medvídek, chromatografie) a dále u experimentů zařazených na začátku (kouzelné baňky) a úplně na konci semináře, jenž se obvykle odehrával už poněkud ve spěchu (hořící gel, tajná sdělení, sloní zubní pasta, faraonovi hadi). Tyto náměty z naznačených důvodů upadly během semináře v zapomenutí ve stínu svých výraznějších sousedů, jimž bylo věnováno více času, případně se učitelé zapojili i do jejich praktického provedení.

U skupiny nenáročných experimentů s přírodními látkami se výsledky při obou způsobech výběru **nijak dramaticky nelišily** – to napovídá, že si je učitelé dobře zapamatovali – s výjimkou důkazu bílkovin v potravinách a rozkladu peroxidu vodíku, které poskytnutím „nápovědy“ ve formě seznamu experimentů výrazně získaly. Důvodem je zřejmě opět časové zařazení experimentů: biuretová reakce poněkud zanikla vedle efektního pokusu s pH indikátory a zkoumání škrobu v uzeninách, zatímco rozklad peroxidu vodíku bramborovou katalasou byl zařazen na samém závěru semináře.

Na závěr jsem porovnávala, jaký vliv na výběr experimentu pro použití ve výuce měla **forma, jíž byl experiment v semináři prezentován**. Mohlo jít buď pouze o fotograficky

dokumentovaný pokus komentovaný v rámci prezentace, o reálnou ukázkou – demonstraci, anebo o reálnou ukázkou, do níž se zapojili sami učitelé. Z výsledků šetření vyplynulo, že účastníci kurzu, kteří se **zapojili do praktických ukázek** (na což byli v dotazníku také tázáni), si průměrně vybírali více experimentů pro použití ve výuce, a to ve všech kategoriích. Dále si účastníci vybírali výrazně častěji z **experimentů reálně předváděných** než z těch, které byly představeny pouze v prezentacích, přestože v obou skupinách se vyskytovaly jak experimenty poměrně náročné, tak experimenty zcela materiálně nenáročné. Pozorovaný trend zcela potvrzuje pedagogickou zásadu, že nejpevnější vztah si člověk vybuduje k informacím, které **přijímá co nejaktivnějším formou**.

Z mých námětů na nenáročné experimenty s přírodními látkami si účastníci semináře vybrali průměrně necelou polovinu pro použití ve své výuce, opět se pozitivně projevilo, zda si účastník experiment mohl sám vyzkoušet.



Graf 26: Vliv formy představení experimentů na jejich výběr pro použití ve výuce

Předpokládala jsem, že vyučující budou **řadu experimentů znát** ještě z dob studií, neboť jde o skutečně dobře známé a tradičně vyučované chemické děje, jevy a reakce. Ukázalo se však, že i tyto návody jsou pro ně velice přínosné, neboť je často **nepoužívají** buď z toho důvodu, že **nemají vhodné vybavení** (např. Fehlingův test redukcí sacharidů, který jsem modifikovala pro použití rychlovarné konvice namísto často nedostupných kahanů) či **potřebné chemikálie** (důkaz fenolu reakcí se železitými ionty, který jsem modifikovala na důkazy přírodních fenolů, především gallotaninů z žaludů a duběnek), anebo znají pouze **jedinou možnost využití ve výuce** (např. přírodní pH indikátory se omezují pouze na červené zelí, biuretová reakce pouze na vaječný bílek). Ověřila a potvrdila jsem tedy svou hypotézu, že se vyplatí, kromě navrhování nových experimentů, hledat také **další konkrétní způsoby využití již dobře známých reakcí** pro výuku chemie, zejména v námětech zdůrazňujících vlastní aktivitu a bádání žáků.

Slovní hodnocení, připomínky a komentáře účastníků

V tomto odstavci dávám prostor samotným účastníkům semináře a jejich hodnocení:

- Ø Velmi pěkné náměty, které lze využít ve výuce, řada praktických ukázek, úžasná atmosféra. (učitelka gymnázia, Hostinné)
- Ø Jeden ze skvělých seminářů, řada praktických a použitelných věcí. (učitelka gymnázia, Hořice)
- Ø Hodnotím kladně, mnoho pokusů znám, děkuji za krásné zanícení pro věc. (učitelka ZŠ, Hořice)
- Ø Bohužel spousta pokusů se nedá na ZŠ detailně vysvětlit chemicky, je u nich pouze barevný efekt. Jinak super! (učitelka ZŠ, Vinařice)
- Ø Seminář byl velmi přínosný, získal jsem řadu cenných informací. (učitel ZŠ, Kaznějov)
- Ø Bylo to úžasně praktické! Děkuji. (učitelka ZŠ, Kozojedy)
- Ø Velmi zdařilá akce, spousta nových námětů. (učitelka ZŠ koly, Horní Bříza)
- Ø Pěkné, pokusy, které mohou předvést i na ZŠ v nedostatečně vybavené chemické laboratoři. (učitelka ZŠ, Kyselka)
- Ø Kladně hodnotím, že dané pokusy vidím názorněji. Je dobré, že mohu využít dosti dostupných látek, neboť jsou problémy s chemikáliemi. (učitelka ZŠ, Plesná)
- Ø Jsem začínající učitelka, tak nemám zkušenosti, studium na VŠ mě v tomto směru moc neobohatilo. Pokusy se mi líbily a velmi jsem se inspirovala. (učitelka ZŠ, Cheb)
- Ø Velmi podnětné, oceňuji nenáročnost experimentů, cenovou dostupnost, možnost mnoha kombinací a modifikací, pěkné, dobře připravené J (učitel, Středočeský kraj)
- Ø Seminář byl pěkně připraven, oceňuji praktické provedení i vlastní zapojení do pokusů. (učitelka ZŠ, Hbity)
- Ø Seminář na výuku chemie velmi přínosný. (učitel SOU, Hubarov)
- Ø Seminář mne zaujal, jistě některé experimenty použiji ve výuce. Děkuji za inspiraci. (učitelka ZŠ, Chodov)

3.1.3. Závěr

Celkově hodnotím tento cyklus seminářů jako velmi **úspěšnou aktivitu podporující zařazování experimentů do výuky chemie** především na školách, které se potýkají s nedostatečným materiálním vybavením i chybějícími náměty a návody. O přínosech semináře svědčí už to, že jak koordinátoři z pedagogických center, tak samotní účastníci – učitelé chemie – projevovali **velký zájem o další pokračování**, případně opakované uspořádání semináře v dané lokalitě, a také o návody k experimentům v tištěné podobě nebo na CD. Z výsledků dotazníkového šetření provedeného mezi 106 zúčastněnými pedagogy vyplynulo, že jde z velké části právě o tu **cílovou skupinu** „nejpotřebnějších“, na niž se ve své práci zaměřuji. Ohlas na jednotlivé náměty k nenáročným experimentům s přírodními látkami, které jsem pro tento účel vyvinula, i celkové slovní hodnocení semináře dokázalo, že tyto návody jsou pro učitele **zajímavé a mohou je dobře využít ve svých hodinách**, zejména pokud jim budou současně nabídnuty konkrétní podněty pro zařazení do výuky chemie na základní škole, a že tedy seminář skutečně **splnil cíle**, které jsem na něj kladla. Pro svou budoucí práci si odnáším zejména tyto náměty získané z interakcí s učiteli během seminářů:

- **názornost**, ať už zařazení fotodokumentace, reálných ukázek či dokonce vlastní aktivity účastníků, je významným aspektem povzbuzujícím „odvahu“ k zařazení nového experimentu do výuky

- **zveřejnění na internetu** významně zvyšuje dostupnost materiálů, učitelé je oceňují
- **didaktické a metodické poznámky** k využití experimentů s náročnějším teoretickým základem mohou učitelům usnadnit zařazování těchto experimentů do výuky
- učitelé mají nedostatek použitelných návodů pro experimenty z oblasti chemie **uhlovodíků a jejich derivátů** (9. ročník ZŠ)
- učitelé nepotřebují ani tak zcela nové experimenty, jako spíše **vhodné** (bezpečné, materiálně nenáročné, aktivizující) **modifikace a modelové pokusy** ilustrující již dobře (i notoricky) známé chemické reakce

V současné době se proto dále zabývám navrhováním bezpečných modelových experimentů s přírodními látkami k ilustraci chemie uhlovodíků a jejich derivátů v rozsahu učiva devátých ročníků základních škol, které snad v budoucnu budou obsahem podobného cyklu seminářů. Současně se semináři dalšího vzdělávání je ovšem potřeba podobné experimenty zařazovat do **pregraduální přípravy budoucích učitelů chemie** na pedagogických či přírodovědných fakultách našich univerzit, a právě v této etapě vzdělávání poskytnout studentům maximum materiálů s návody, náměty pro využití ve výuce a možnost praktického vyzkoušení.

3.1.4. Experimenty s přírodními látkami v učebnicích chemie

Rešerší běžně používaných učebnic chemie pro základní a střední školy a publikací zaměřených na školní chemické pokusy jsem získala následující poznatky (**tabulky 20–22**) o zařazování nenáročných experimentů s přírodními látkami do výuky chemie (použila jsem vždy celou sérii učebnic – všechny díly včetně pracovních sešitů – a uvádím pouze ty experimenty, které byly uvedeny alespoň v jedné učebnici):

Tabulka 20: Nenáročné experimenty s přírodními látkami v učebnicích chemie pro gymnázia

	Chemie pro střední školy Banýr a kol, SPN 1995 	Chemie pro gymnázia Kolář, Kodíček, Pospíšil, SPN 1997 	Chemie pro čtyřletá gymnázia Mareček, Honza OLOMOUC 1998 	Chemie pro střední školy (překlad) Eisner, Amann, Scientia 2000 
Důkaz škrobu	škrob	škrob	x	škrob, brambor, mouka, fazole
Slinné amylasy	x	ano	x	x
Redukující sacharidy	glukosa	glukosa, med, ovocná šťáva	x	glukosa, jablko, víno, rozinka, med
Hydrolýza sacharosy	ano	ano	x	ano
Sacharasa	x	x	x	ano
Biuretová reakce	bílek	bílek, aminokyseliny	x	chléb, hrách, jablko, mléko, brambor, ořechy, bílek
Denaturace bílkovin	bílek	bílek	x	bílek
Rostlinné proteasy	x	x	x	čisté enzymy (pepsin)
Přírodní fenoly	fenol	fenol	x	x
Barvení rostlinami	x	x	x	umělá barviva (alizarin, kongočerveň)

Tabulka 21: Nenáročné experimenty s přírodními látkami v učebnicích chemie pro základní školy

	Chemie pro 9. ročník ZŠ Novotný a kol. SPN 2000	Chemie pro 9. ročník ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnází Karger, Pečová, Peč PRODOS 1999	Chemie 9 pro ZŠ a víceletá gymnázia Skoda, Doulik FRAUS 2007	Základy praktické chemie pro 9. ročník ZŠ Beneš, Pumpř, Banýr FORTUNA 1999	Základy chemie 2 Beneš, Pumpř, Banýr FORTUNA 2004	Chemie na každém kroku Bílek, Rychtera MOBY DICK 2000	Chemie se nebojíme Los, Hejsková, Klečková Scientia 1996
Důkaz škrobu	brambor	škrob, brambor	škrob, brambor, banán	škrob	x	brambor, salám, rohlík, hrách, jablko... (laboratorní práce)	škrob, brambor, obiloviny
Slinné amylasy	x	ano	x	x	ano	substrátová specifita	substrátová specifita
Redukující sacharidy	glukosa, med, ovocná šťáva	med, jablko	glukosa, fruktosa, med, ovocné šťávy (vitamín C)	x	med, ovocná šťáva	jablko, brambor, slunečnice, rohlík (laboratorní práce)	syrovátka (laboratorní práce)
Hydrolyza sacharosy	x	x	ano	x	x	x	x
Sacharasa	x	x	x	x	ano (složitě)	x	x
Biuretová reakce	bílek, želatina, kasein	bílek	x	bílek	bílek	bílek	bílek
Denaturace bílkovin	bílek	bílek	bílek	x	x	bílek	bílek
pH indikátory	x	x	řepa, borůvky	černý čaj v textu	x	černý čaj, zelí	x
Červené zelí	ano	v pracovním sešitě	ano	zmíněno v textu	ano	ano	x
Přírodní fenoly	fenol	fenol	x	x	x	x	x
Barvení rostlinami	x	x	x	x	x	umělé barvivo DUHA	x
Katalasa	x	x	játra, vařená a syrová brambora	x	x	x	x

Tabulka 22: Nenáročné experimenty s přírodními látkami v příručkách školních chemických pokusů

	Jak (ne)vyhodit školu do povětří	Chemické pokusy pro žáky ZŠ	Chemické pokusy pro studenty SŠ	Chemické pokusy pro základní a střední školu	Seminář a praktikum z chemie pro 2. stupeň ZŠ	Chemické experimenty s vybranými produkty z obchodu	200 chemických pokusů	Školní pokusy z organické chemie	Chemicko-biologická praktika pro 7. a 8. ročník ZŠ
Důkaz škrobu	x	brambor	škrob, mouka, pudink	brambor	řada potravin	brambor	x	x	x
Slinné amylasy	x	x	ano	specifita enzymu	ano	ano	vliv pH, teploty, specifita	vliv teploty	specifita enzymu
Redukující sacharidy	x	jablko, med, mléko (40% NaOH!!!)	mléko	ovoce, med, mléko	rozinky, mléko	jablko, med, pomeranč, zelenina, vit. C	glukosa, vit. C	med, mléko, vit. C	jablko, pomeranč
Hydrolyza sacharosy	x	x	ano (velmi složitě)	ano	x	popis bez důkazu produktů	x	ano	x
Sacharasa	x	x	x	specifita enzymu	složitý návod	x	specifita enzymu	vliv pH	vliv pH, teploty, specifita
Biuretová reakce	x	fazole, mléko	mléko, bílek, fazole	bílek	řada potravin	brambor	bílek	bílek	bílek
Denaturace bílkovin	x	x	sušená smetana	bílek	x	bílek	bílek	x	bílek
Rostlinné proteasy	x	x	x	x	x	x	x	x	čistý pepsin
pH indikátory	zelí, řepa, šalotka, rybíz, muškát (v textu)	ovocný čaj, řepa, zelí	x	zelí, řepa, borůvky, ořechy	x	ovocný čaj	x	x	zelí, červená řepa
Červené zelí	ano	ano	x	ano	x	ano	x	ano	ano
Barviva v květech	x	x	x	x	x	x	změny barvy v roztocích	x	x
Přírodní fenoly	duběnkový inkoust (náročný postup)	x	fenol	fenol	x	čaj (velmi složitě, s železným hřebíkem)	x	fenoly	x
Barvení rostlinami	použití rmenu a bavlny	cibule, káva, kopřivy, barvení vajec a bavlny	x	barvení indigem, příprava barviva, náročné	x	x	x	x	x
UV fluorescence	x	x	x	x	x	riboflavin	x	x	x

Z rešerše učebnic a doplňkových materiálů vyplynulo, že některé níže popsané náměty na jednoduché experimenty vůbec do výuky zařazovány nejsou, jiné (a to velmi často) pouze ve formě demonstrace určitého jevu na jediné výchozí látce, tedy bez příležitosti k vlastní badatelské aktivitě žáků. Některé návody jsou také zbytečně náročné, co se týče používaných

chemikálií nebo složitosti pracovních postupů. Pokud jde o samostatně plánované žákovské experimenty a empirické poznávací postupy jako východisko přírodovědného poznání, nelze říci, že by dostupné učebnice chemie a příručky pro zařazování experimentů do výuky poskytovaly učitelům v tomto ohledu optimální podporu.

3.1.5. Přehled experimentů

Nenáročné experimenty s přírodními látkami, k nimž jsem vytvořila následující pracovní návody a náměty pro výuku, jsou nejčastěji modifikací známých experimentů zohledňující **nedostatečné materiální vybavení** na školách a **bezpečnostní rizika** při práci s některými chemikáliemi. Především však zdůrazňují **samostatnou, nejlépe badatelskou aktivitu žáků**, nikoli pouhé ověření jedné poučky nebo demonstraci určitého jevu, jak je bohužel u experimentů zařazovaných do učebnic chemie pro základní a střední školy často zvykem. Z těchto důvodů jsou popsané varianty pracovních návodů o něco časově náročnější a jsou zamýšleny spíše pro **laboratorní práce** (v laboratoři, odborné učebně nebo i v běžné třídě), jako **domácí učební práce** (pro celou třídu, jako referát, součást projektu, „náhradní laboratorní práce“ pro chybějící) nebo jako delší **samostatná práce** při hodině – než k rychlému předvedení během výkladu. **Umožnění samostatné a tvořivé činnosti má zásadní význam pro rozvoj osobnosti žáka** – vzbuzuje jeho zájem a je zdrojem citového prožitku, zvyšuje identifikaci žáka s učivem a učební činností, rozvíjí jeho senzomotorické dovednosti, umožňuje poznávání různými smysly, povzbuzuje tvořivost, poskytuje prostor pro rozvoj dovedností jako plánovat vlastní práci, připravovat materiál pro pokus, zpracovat protokol. Kromě toho lépe uvádí žáka do **kontaktu s realitou** – žák se musí potýkat s nesnázemi při realizaci svého záměru, poznává složitost skutečnosti a její rozpornost [32].

Každý návod k experimentu obsahuje zadání, řešení s fotodokumentací a náměty a rozšíření a poznámky pro využití ve výuce chemie. Dále jsou uvedeny informační zdroje, z nichž pokus vychází, jeho zařazení v běžných učebnicích chemie a můj vlastní přínos k popsané variantě určené pro školní výuku. Vzhledem k zaměření této práce se soustředím především na svůj vlastní příspěvek k danému námětu, tedy na **ověření pracovního postupu a didaktické a metodické poznámky a náměty**. Kompletní návody včetně podrobných pracovních postupů a seznamů pomůcek a chemikálií s údaji o nebezpečnosti lze nalézt v brožůře *Jednoduché experimenty s přírodními látkami* v příloze této práce nebo u příslušných experimentů v publikaci *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie* (na přiloženém CD), v níž jsem mnohé z popisovaných experimentů publikovala již v roce 2007. U fotodokumentace, kterou jsem nepořídila osobně, uvádím jména autorů nebo obecné označení „účastníci distančního kurzu“.

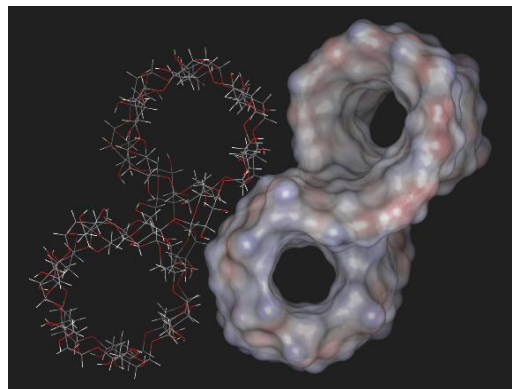
Experimenty v tomto přehledu, které tvořily obsah semináře *Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři*, byly postupem času dále zdokonalovány a doplňovány, proto se může lišit jejich podoba v této práci a v publikaci *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*.

1) **Důkaz škrobu**

Zadání: Prozkoumejte obsah škrobu ve vybraných potravinách a materiálech z domácnosti na základě jodškrobové reakce. Rozdělte potraviny do skupin z hlediska výsledku barevné reakce. Určete, jakou funkci má škrob v různých typech zkoumaných vzorků.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Škrob je směs polysacharidů tvořených spojením mnoha glukosových jednotek. Skládá se ze dvou typů polysacharidů – lineární amylosy tvořící šroubovice (viz **obr. 9**) a větveného amylopektinu. Důkaz škrobu v potravinách a dalších materiálech je založen na interakci jodu s amylosou za vzniku barevného komplexu. Reakce se projevuje vznikem tmavého, modročerného zbarvení.



Obrázek 9: šroubovicová struktura amylosy (dva typy zobrazení)

Pomocí této reakce lze zkoumat přítomnost škrobu v různých částech rostlinných a živočišných organismů a usuzovat tak na funkci škrobu v těchto organismech. V rostlinách žáci naleznou vysokou koncentraci škrobu v semenech a hlízách, zatímco v listech, květech a oplodí nikoli, mohou tedy usoudit na zásobní funkci této látky. Ve řadě základních potravin žáci škrob naleznou a mohou tedy usoudit, že jej člověk využívá jako potravu. V živočišných vzorcích (maso, mléko, bílek, kůže) žáci škrob nenaleznou a mohou tedy usoudit, že přestože někteří živočišové využívají škrob jako potravu, zpracovávají jej a dále už se v jejich těle nevyskytuje. (Je vhodné upozornit žáky na rozdíl mezi škrobem a glykogenem.)



Obrázek 10: pozitivní test škrobu – kukuřice, oves, rýže, ječmen, pšenice, brambor, celer, mrkev



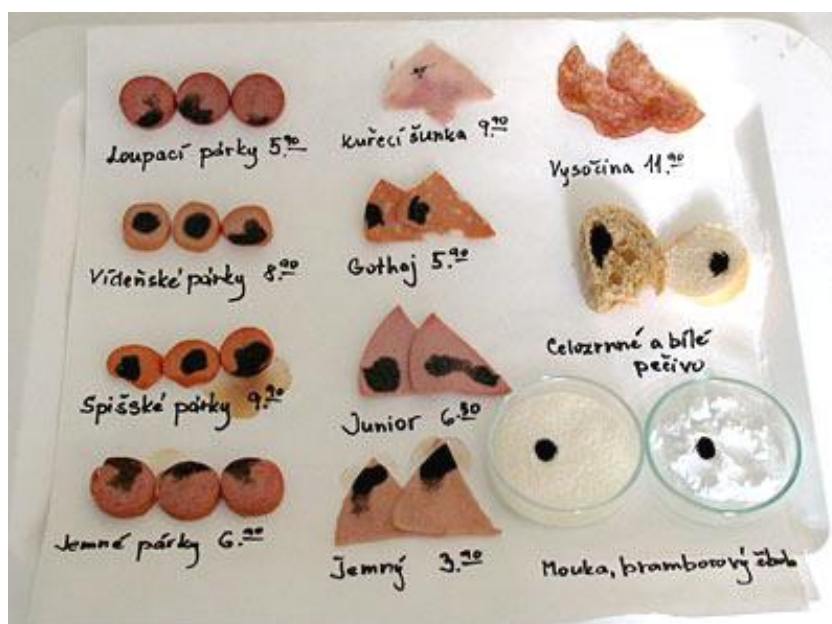
Obrázek 11: negativní test škrobu – citrusová kůra, zelí, mléko, chřupavka, kuřecí maso, kuřecí kůže
(foto účastníci distančního kurzu a autorka)

Tzv. „rozpuštěný škrob“ ve škrobence na prádlo, některých pudincích nebo v lepidle Herkules dává při reakci s jodem pouze růžové zbarvení. V těchto výrobcích se totiž nevyskytuje škrob, ale produkty jeho hydrolýzy, kratší řetězce glukosových jednotek zvané dextriny. Jsou lépe rozpustné ve vodě než samotný škrob a používají se např. jako lepidla.



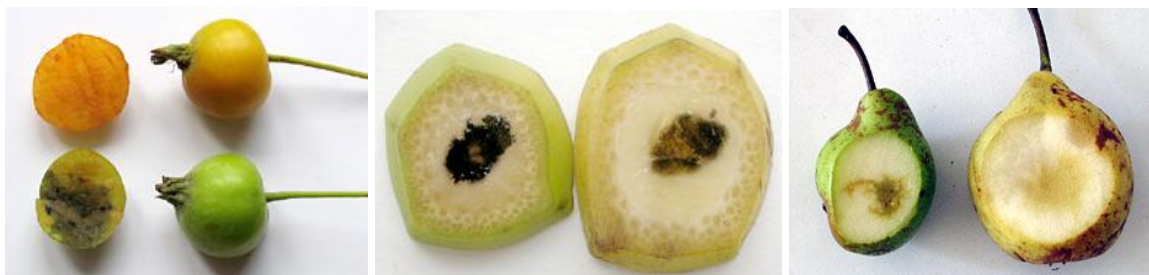
Obrázek 12: důkaz dextrinu – lepidlo Herkules a pudink

Další možností je zkoumat obsah škrobu v určitém druhu výrobků a porovnávat přítomnost škrobu s cenou výrobku a údaji o složení na etiketě (jsou-li dostupné). Vhodným výrobkem mohou být jogurty (pozor, některé nejlevnější jsou zahušťovány želatinou, nikoli škrobem), kečupy či rajčatové protlaky, přesnídávký, párky nebo salámy. Škrob se jako plnidlo či zahušťovadlo přidává např. do pomazánkového másla, majonéz nebo lékových tablet.



Obrázek 13: přítomnost škrobu v nejlevnějších párcích, salámech a jogurtech (jogurt Activia neobsahuje škrob, stejně tak nejlevnější bílý jogurt, který je ale místo toho zahuštěn vepřovou želatinou)

V některých druzích nezralého ovoce (jablka, hrušky, banány) se vyskytuje poměrně vysoké množství škrobu, které se zráním snižuje, jak se škrob přeměňuje na jednoduché cukry. Úbytek škrobu během zrání plodů lze sledovat v pozdním létě na malvicích, případně celoročně na dovezených banánech.



Obrázek 14: úbytek škrobu během zrání jablek (okrasná jablona), banánů a hrušek

Experiment je naprosto nenáročný jak na pomůcky, tak na chemikálie. Žáci jej mohou snadno provést i doma s Jodisolem. Vzhledem k množství zkoumatelných výrobků se nabízí i možnost skupinové práce (každý žák přinese něco), žáky je možno nechat testovat jejich vlastní svačiny, čímž se ještě více podpoří aktivizační prvek. Experiment je též vhodný jako část projektu z oblasti lidské výživy či potravinářství, zkoumání obsahu škrobu ve zralých a nezralých plodech lze spojit s výukou biologie, v efektní formě je pokus vhodný k předvedení na „dni vědy“ či „dni otevřených dveří“ – opět např. se zapojením diváků a jejich svačin.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Barevná reakce jodu a škrobu je dobře známá [44] a tento experiment je běžně zařazován do učebnic chemie pro základní a střední školy – ovšem pouze výjimečně v jiné formě než ověření přítomnosti v bramboru, případně mouce. Jako zdroj informací jsem použila učebnice fyziologie rostlin a potravinářské chemie [45], [46]. Můj příspěvek spočívá v ověření na konkrétních surovinách, navržení postupu pro použití ve formě domácího úkolu a vytvoření námětů pro využití ve výuce spojené s badatelskou aktivitou žáků – odvozování funkce škrobu ve zkoumaných organismech, porovnávání obsahu škrobu v levných a dražších variantách téhož potravinářského výrobku, sledování změn obsahu škrobu během zrání plodů.

2) Škrob v planých rostlinách

Zadání: Na základě studia vhodné literatury vyhledejte plané rostliny, které sloužily (slouží) lidem jako zdroj pro výrobu náhražek chlebové mouky. Zkoumejte tyto rostliny z hlediska obsahu škrobu. Pokud škrob přítomen není, jaká jiná zásobní látka jej nahrazuje?

Řešení a možnosti využití ve výuce:

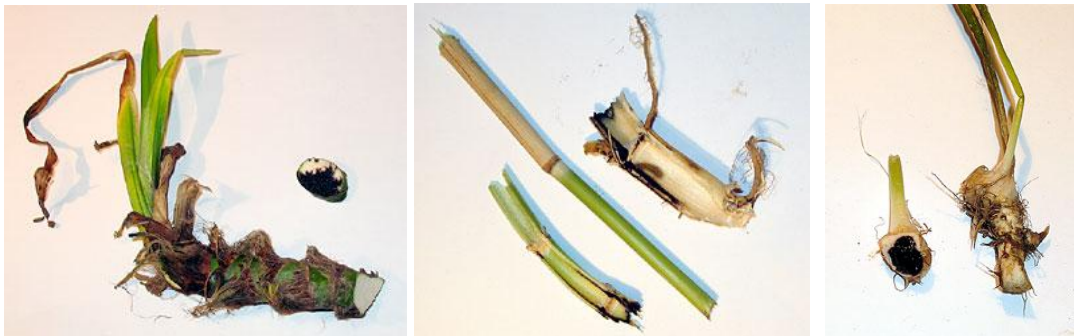
Testování obsahu škrobu se může stát základem projektu na námět lidské výživy v době nedostatku (např. hladomorů – lze spojit s výukou dějepisu a botaniky, případně pracovních činností – příprava pokrmu z planých rostlin). Mouka se v dobách nedostatku připravovala z trav (dnes ve městech i na vsi běžně najdeme ječmen myší, různé druhy bérů, ježatku, případně proso rumištní – okolo chodníků, cest, na zanedbaných trávnících), z rostlin z čeledi merlíkovitých (merlíky, lebedy, laskavce jsou zcela běžným plevelem v lidských sídlech, vroubí chodníky a cesty, vyskytují se na rumištích, polích, úspěšně osidlují výsypky stavebního materiálu), ze semen motýlokvetých (hrachory, vikve), z podzemních částí řady vodních rostlin (puškovec, skřípina, šípka, šmel) i z některých plodů a semen stromů a keřů (žaludy, kaštany, bukvice, hložíky), kořenech mrkve obecné, šťovíku, oddencích chmele atd.



Obrázek 15: škrob v semenech trav (bér zelený, ječmen myší, ježatka)



Obrázek 16: škrob v semenech rostlin z čeledi merlíkovitých (lebeda lesklá, laskavec, merlík bílý)



Obrázek 17: škrob ve vodních rostlinách (oddenek puškorce, stěny stonků rákosu, oddenek šmelu)



Obrázek 18: škrob v hložíkách, žaludech, kořeni mrkve obecné (na dřevnatém středu zůstal jod oranžový – neobsahuje škrob), v zelených semenech hrachoru, v oddenku chmele

Některá semena škrob prakticky neobsahují (jádra meruněk, bukvice, semena jehličnanů). Zásobní látkou je zde olej (tuk), jak se lze přesvědčit, rozdrťme-li semeno mezi dvěma papíry – objeví se mastná skvrna dobře viditelná proti světlu.

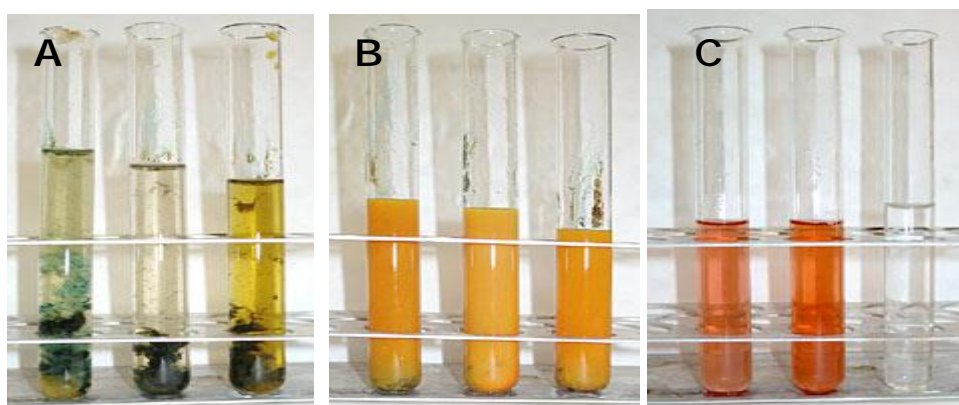


Obrázek 19: tuk v jádře meruňky, v bukvi, v borových semenech

Také u některých podzemních částí jedlých rostlin z čeledi hvězdnicovitých (hlízy běžné zahradní rostliny slunečnice topinamburu, kořeny čekanky, lopuchu, pampelišky, kozí brady luční) se škrob nevyskytuje. Tyto rostliny obsahují polysacharid inulin tvořený převážně molekulami fruktosy. Inulin se snadno hydrolyzuje v kyselém prostředí (stačí nakrájený kořen povařit 10 minut s 2 cm³ 10% HCl a 80 cm³ vody), vzniklá fruktosa dává pozitivní Fehlingův test. Že z inulinu vznikla fruktosa a ne glukosa, ukážeme Selivanovou reakcí (zahřívání 1 cm³ vzorku s krystalkem resorcinolu a 4 cm³ 10% HCl). Během krátké doby roztok zčervená (přítomnost ketosy), zatímco kontrolní roztok glukosy reaguje za výrazně delší dobu.



Obrázek 20: nepřítomnost škrobu (na řezu kořene/hlízy zůstává oranžový jod) u čekanky, lopuchu, pampelišky a topinamburu



Obrázek 21: A – negativní Fehlingův test u kořene čekanky, pampelišky a lopuchu (hnědá sraženina oxidu měďnatého), B – pozitivní Fehlingův test po kyselé hydrolyze inulinu, C – pozitivní Selivanova reakce (zčervenání) u hydrolyzátu kořene čekanky a pampelišky, negativní u kontrolního roztoku glukosy

Pokud si můžeme být zcela jisti správnou identifikací jedlé rostliny a jejím sběrem na čistém místě (les, louka, zahrada – nikoli prašná místa či chemicky ošetřovaná pole), lze z rostlin v rámci projektu připravit pokrm podle některého z receptů uvedených v publikacích o

jedlých planých rostlinách. Hodí se zejména některé kořeny (vařený lopuch, pupalka), případně listy upravené jako špenát (merlíky, lebedy, bršlice) nebo salát.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Barevná reakce jodu a škrobu je dobře známá [44] a tento experiment je běžně zařazován do učebnicích chemie pro základní a střední školy. Jako zdroj informací jsem použila učebnici potravinářské chemie [46], klíč k určování trav [47] a publikace zaměřené na jedlé plané rostliny [48], [49]. Můj příspěvek spočívá v ověření přítomnosti škrobu v konkrétních jedlých planých rostlinách, zkoumání alternativních zásobních látek (tuk, inulin) a vytvoření námětu pro využití ve výuce ve formě projektu s mezipředmětovými vazbami na biologii (určení a sběr rostlin), dějepis (hladomory v dějinách) a pracovní činnosti (pokrm z jedlých rostlin).

3) Štěpení škrobu slinnými amylasami

Zadání: Ověřte schopnost amylasy ze slin štěpit škrob. Pozorujte vliv vysoké teploty na funkci amylasy a to, zda štěpí i vazby mezi monosacharidy v sacharose.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Enzym slinná amylasa je prvním krokem zpracování škrobu v lidském organismu. Slouží ke štěpení škrobu na menší jednotky, nakonec až na disacharid maltosu, který se již projevuje sladkou chutí. Rýžový škrob vystavený působení amylasy je štěpen na kratší úseky – dextriny, které neposkytují s jodem modročerné zbarvení typické pro škrob. Místo toho pozorujeme zbarvení růžovofialové.



**Obrázek 22: výsledky reakce s jodem
škrob, roztok slin, škrob s roztokem slin po kratší a delší době**

Bílkovinná složka enzymu amylasy působením vysoké teploty denaturuje, takže povařený enzym ztrácí svou funkci a nezpůsobuje štěpení škrobu. Důkaz škrobu ve směsi s povařenou amylasou dává obvyklé modročerné zbarvení, narozdíl od fialového zbarvení dextrinů.



**Obrázek 23: důkaz přítomnosti škrobu (foto účastnice distančního kurzu)
škrob, škrob se slinami (aktivní amylasa), škrob s povařenými slinami (neaktivní amylasa)**

Experiment je zcela nenáročný na materiální vybavení i chemikálie, žáci ho mohou snadno provést doma. Hodí se jako součást tématu škrob či enzymy, mezipředmětového tématu lidské výživy nebo trávení a metabolismu v hodinách biologie. Někteří žáci projevují k práci se

slinami odpor, řešením může být práce ve dvojici či ve skupině. Je možné zkoumat i další způsoby denaturace slinné amylasy. Pomocí této reakce lze odvodit i poznatek o substrátové specifitě enzymu amylasy – současně se škrobem provedeme za stejných podmínek tutéž reakci i s roztokem sacharosu. Následně netestujeme přítomnost škrobu jodem, ale přítomnost redukujících sacharidů vzniklých rozštěpením sacharosu - přidáme 1 cm³ 5% roztoku NaOH a 5 kapek 5% roztoku CuSO₄, zamícháme a zahřejeme v horké vodní lázni. Pokud došlo k rozštěpení sacharosu, objeví se červené zbarvení. K rozštěpení sacharosu ale nedošlo – slinné amylasy štěpí vazby mezi monosacharidy ve škrobu, nikoli však v sacharose.



Obrázek 24: substrátová specifita slinné amylasy
A: sacharosa se nerozštěpila (Fehlingův test před i po působení amylasy negativní)
B: škrob se rozštěpil (po působení amylasy je zbarvení s jodem jen nepatrné)

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady jsem čerpala z učebnic biochemie a potravinářské chemie [50], [51]. Tento experiment bývá občas zařazován do učebnic chemie pro základní a střední školy. Můj příspěvek spočívá v navržení postupu pro použití ve formě domácího úkolu a vytvoření námětů pro interdisciplinární zařazení do školní výuky.

4) Štěpení škrobu rostlinnými amylasami

Zadání: Zkoumejte přítomnost amylas v suchých a klíčících semenech rostlin.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Klíčící zrnko využívá amylasy k štěpení zásobního škrobu na glukosové jednotky, z nichž následně získává energii a syntetizuje celulosu nutnou pro výstavbu rostlinných tkání. Při bobtnání zrnka ve vlhkém prostředí se začínají uvolňovat amylasy, které intenzivně pracují po celou dobu klíčení, až do vyčerpání zásobního škrobu. Dostatečně stará rostlinka už tvoří celulosu z glukosových jednotek vznikajících při fotosyntéze.

Štěpící účinek amylasy v klíčících zrnkách je opět patrný na negativním důkazu přítomnosti škrobu, který byl této amylase vystaven. Suchá zrnka nepůsobí štěpení škrobu a důkaz jodškrobovou reakcí je tedy pozitivní.



Obrázek 25: A – rýžový škrob se suchou a naklíčenou fazolí, B – pudink se suchou a naklíčenou fazolí

Experiment je pro jeho nenáročnost opět možno zařadit jako domácí úkol, nabízí se i interdisciplinární propojení s biologií (vývoj rostliny, děje doprovázející klíčení), případně jako součást projektu zaměřeného na klíčení a vývoj rostliny. Detailnější vysvětlení přítomnosti amylasy v klíčících semenech je vhodné až na střední škole.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

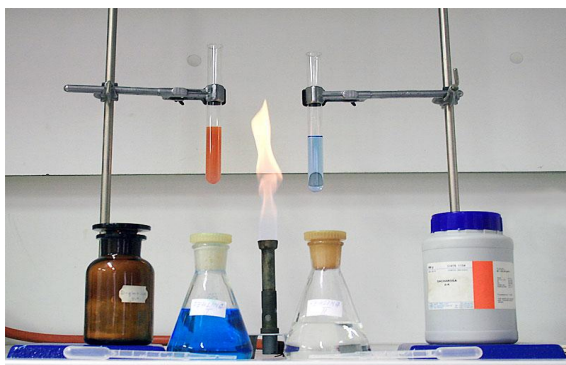
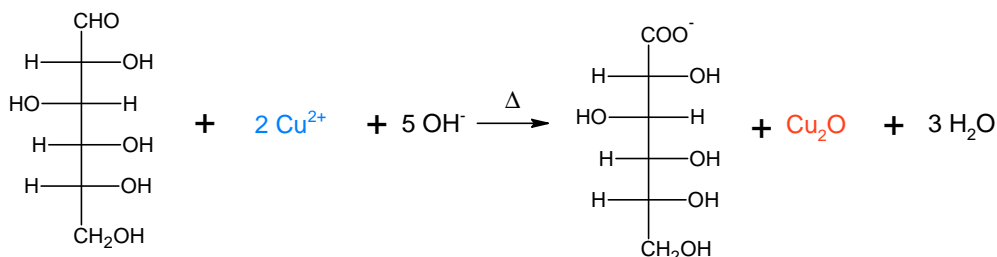
Potřebné teoretické podklady jsem čerpala z učebnic biochemie a fyziologie rostlin [50], [45], [52]. Tento experiment se v běžných učebnicích chemie pro základní a střední školy nevyskytuje. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu, jeho ověření a vytvoření námětů pro využití ve výuce chemie a biologie.

5) Důkaz redukujících sacharidů v potravinách

Zadání: Na základě Fehlingovy zkoušky porovnejte obsah redukujících sacharidů ve vybraných potravinách. Vyhledejte názvy sacharidů, které se v daných potravinách vyskytují.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Všechny monosacharidy a ty disacharidy, které mají volný poloacetalový hydroxyl, mají redukční vlastnosti, jsou schopny redukovat měď z oxidačního čísla II (v modrém roztoku síranu měďnatého) na oxidační číslo I (v červeném oxidu měďném) a dávají tedy pozitivní Fehlingův test:



Obrázek 26: pomůcky potřebné k důkazu redukujících sacharidů v laboratorním (vlevo) a domácím (vpravo) uspořádání

V ovoci a medu se vyskytuje především monosacharidy glukosa a fruktosa. V mléce je obsažen redukující disacharid laktosa, ale výsledek Fehlingovy zkoušky je méně zřejmý kvůli fialovému zbarvení vzniklému biuretovou reakcí. Během zahřívání se fialová mění do starorůžové a červená sraženina oxidu měďného se usazuje na dně zkumavky. Výsledek lze značně zlepšit, odstraníme-li z mléka bílkovinu kasein (okyselením mléka např. trochou octa, jeho povařením a odfiltrováním sraženiny) a test provedeme pouze na zbylé syrovátce.

Sacharosa (tj. běžný kuchyňský cukr) nemá redukční vlastnosti. Salát, rýže ani fazole neobsahují dostatek redukujících sacharidů, takže ke vzniku červené sraženiny nedochází. Podobně jako byl sledován úbytek škrobu ve zrajícím ovoci, lze sledovat i nárůst redukujících sacharidů. Vhodnými plody jsou malvice (jablka, i z parkových druhů jabloní, hrušky).



Obrázek 27: A – Fehlingův test: oslazená voda, med, rozinky, hroznové víno, jablko, mandarinka, citron, banán, cibule, mléko (červený oxid měďný se usazuje na dně), B – syrovátka vzniklá vysrážením kaseinu z mléka a důkaz laktosu v syrovátce, C – intenzivnější červené zbarvení při Fehlingově testu na zralých jablkách než u nezralých jablek

U žáků na gymnáziích můžeme zařadit mezi zkoumané vzorky také kyselinu askorbovou ve formě Celaskonu nebo jiných preparátů s vitamínem C – reakce je pozitivní a velmi rychlá, probíhá i bez zahřátí. Vysvětlením jsou silné redukční účinky kyseliny askorbové – což může dovést žáky k závěru, že test stojí právě jen na redukčních účincích zkoumané látky, nikoli na nějaké další specifické vlastnosti sacharidů. To lze ověřit i zkoumáním nějakého zcela chemicky odlišného redukčního činidla.



Obrázek 28: Výsledek Fehlingova testu na roztoku Celaskonu (pozitivní), není třeba zahřívát vpravo pozitivní důkaz i v 0,1% a 0,01% roztoku kyseliny askorbové

Fehlingův test na Celaskonu může být též východiskem pro úvahu, do jaké míry se přítomnost vitamínu C ve zkoumaných potravinách projevuje na výsledku tohoto testu na redukující sacharidy, podnětem pro experimentální zjišťování výsledku testu při koncentraci kyseliny askorbové obvyklé v používaném ovoci, případně pro úvahu o výběru „bezpečných“ potravin, na kterých lze Fehlingův test na obsah redukujících sacharidů provádět bez obav z ovlivnění výsledku přítomností vitamínu C.

Dalším námětem ke zkoumání je srovnání výsledků ovoce s „ovocnými“ nápoji, u nichž je podezření, že jsou vyrobeny z různých náhražek (kyselina citronová, sacharosa či umělé sladidlo, aroma, barvivo). Vděčným příkladem je srovnání obsahu redukujících sacharidů u citrónu a „citrónky“ (ochucovadla do čaje) – zatímco v citrónu prokážeme obsah redukujících sacharidů (fruktosu), citrónka je doslazována sacharosou (pro jistotu si složení konkrétního výrobku ověříme na obalu nebo letáčku), přičemž kyselina askorbová je obsažena v obou

vzorcích, takže by neměla výsledek testu ovlivňovat. Podobně lze zkoumat i limetkové ochucovadlo do salátů a limetky, různé šumící prášky a levné limonády či ovocná „pitíčka“.



Obrázek 29: Fehlingův test na šťávě z citronu (první zkumavka) a třech druhů „citronky“ první citronka pozitivní, ale malá koncentrace, druhá negativní, třetí pozitivní, koncentrace srovnatelná s citronovou šťávou

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

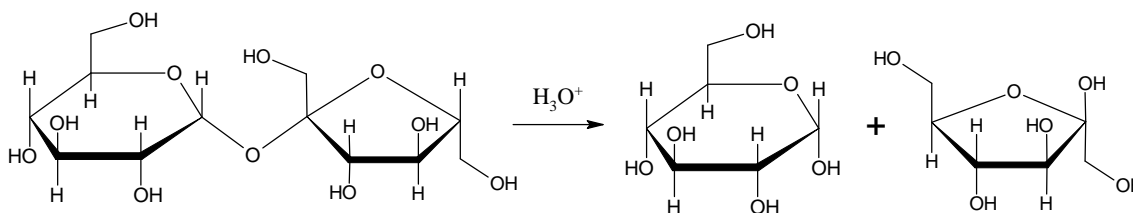
Fehlingův test je dobře známá reakce [53] a tento experiment je běžně zařazován do učebnic chemie pro základní a střední školy (s glukosou, sacharosou, medem či ovocnými šťávami), občas se v návodech vyskytují zcela nesmyslně vysoké koncentrace použitých roztoků (40% roztok hydroxidu sodného). V jedné učebnici byl uveden tentýž test na stejném materiálu poprvé k důkazu redukujících sacharidů, podruhé k důkazu přítomnosti vitamínu C – velmi matoucí pro žáky, kteří si této shody náhodou všimnou. Další informace pro tvorbu námětů jsem čerpala z učebnic potravinářské chemie a fyziologie rostlin [46], [45]. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu bez použití kahanu a vínanu sodno-draselného, ověření na konkrétních potravinách a rozšíření námětu o zařazení reakce s vitamínem C (a jejího vlivu na důkaz redukujících sacharidů v potravinách), sledování vývoje obsahu redukujících sacharidů během zrání ovoce a porovnání složení ovocného nápoje s původním ovocem. Tato rozšíření dovolují aktivnější zapojení žáků a plánování a provádění jejich vlastních experimentů, navíc mají výrazný motivační efekt, neboť jsou zkoumány dobře známé potraviny, nikoli „chemikálie“.

6) Štěpení sacharosy kyselou hydrolyzou

Zadání: Proveďte kyselou hydrolyzu sacharosy. Úspěšnost štěpení ověřte pomocí důkazu redukujících cukrů Fehlingovou zkouškou.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Sacharosa je neredukující disacharid tvořený spojením molekuly glukosy a fruktosy. Vazba mezi oběma monosacharidy podléhá kyselé hydrolyze, reakcí vzniká směs glukosy a fruktosy, které mají redukční vlastnosti a dávají pozitivní Fehlingův test (narozdíl od sacharosy).



Tato reakce se nazývá „inverze sacharosy“ – kvůli změně optické otáčivosti roztoku po rozštěpení. Pro směs obou redukujících monosacharidů 1:1 se užívá název „invertní cukr“, a to zejména v pekařství a cukrářství, kde se této reakce běžně využívá (např. domácí výroba „pampeliškového medu“).



Obrázek 30: Fehlingova zkouška roztoku sacharosy a roztoku sacharosy povařeného s kyselinou

Experiment lze zařadit k tématu sacharidů (složení disacharidu sacharosy), případně jako interdisciplinární téma společné s biologií, kde lze pomocí této reakce simulovat trávení sacharidů v lidském organismu.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnic biochemie a potravinářské chemie [50], [46]. Experiment občas bývá do učebnic chemie pro základní a střední školy zařazován. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu pro školní výuku, jeho ověření a tvorbě námětů na zařazení do výuky chemie a biologie.

7) Enzymatické štěpení sacharosy

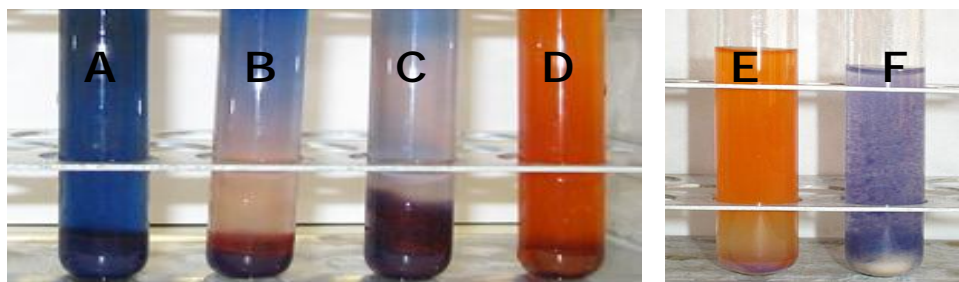
Zadání: Proveďte enzymatickou hydrolýzu sacharosy pomocí enzymu sacharasy (invertasy) z pekařských kvasnic (droždí). Úspěšnost štěpení ověřte na důkazu redukujících cukrů Fehlingovou zkouškou. Zjistěte, zda sacharosa dokáže štěpit i vazby mezi monosacharidy ve škrobu.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Kvasinky z droždí (*Saccharomyces cerevisiae*) metabolizují zkvasitelné monosacharidy mj. na oxid uhličitý, což způsobuje nakypření těsta. Protože sacharosa (řepný cukr) není zkvasitelný cukr, štěpí ji kvasinky pomocí enzymu sacharasy (invertasy) na glukosu a fruktosu – teprve tyto cukry jsou pak kvasinkami zkvašovány. Rozštěpení neredukující sacharosy na redukující monosacharidy se projeví pozitivní Fehlingovou zkouškou, zcela obdobně jako v případě kyselých hydrolýz u předchozího experimentu.

Z této reakce lze odvodit některé typické vlastnosti enzymů jako katalyzátorů. V porovnání s kyselou hydrolýzou se ukazuje, že enzym nevyžaduje pro reakci var ani přídavek kyseliny, ale štěpí sacharosu za zcela mírných podmínek, pokojové teploty. Použijeme-li jako substrát škrob, nikoli sacharosu, k rozkladu nedojde – enzym vykazuje substrátovou specifitu (štěpí jen jeden druh vazby v sacharidech), kdežto varem s kyselinou je možné rozštěpit škrob i sacharosu. Účinek enzymu je navíc snadno regulovatelný např. změnou kyselosti prostředí.

Závislost účinnosti enzymu sacharasy na teplotě lze sledovat, vytvoříme-li více vzorků směsi roztoku sacharosy a droždí a některé vzorky umístíme do chladničky či do mrazáku, jiné povaříme nad kahanem. Můžeme také orientačně sledovat závislost na kyselosti prostředí (silně, slabě kyselé, neutrální, slabě, silně zásadité). Denaturaci sacharasy můžeme způsobit i přidáním měďnatých iontů ke směsi roztoku sacharosy a droždí (přidáme 10 ml 5% roztoku síranu měďnatého), a lze vyzkoušet i mnoho dalších možností denaturace nebo ovlivnění účinnosti (výše jmenované jsou mají ověřeně zřetelné účinky).



Obrázek 31: Fehlingův test po působení sacharasy: vliv teploty a měďnatých iontů, substrátová specifita
A: sacharosa s droždím denaturovaným Cu^{2+} , B: sacharosa s droždím povařená, C: sacharosa s droždím v mrazáku, D: sacharosa s droždím v teplé vodě (nejvyšší aktivita sacharasy)
E: pozitivní Fehlingův test – sacharasa rozštěpila sacharosu, F: negativní– sacharasa nerozštěpila škrob



Obrázek 32: Fehlingova zkouška (po 1 hodině působení sacharasy), stav zkumavek ve vodní lázni
vlevo roztok sacharosy s droždím v silně kyselém pH, pak pH postupně roste až do silně zásaditého (pH optimum – nejoranžovější zkumavka – v slabě kyselém prostředí)

Experiment může být v chemii zařazen k tématu sacharidů (složení sacharosy, potravinářství) nebo enzymů (vlastnosti enzymů jako katalyzátorů, substrátová specifita, pH optimum, denaturace enzymu). Ve výuce biologie lze experiment využít k ilustraci činnosti mikroorganismů (kvasnic) nebo k modelování postupů probíhajících při trávení sacharidů v lidském organismu – sacharasa se nachází a působí v lidském tenkém stěvě. Nabízí se i zapojení do chemicko-biologického projektu zaměřeného na lidskou trávicí soustavu, společně s dalšími experimenty zkoumajícími trávicí enzymy.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnic biochemie a potravinářské chemie [50], [46]. Experiment je do učebnic chemie pro základní a střední školy zařazován zcela výjimečně. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu pro školní výuku, jeho ověření, tvorbě námětů pro využití při zkoumání vlastností enzymů jako biokatalyzátorů a v dalším rozšíření experimentu (pH optimum, denaturace enzymu) spojeném s badatelskou aktivitou žáků, které lze spojit i s výukou biologie.

8) Důkaz bílkovin v potravinách

Zadání: Biuretovou reakcí zkoumejte přítomnost bílkovin ve vzorcích potravin.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Principem biuretové reakce – důkazu přítomnosti rozpustných bílkovin – je tvorba růžově až fialově zbarvených kompletů měďnatých iontů s rozpustnými bílkovinami v zásaditém

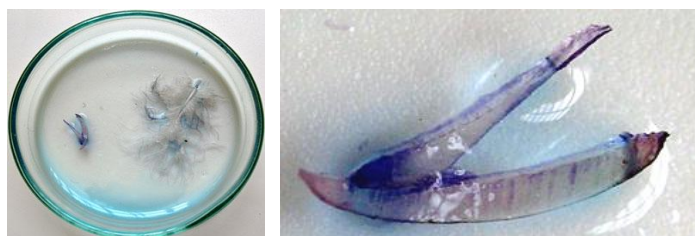
prostředí. Ligandem účastnícím se koordinační vazby jsou dusíkové atomy vždy dvou sousedících peptidových vazeb v molekule bílkoviny.



Obrázek 33: pozitivní biuretový test: bílek, kuřecí játra (výluh), tavený sýr, želatina, bílá čokoláda kuřecí maso, kuřecí chrupavky, kuřecí kůže, šunkový salám; vpravo příklad komplexu tetrapeptidu s měďnatým iontem [51]

Experiment je méně náročný na materiální vybavení než důkazy redukujících sacharidů, neboť k němu není nutný zdroj tepla. Žáci mohou zkoumat přítomnost bílkovin v nejrůznějších druzích mléčných výrobků nebo v živočišných tkáních.

Zajímavá je konfrontace negativních výsledků u světlých vlasů či peří (aby byla změna viditelná) s informacemi z literatury, podle nichž jsou tyto tkáně bílkovinné povahy. Žáky na tento rozpor upozorníme a vysvětlíme, že reakce probíhá pouze u rozpustných bílkovin (nebo těch, které mohou aspoň nabobtnat). U nerozpustných bílkovin lze využít xanthoproteinovou reakci (zežloutnutí bílkovin způsobené nitrací obsažených aromatických aminokyselin).



Obrázek 34: negativní biuretový test na peří, pozitivní na nehtech (zvětšeno)

Další oblastí pro bádání žáků jsou rostlinné bílkoviny v souvislosti se zdravou výživou a tématy vegetariánství a veganství. Žáci mohou sbírat informace o rostlinných produktech bohatých na bílkoviny a experimentálně je ověřovat. Pozor na zkoumání ořechů – díky tříslovinám se extrakt z ořechů barví v zásaditém prostředí hnědě a fialové zbarvení tak nelze pozorovat. Naopak luštěniny a výrobky z nich poskytují dobré výsledky.



Obrázek 35: pozitivní biuretový test u rostlinných bílkovin – fazole, sojové maso, sýr tofu

Pozitivní výsledek reakce v pšeničné mouce a pečivu (dobré výsledky dává světlý toastový chléb či rohlíky) je dán přítomností směsi bílkovin zvané lepek (gluten). I toto experimentální zjištění má přesahy do oblastí lidské výživy a zdraví – netolerance lepku, bezlepková dieta a náhradní potraviny. Žáci mohou zkoumat obsah lepku ve výrobcích pro bezlepkovou dietu.



Obrázek 36: pozitivní biuretový test u lepku – ovesné vločky, rohlík, extrakt z mouky

Posledním námětem je srážení kaseinu z mléka. Mléko samotné dává pozitivní biuretovou reakci díky přítomnosti bílkoviny kaseinu. Okyselením mléka, varem a přefiltrováním směsi lze oddělit mléčnou bílkovinu a zbylou tekutinu (syrovátku). Kasein dává opět pozitivní biuretovou reakci, syrovátka nikoli (nebo jen slabě, podle dokonalosti oddělení obou složek).



Obrázek 37: biuretový test – mléko, vysrážený kasein, zbylá syrovátka (negativní)

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Biuretový test je dobře známá reakce [53] a tento experiment bývá do učebnic chemie pro základní a střední školy zařazován, výjimečně ovšem jinak než na příkladu vaječného bílku. Je zajímavé, že několik učebnic tuto poměrně nenáročnou reakci vynechává a místo ní se omezuje na xantoproteinový test, který žáci jen těžko mohou provádět sami (koncentrovaná kyselina dusičná). Informace pro vytváření námětů jsem čerpal z učebnic biochemie a potravinářské chemie [50], [46], [51]. Můj přínos spočívá v ověření experimentu na široké škále materiálů a potravin a tvorbě námětů pro zařazení do výuky chemie spojené s badatelskou aktivitou studentů (veganská strava, bezlepková dieta, syrovátka).

9) Denaturace bílkovin

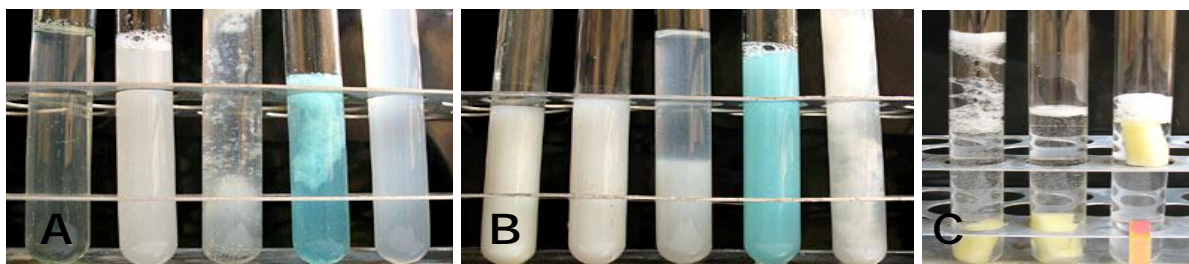
Zadání: Vyzkoušejte různé způsoby denaturace bílkovin, zjistěte, čím se denaturace projevuje, porovnejte stálost bílkovin z mléka, bílku a enzymu katalasy k vlivům tepla a kyselin.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Některé chemické a fyzikální vlivy porušují prostorovou strukturu bílkoviny a dochází k tzv. denaturaci. Tu můžeme pozorovat jako ztrátu biologické funkce bílkoviny, často se projeví i vznikem sraženiny. Denuraci mohou způsobit mechanické vlivy (šlehání bílku), vliv tepla nebo chemické změny – extrémní pH, přítomnost iontů těžkých kovů, nepolárních rozpouštědel, tríslovin nebo třeba acetonu.



Obrázek 38: bílek ve vodě, po zahřátí, po přidání extraktu z duběnek, roztoku CuSO_4 , ethanolu



Obrázek 39: A – bílek, po uvaření, přidání ethanolu, měďnaté soli, kyseliny; B – mléko, po uvaření (pouze zde nevznikla sraženina), přidání ethanolu, měďnaté soli, kyseliny; C – katalasa z brambory rozkládá peroxid (vznikají bublinky kyslíku), po uvaření je téměř neúčinná (téměř žádné bublinky), v kyselém prostředí je účinnost snížena (méně bublinek)

Různé druhy bílkovin jsou různě odolné proti jednotlivým jmenovaným vlivům, např. vlivu teploty. Některé bílkoviny v lidské krvi denaturují již při teplotě $42\text{ }^\circ\text{C}$, naopak kasein v mléce je velmi tepelně odolný – mléko lze vařit, aniž by se z něj vysrážela bílkovina. Bílkoviny vaječného bíleku jsou z většiny sražené při teplotě asi $60\text{ }^\circ\text{C}$, tedy už v horké vodě. Enzym katalasa ve vařené brambore vykazoval katalytickou aktivitu, i když v nepatrné míře.

Co se týče kyselosti prostředí, mléko i bílek se po přidání kyseliny srážejí, mléko ochotněji a rychleji (u bíleku bylo třeba několik minut počkat). Příkladem bílkoviny, která je velice odolná vůči kyselému prostředí, může být enzym pepsin pracující v lidském žaludku optimálně při $\text{pH} = 2$. Katalasa z brambor dokáže rozkládat peroxid vodíku i v kyselém prostředí, ovšem se sníženou účinností.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Denaturace bílkovin je dobře známý jev [44] a tento experiment je běžně do učebnic chemie pro základní a střední školy zařazován – výhradně s použitím vaječného bíleku. Informace jsem čerpala z učebnic biochemie a potravinářské chemie [50], [46]. Můj přínos spočívá v pojetí zdůrazňujícím různou odolnost bílkovin vůči nepříznivým vlivům a zařazení zkoumání ztráty biologické funkce (vedle vzniku sraženiny).

10) Rostlinné proteasy (štěpení bílkovin)

Zadání: Na základě experimentu určete druh ovoce, které obsahuje větší množství proteasy – enzymu rozkládajícího bílkoviny. Pozorujte, jak proteasy působí na cukrářské želé (agar) a pozorování vysvětlete.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Kiwi a ananas (případně papája) obsahují větší množství proteas. Tyto enzymy štěpí bílkoviny přítomné například v maso nebo želatině na kratší řetězce. Po působení enzymu můžeme pozorovat „rozbřednutí“ bílkovinné hmoty, želatina se roztéká, salám kašovatí,

párátko v něm zanechá mnohem hlubší stopu než na salámu pod jablkem nebo citronem, povrch není hladký, vystupují z něj kousky tuku.



Obrázek 40: salám Vysočina pod citronem a kiwi
citron (vlevo) – hladký povrch
kiwi (vpravo) – narušený povrch



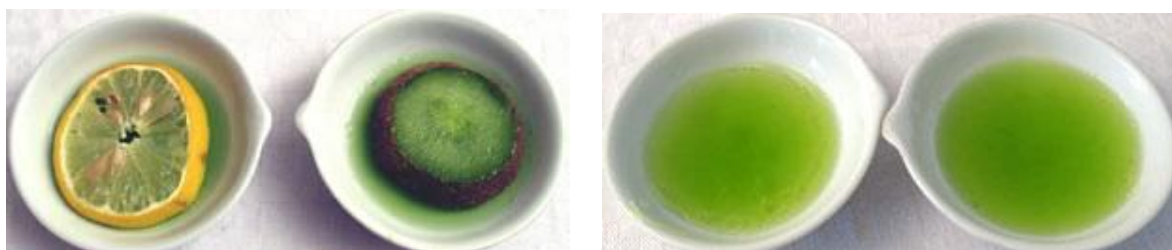
Obrázek 41: šunkový salám pod citronem (levá část)
a kiwi (vpravo): povrch vpravo kašovitý, párátko
zanechává hluboké stopy



Obrázek 42: želatina pod citronem (pouze otisk), želatina pod kiwi (tekutá) po 2 hodinách působení

Nejvhodnějším materiálem pro pokus je kiwi, neboť je lze koupit čerstvé celý rok a po jednotlivých kusech (ananas je příliš velký a papája v našich obchodech vzácná). Experiment je naprosto materiálně nenáročný a vhodný pro domácí práci žáků v tématu bílkoviny nebo enzymy. Žáci mohou do určité míry simulovat proces, který se s bílkovinami děje v naší trávicí soustavě, lze tedy využít i mezipředmětového spojení s biologií, případně v rámci projektu zaměřeného na lidskou trávicí soustavu.

V prodejnách potravin se dají koupit i tzv. dortová či cukrářská želé – polysacharidové alternativy k želatině (agar, karagenan, karubin), je tedy možné srovnat účinky enzymů na bílkovinnou želatinu a polysacharidový agar. Proteolytické enzymy na polysacharid nijak nepůsobí, takže „želé“ zůstane pevné i pod plátkem kiwi. To potvrzují i zkušenosti hospodyněk: čerstvý ananas s želatinou neztuhne (obsahuje proteolytické enzymy), zatímco s agarem ano (neobsahuje enzymy štěpící tento polysacharid).



Obrázek 43: vlevo: agar s plátky ovoce; vpravo: agar po 12 hodinách stále pevný (slabý otisk po citrónu)

Toto srovnání účinku enzymu proteasy na dva vizuálně velmi podobné „rosoly“ vede k poznatku o substrátové specifitě enzymů – štěpí pouze jeden typ vazeb (zde peptidové vazby v bílkovině, nikoli glykosidické vazby v polysacharidu). Varem v kyselém prostředí také dochází k hydrolyze vazeb, ovšem nespecificky – rozloží se jak želatina, tak agar.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

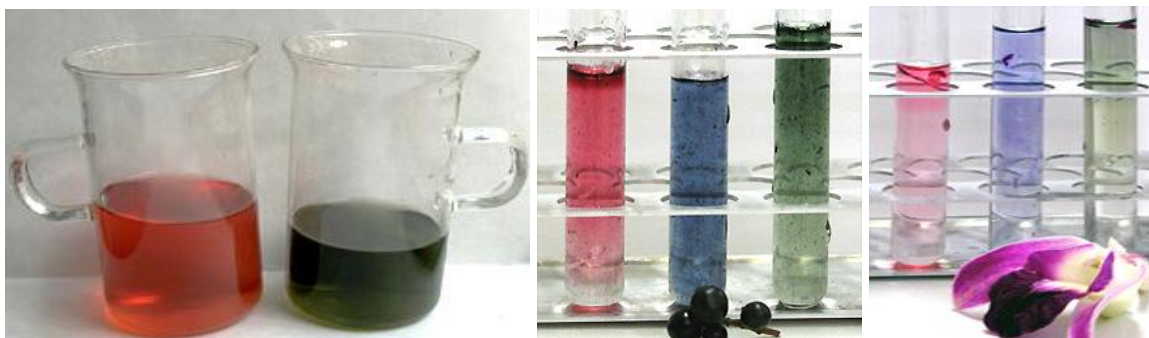
Teoretické podklady jsem čerpala z učebnic biochemie [50], [54]. Tento experiment (jako řada experimentů s enzymy) není do učebnic chemie pro základní a střední školy zařazován. Pouze v jediné učebnici – překladu z německého originálu – byl uveden podobný pokus s použitím čistých enzymů (trypsin, pepsin), což je varianta v našich podmínkách prakticky neproveditelná. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu pro využití ve školní výuce nebo ve formě domácího úkolu, jeho ověření, tvorbu námětů pro využití ve výuce chemie či biologie a rozšíření o variantu s polysacharidovým agarem.

11) Rostlinná barviva jako acidobazické indikátory

Zadání: Sledujte barevné změny přírodních látek v závislosti na pH, rozhodněte, které z nich mohou být použity jako acidobazický indikátor.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Červená barviva ze skupiny anthokyanů poskytují v zásaditém prostředí barevnou změnu do modré či zelené barvy. U některých barviv lze snadno dosáhnout přechodu červená-zelená (ovocný čaj), u jiných (orchideje, kuličky ptačího zobu) ještě modrého či fialového mezistupně, u červeného zelí pak celé škály odstínů, přidáváme-li do původně kyselého vodného roztoku postupně malá množství roztoku hydroxidu. Tyto barevné přechody jsou velmi esteticky působivé a lze je využít jako demonstrační v rámci akcí typu „den vědy“ nebo „den otevřených dveří“, v projektu zaměřeném na barviva nebo acidobazické indikátory.

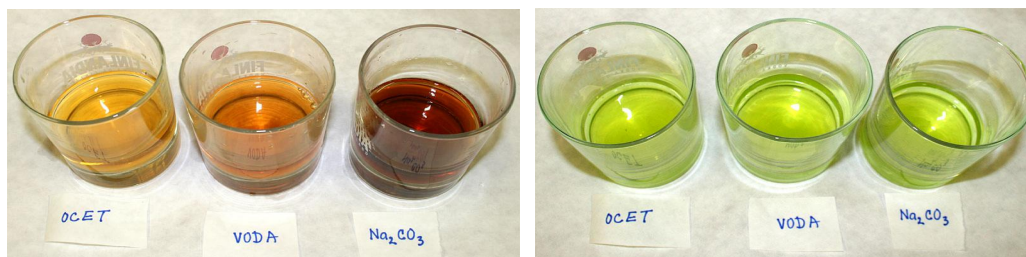


Obrázek 44: pokus „z červeného čaje zelený“, barevné změny u ptačího zobu a orchideje *Dendrobium* (5% H₂SO₄, voda, 5% NaOH)



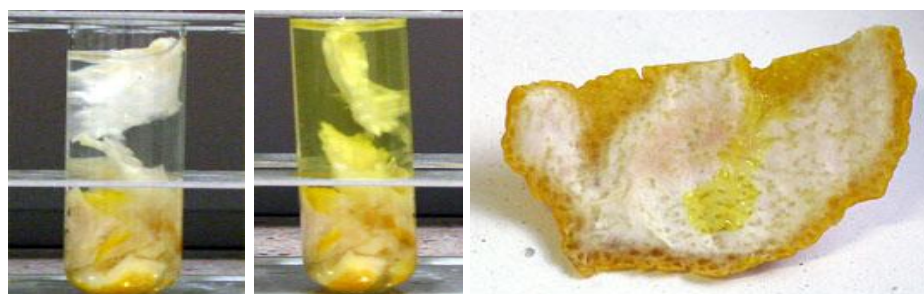
Obrázek 45: červené zelí (rostoucí zásaditost prostředí), použit ocet a prací soda

Také černý čaj (resp. v něm obsažené katechiny, chemicky příbuzné anthokyanům) funguje jako acidobazický indikátor, což mohou žáci znát ze změny odstínu čaje s citronem. Naopak voda, rajčatová šťáva nebo zelený sirup jako acidobazické indikátory nefungují – buď na změny pH nereagují vůbec (nepolární barviva – karotenoidy), anebo se vyvolaná změna struktury neprojeví viditelně, změnou barvy (např. voda, kyselina octová, ethanol...). Jako acidobazické indikátory lze tedy použít látky, které reagují s kyselinami či zásadami a jejich reakce je doprovázena změnou barvy.



Obrázek 46: černý čaj jako acidobazický indikátor, sirup s kiwi příchutí na změny pH nereaguje

Kůra a oplodí citrusů obsahuje bezbarvá nebo lehce nažloutlá flavonová barviva, která se v zásaditém prostředí vybarvují intenzivně žlutě. Pokus lze provést přímo na vnitřní straně citrusové kůry nebo na výluhu z ní. Pomocí této vlastnosti lze také porovnat „přírodnost“ citrónového ochucovadla do čaje – co má společného se skutečným citrónem? Pokud po přidání hydroxidu u citronky nedochází k zežloutnutí (neobsahuje flavonová barviva), můžeme usoudit, že podíl ovocné složky v ochucovadle je velmi malý (je třeba přidat dostatečné množství hydroxidu, aby se pH dostalo do zásadité oblasti).



Obrázek 47: kůra z citronu v neutrálním a zásaditém prostředí – v roztoku a přímo na kůře



Obrázek 48: srovnání šťávy z citronu a tří „citronek“ podle reakce na zásadité prostředí vlevo použité suroviny, uprostřed jednotlivé šťávy a vpravo barevné změny po přidání roztoku hydroxidu sodného – poslední citronka v řadě obsahuje dostatečný podíl ovocné složky

Žluté zbarvení lišejníku terčovníku je dáno obsahem barviva parietinu. V zásaditém prostředí se toto barvivo mění na purpurově červené (velmi intenzivní, někdy je potřeba naředit, aby byl odstín zřetelný). Tato zkouška je pod názvem „K-test“ využívána při botanickém určování lišejníků („K“ jako „KOH“, tedy hydroxid draselný, používané činidlo). Místo terčovníku lze použít i jiné žluté lišejníky, například krásnici (Caloplaca).



Obrázek 49: zčervenání terčovníku zedního v zásaditém prostředí a vzorec barviva parietinu

Tímto pokusem můžeme žákům připomenout, že běžně používaný acidobazický indikátor lakmus je také původem lišejníkové barvivo (z lišejníku *Rocella tinctoria*). Pokus lze snadno provádět i přímo v terénu.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady jsem čerpala z učebnic biochemie a publikací zaměřených na obsahové látky v rostlinách [50], [54], [55], [56], [57], [58]. Tento experiment bývá občas v učebnicích chemie pro základní a střední školy uváděn na příkladu červeného zelí k ilustraci pojmu acidobazického indikátoru, zcela výjimečně též na jiných rostlinných materiálech. Můj přínos spočívá v ověření pracovního postupu pro širokou škálu materiálů a přírodních látek a tvorbu námětů pro využití ve výuce chemie (barevné škály anthokyanů, sloučeniny a barviva (ne)vhodná jako acidobazické indikátory, citrón vs. citronka, indikátory z lišejníku).

12) Červená rostlinná barviva jako indikátory pH

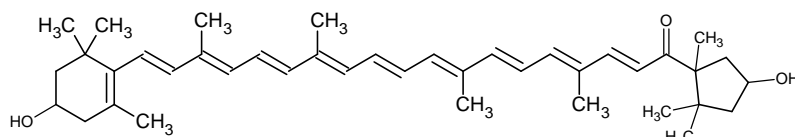
Zadání: Rozdělte červená barviva v použitých surovinách do dvou skupin podle jejich reakce na změnu pH. Vyhledejte vzorce jednotlivých použitých barviv a posuďte, zda strukturální podobnost odpovídá vašemu rozdělení.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

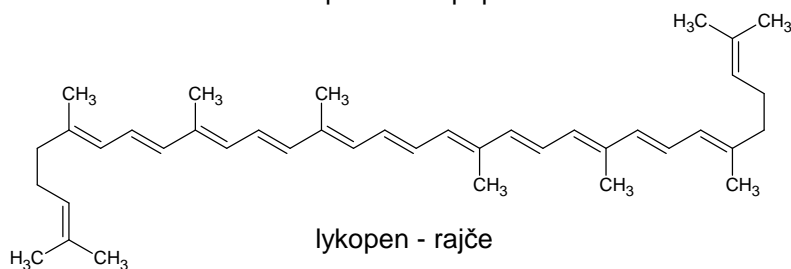
Použité suroviny obsahují dva druhy červených barviv – karotenoidy a anthokyany. Všechny anthokyany i všechny karotenoidy jsou si vzájemně podobné jak strukturou, tak chování vůči změnám kyselosti. Karotenoidy na změny pH nereagují, anthokyany mění v zásaditém prostředí barvu do modré či zelené.

karotenoidy:

- lykopen – rajská jablka, meloun, růžový grep
- beta karoten – šípky, mrkve, jeřabiny
- kapsanthin – červená paprika

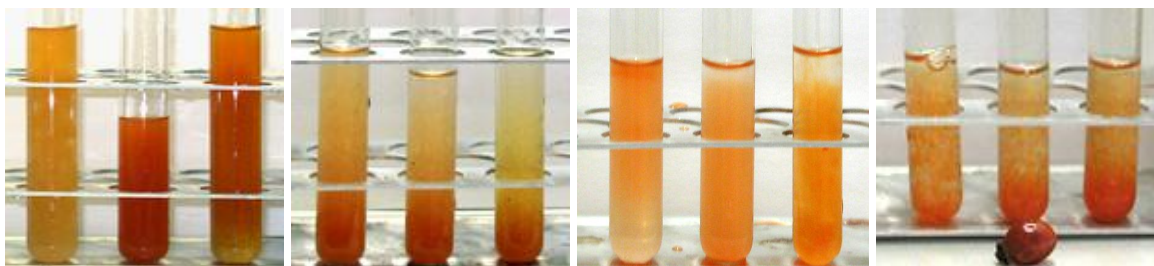


kapsanthin - paprika



lykopen - rajče

U karotenoidů z červeného, oranžového či růžové ovoce a zeleniny nepozorujeme s rostoucím pH zřetelný barevný přechod, v zásadité oblasti se u některých surovin objevuje jemné zežloutnutí okolního roztoku způsobené přítomností flavonů (na to žáky upozorněte – nejde o změnu, které si mají všimnout).

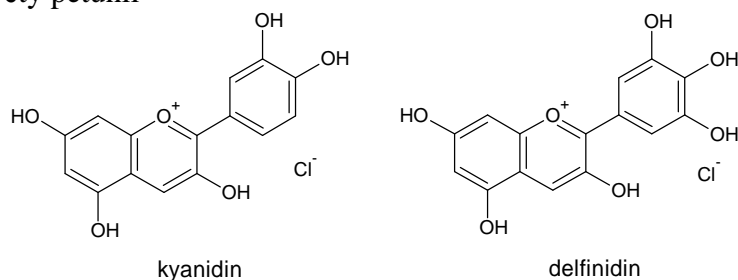


Obrázek 50: rajčatová šťáva, kečup, čerstvá červená paprika a čerstvé šípky nereagují na změny pH (zleva v trojici vždy po přidání octa či H₂SO₄, vody, prací sody či NaOH)

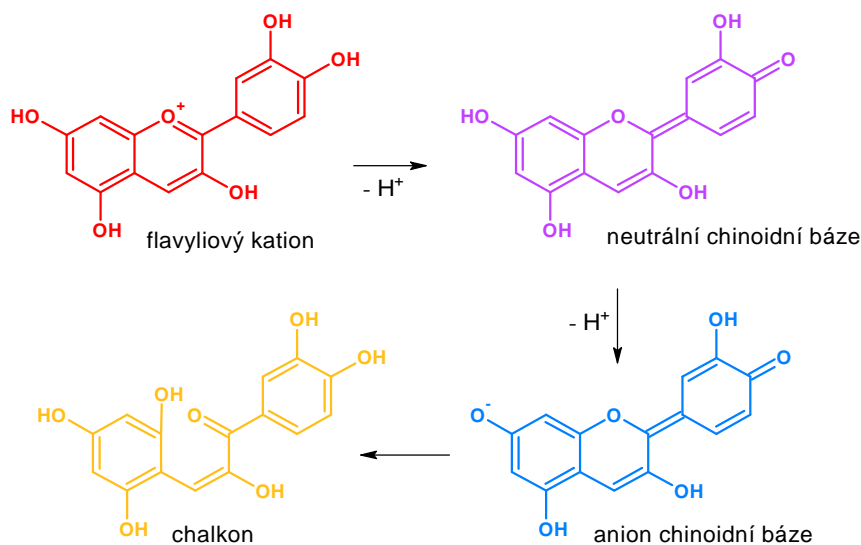
anthokyany:

Jsou tvořeny cukernou složkou (glukosa...) a necukernou složkou (tzv. anthokyanidin, obvykle v podobě kationtu), což může být například:

- kyanidin – růže, třešně, bezinky...
- delphinidin – ibišek súdánský, macešky, ostrožka
- pelargonidin – muškáty, dřívíšťalky
- malvidin – červené víno
- petunidin – květy petunií



V zásaditém prostředí pozorujeme změnu původně červeného barviva na modré či zelené, lze je tedy použít jako acidobazický indikátor. Změna barvy souvisí se změnami v energetických hladinách systému konjugovaných dvojných vazeb po zapojení volného elektronového páru z fenolátové skupiny (po odtržení H⁺) do tohoto systému (lze znázornit rezonančními strukturami). Tím se změní vlnová délka pohlcovaného světla – tedy i barva látky.



Obrázek 51: barevné a strukturální změny anthokyanidinového barviva při vzrůstajícím pH prostředí [54]



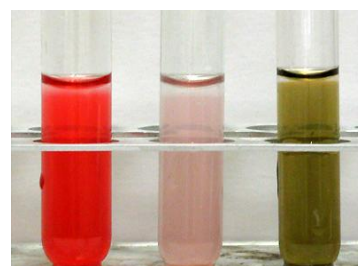
Obrázek 52: petunidin v květech petunie: kyselé, neutrální a zásadité prostředí



Obrázek 53: kyanidin v bezinkách (kyselé, neutrální a zásadité prostředí)



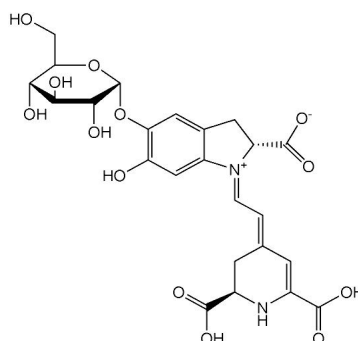
Obrázek 54: kyanidin ve slupkách šalotky (kyselé, neutrální a zásadité prostředí)



Obrázek 55: ovocný čaj (delfinidin), rybízová marmeláda (kyanidin) a slupky z modrých hroznů (malvidin) reagují na změny pH; (v trojici vždy zleva kyselé, neutrální a zásadité prostředí)

Po prozkoumání acidobazického chování červených barviv a porovnání jejich chemických vzorců žáci zjišťují, že chemicky příbuzná barviva jeví také podobné chování vůči změnám kyselosti. Ukazuje se zde základní souvislost struktury organické látky a jejích vlastností. Na základě těchto výsledků už mohou žáci předpovědět (a na příslušném přírodním materiálu následně i ověřit) acidobazické chování dalšího z barviv ze znalosti jeho vzorce – pracují-li např. pouze se dvěma nebo třemi karotenoidy a anthokyanidiny, můžeme jim zadat vzorec některého ze zbylých anthokyanidinů jako „další neznámé barvivo“ k předpovědi vlastností.

Žáky lze nechat prozkoumat mnohé další zdroje červených barviv. Zaskočit nás může barvivo betanin z červené řepy, které je strukturně odlišné od obou jmenovaných skupin a vykazuje také jiné chování – v zásaditém prostředí mění barvu do žluté.

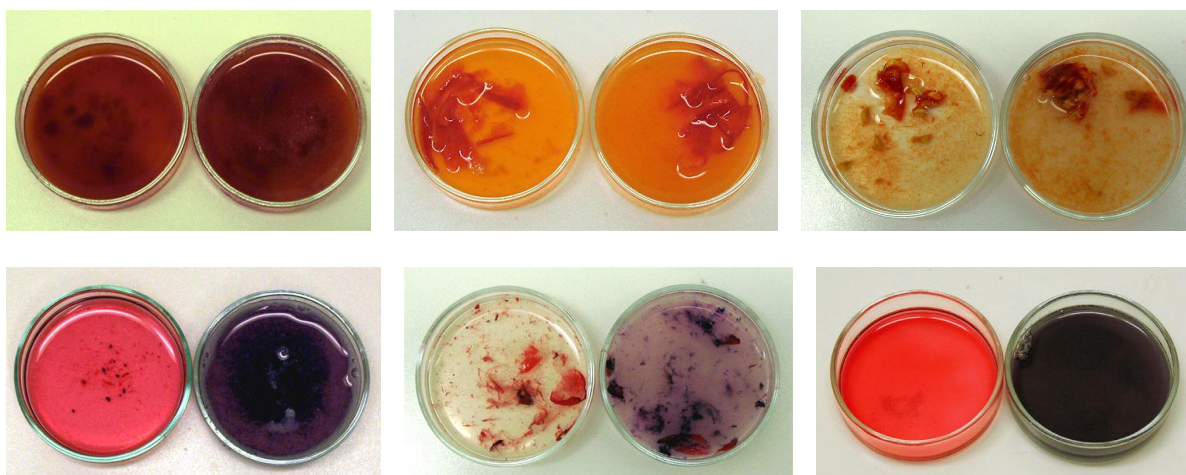


Obrázek 56: šťáva z červené řepy po přidání octa, vody a roztoku prací sody; vzorec betaninu

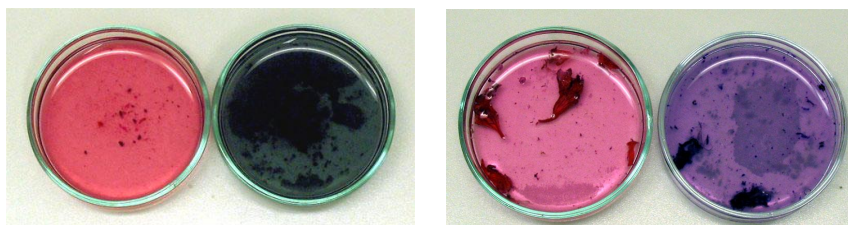
Tento pokus není tedy třeba řadit pouze k tématu pH indikátorů nebo přírodních látek (též ve formě domácí práce či projektu), ale může jít o zkoumání souvislosti struktury organické látky a jejích vlastností (základ organické chemie). Na gymnáziích lze pro zájemce zařadit princip barevnosti používaných látek (rozsáhlé konjugované systémy dvojných vazeb) a jejích změn (zapojení volného elektronového páru fenolátové skupiny, rezonanční struktury).

Lze také zdůraznit příznivé účinky anthokyanů na lidský organismus – působí jako účinné antioxidanty chránící naše buňky před poškozením volnými radikály (u zájemců o chemii na gymnáziu můžeme opět vysvětlit princip funkce fenolických sloučenin jako zachytávačů volných radikálů – na základě rezonančních struktur vysvětlujících stabilitu vzniklého fenoxylového radikálu – podrobněji viz kapitola 3.2.5 na straně 135).

Pro nejmladší žáky, kteří by neměli samostatně pracovat ani s prací sodou jako variantou použití hydroxidu sodného (je dráždivá), můžeme vytvořit méně zřetelnou, zato zcela bezpečnou domácí variantu s použitím octa a prášku do pečiva (sáček prášku do pečiva obsahujícího hydrogenuhličitan sodný rozmíchat v půl sklenice vody, popř. sypat prášek přímo do vzorku zkoumaného barviva). Na následujících fotografiích jsou zachyceny výsledky u karotenoidů a anthokyanů – změny barev jsou spíše do modrofialové, šedofialové – níže pak pro srovnání zřetelnější změny barvy při použití prací sody.



Obrázek 57: červená barviva po přidání vody (vždy vlevo) a prášku do pečiva (vždy vpravo) kečup, paprika a šípek v horní řadě nemění barvu po přidání prášku do pečiva rybízová marmeláda, červený muškát a ovocný čaj mění barvu po přidání prášku do pečiva



Obrázek 58: pro srovnání změna barvy po přidání prací sody (silnější zásada) – zřetelnější změny rybízová marmeláda mění barvu do zelené, růžový muškát do fialové

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady jsem čerpala z učebnic biochemie a publikací a odborných článků zaměřených na rostlinná barviva [50], [54], [56], [57], [59], [60]. Tento experiment není v učebnicích chemie pro základní a střední školy uváděn. Můj přínos spočívá v navržení

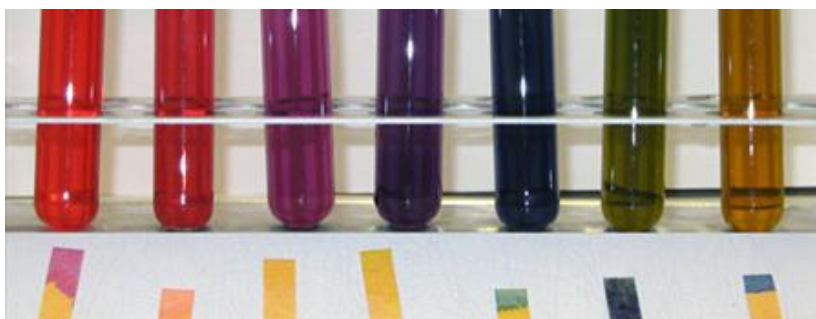
pracovního postupu pro školní výuku v různých variantách (bezpečnost chemikálií), ověření pro širokou škálu rostlinných barviv a tvorbu námětů pro využití jako samostatné badatelské aktivity žáků (empirické rozdělení barviv a rozdělení na základě struktury, souvislost struktury a vlastností, předpověď chování pro další zadané barvivo), případně teoretické náměty pro pokročilé žáky se zájmem o chemii.

13) Indikátor z červeného zelí

Zadání: Porovnejte barvenou škálu zelného indikátoru s barevnou škálou univerzálních indikátorových papírků. Využijte extrakt z červeného zelí jako indikátor při zjišťování pH různých roztoků. Vytvořte si vlastní pH papírky.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Barevná škála „zelného indikátoru“ (jde o dimerní anthokyanové barvivo) v závislosti na rostoucím pH je následující:



Obrázek 59: škála indikátoru z červeného zelí vs. univerzální indikátorové papírky

Škála se některými barvami podobá škále univerzálního indikátorového papírku, ale posloupnost barev je jiná. Tento experiment názorně ukazuje, že dva indikátory mohou vytvářet stejné zbarvení (například tmavě modré) v prostředích o naprosto odlišné kyselosti (silně zásadité u univerzálního indikátoru, slabě zásadité u zelného indikátoru). Je tedy vždy nutné znát škálu použitého indikátoru.

Žáci mohou také porovnat barevný přechod „zelného indikátoru“ s barevným přechodem jiného indikátoru, např. methylčerveně v oblasti okolo pH = 5 (bod přechodu), a uvažovat nad výhodami použití obou indikátorů:

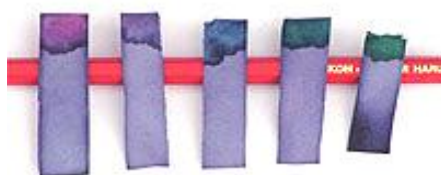


Obrázek 60: v horní řadě přechod „zelného indikátoru“, v dolní řadě methylčerveně v rozsahu pH 4 - 7

Přesný přechod zelného indikátoru nelze určit, barva se mění velmi pozvolna, zatímco u methylčerveně je přechod poměrně ostrý a dobře pozorovatelný. Methylčerveně se tedy spíše

hodí tam, kde potřebujeme vystihnout bod přechodu (např. při titraci), zatímco „zelný indikátor“ se díky široké škále barev hodí k orientačnímu stanovení hodnoty pH u nejrůznějších roztoků (podobně jako univerzální indikátorové papírky). Některým žákům se při používání „zelného indikátoru“ možná vybaví změny barvy nálevu ze sterilovaného červeného zelí při velkém zředění, např. při mytí sklenice od sterilovaného zelí (pokles kyselosti prostředí, nálev byl původně silně okyselen octem) – červená barva se mění na modrofialovou; nebo při kontaktu červeného zelí s vejci v zeleninovém salátu (původně červené zelí zanechává na bílku modré stopy).

Formu indikátorových papírků používáme při měření pH z praktických důvodů – měření je rychlé a roztok se měřením téměř neznečistí (což může být významné v další analýze). Jde ovšem pouze o měření orientační. Barevné odstíny „zelných indikátorových papírků“ nejsou tak jasné a intenzivní, jako kdybychom použili přímo výluh. Přesto jsou dostatečně zřetelné k orientačnímu určení pH.



Obrázek 61: zelné indikátorové papírky v různých prostředích (pH 3–11)

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Experiment s červeným zelím je dobře známý a bývá zařazován do učebnic chemie pro základní a střední školy k ilustraci pojmu „acidobazický indikátor“. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu pro školní výuku se zdůrazněním významu barevné škály a druhů barevných přechodů indikátorů, promítajících se ve využití těchto látek v praxi.

14) Indikátorová barviva v květech rostlin

Zadání: Vyzkoušejte využití květních barviv jako acidobazických indikátorů. Pozorujte barevné změny květů v závislosti na pH a porovnejte je s barevnými změnami doprovázejícími zrání a vývoj květů/plodů v přírodě.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Barevné změny červených, modrých a fialových květů i vylouhovaných barviv odpovídají barevným změnám anthokyanů z předchozích experimentů: červená v kyselém prostředí, modrá až zelená v zásaditém. Současně dochází k poškození rostlinné tkáně (hnědnutí).



Obrázek 62: hrachor lesní (ocet – voda – roztok prací sody)



Obrázek 63: ostrožka východní (ocet – voda – roztok prací sody)



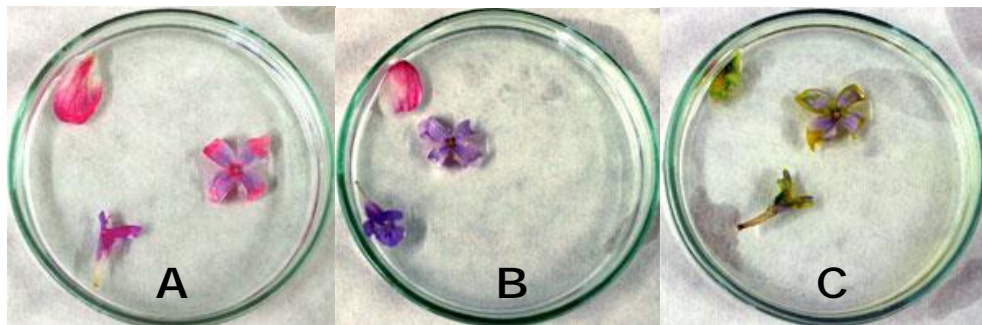
Obrázek 64: suchá růže
(5% H₂SO₄, voda, 5% NaOH)



Obrázek 65: kůra svídy krvavé
(5% H₂SO₄, voda, 5% NaOH)



Obrázek 66: barevné změny květů a listů v zásaditém prostředí (A: červená třešeň - list, B: muškát, C: hrachor, D: šípková růže, E: růžový svlačec)



Obrázek 67: barevné změny šeríku, popence a jabloňového květu v kyselém (A), neutrálním (B) a zásaditém prostředí (C)

Žáci mohou podle libosti experimentovat se všemi dostupnými kvetoucími rostlinami. Experiment může být součástí projektu zaměřeného na rostlinná barviva nebo na vývoj rostlin, neboť obdobné barevné změny můžeme u rostlin z čeledi brutnákovitých (pomněnka, hadinec, plicník) pozorovat v souvislosti s vývojem květu. Čím je květ starší, tím zásaditější pH v buňkách a modřejší barva. Růžové květy plicníku či hadince signalizují hmyzu, že dosud nejsou plně vyvinuté. U povíjnice pozorujeme naopak okyselování buněčného prostředí a tedy přechod z modré (plně vyvinuté květy) do červené barvy (uschlá okvěti). I dozrávání plodů bývá doprovázeno změnou barvy (úbytkem kyselin), dobře pozorovatelná je u borůvek.



Obrázek 68: postupná změna barvy květů u plicníku, užanky a pomněnky



Obrázek 69: barevné změny čekankového květu v kyselině a obdobné změny při stárnutí květu povíjnice

Ve spojení s botanikou nabízí tento experiment příležitost k procvičování určování rostlin a jejich poznávání a vyhledávání v přírodě.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

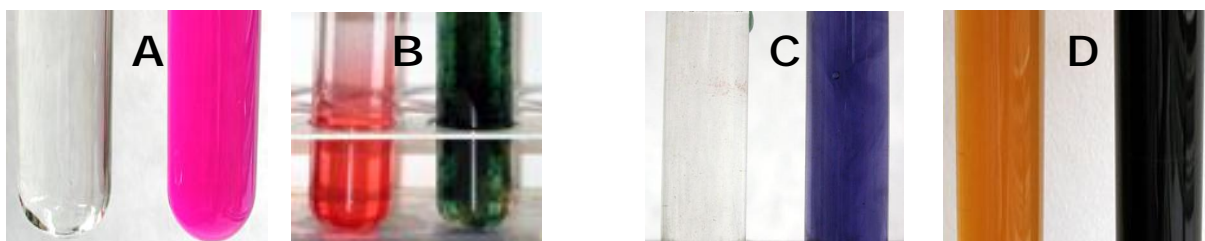
Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z publikací zaměřených na rostlinná barviva [45], [56], [57], [54]. Tento experiment není v učebnicích chemie pro základní a střední školy uváděn. Můj příspěvek spočívá v návržení jednoduchého pracovního postupu pro školní výuku, ověření na široké škále kvetoucích rostlin a tvorbě námětů pro využití v interdisciplinárních tématech chemie a botaniky, rostlinných barviv a vývoje květu. Experiment je vhodný jak pro nejmladší žáky na ZŠ pro jednoduché provedení a dostupnost materiálu, tak pro starší žáky na gymnáziích při vysvětlování změn spojených s vývojem květů a dozráváním plodů (chemicko-biologický seminář apod.).

15) Reakce přírodních fenolů

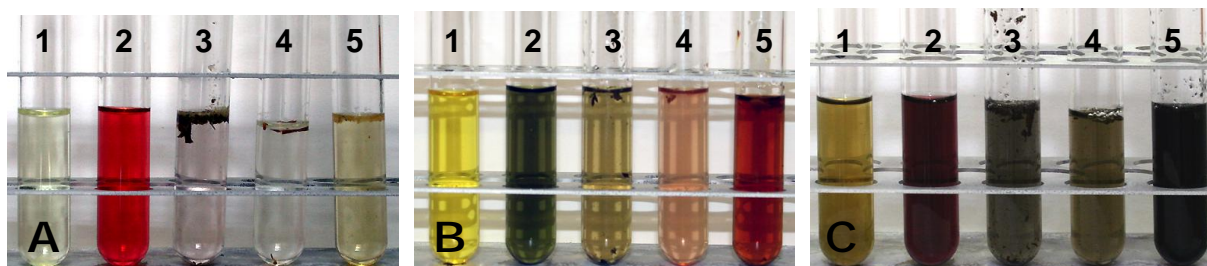
Zadání: Pozorujte reakce přírodních fenolických látek s železitými ionty, připravte si vlastní inkoust a pozorujte, jakým způsobem na něj působí kyselina citronová.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

V organické chemii se ve školní výuce setkáváme s dvěma barevnými reakcemi fenolů – u acidobazického indikátoru fenolftaleinu se v zásaditém prostředí mění barva sloučeniny do purpurové, u jednoduchých fenolů se přidáním železitých iontů tvoří intenzivně zbarvené komplexní sloučeniny (např. u fenolu fialové). Analogii první reakce u přírodních fenolů jsme poznali v předchozích pokusech – přírodní fenoly, jako jsou červená barviva anthokyanidiny, mění v zásaditém prostředí barvu, například z červené do zelené. Analogií druhé reakce je tvorba „inkoustově“ zbarvených sloučenin při reakci tríslovin s železitými ionty.

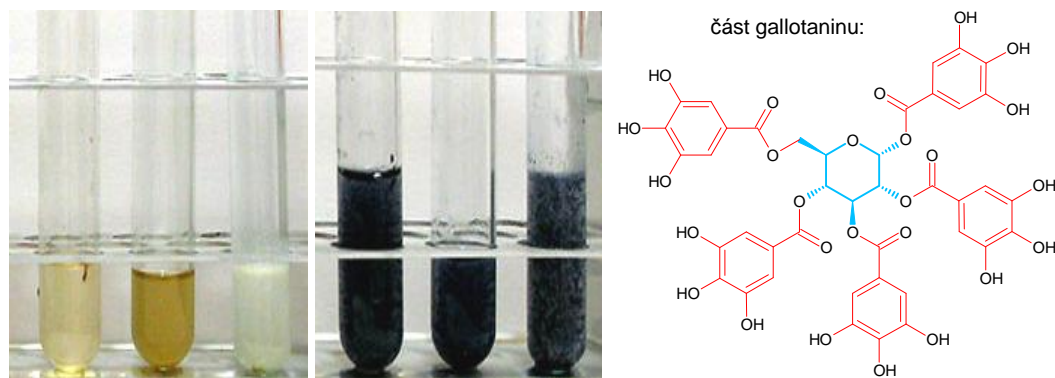


Obrázek 70: barevná změna fenolftaleinu (A) a anthokyanidinu (B) v zásaditém prostředí, barevná reakce fenolu (C) a tříslovin z černého čaje (D) po přidání železitých iontů



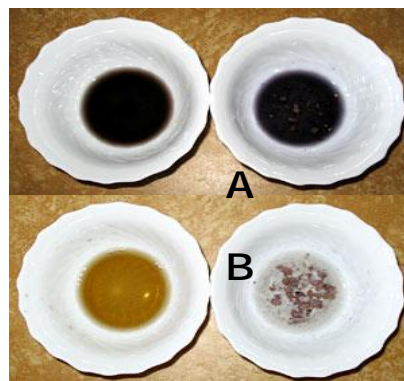
Obrázek 71: vzorky přírodních fenolů – 1: kůra citronu, 2: ovocný čaj, 3: kůra svídy, 4: žalud, 5: duběnka
A: výluhy surovin, B: v zásaditém prostředí, C: po přidání železitých iontů

Třísloviny (taniny) vyznačující se svíravou, trpkou chutí a schopností srážet bílkoviny také poskytují výraznou barevnou reakci s železitými ionty. V použitých surovinách (žaludy, duběnky, ořechy, čaj) se vyskytují především gallotaniny, estery kyseliny gallové (na obrázku červeně) a monosacharidu, obvykle glukosy (na obrázku modře). Reakcí gallotaninů s železitými ionty vznikají intenzivně barevné modročerné sloučeniny, špatně rozpustné ve vodě. Reakcí s železnatými ionty (například zelená skalice $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) vznikají podobně barevné modročerné komplexy. Tato chemická reakce byla dříve základem pro výrobu duběnkového inkoustu a lze ji velmi snadno napodobit i dnes.



Obrázek 72: zdroje tříslovin – výluh z žaludů (dva druhy), vlašských ořechů uprostřed po přidání železitých iontů – vznikají modročerné sloučeniny vpravo ukázka chemické struktury třísloviny – gallotanninu

Žáci si mohou snadno vyrobit vlastní inkoust z některého dobře dostupného zdroje tříslovin (duběnky, žaludy, přelouhovaný černý čaj) a špetky zelené skalice nebo roztoku železitých iontů. Inkoustem lze psát, ale pro delší uchování je třeba jej účinným způsobem konzervovat. Lze jej také snadno „zmizíkovat“ kyselinou citronovou, která s ionty železa vytváří velmi stabilní komplexy a je tedy schopna je vyvázat i z těchto barevných sloučenin a způsobit tak odbarvení inkoustu.



Obrázek 73: vlevo alfabeta napsaná domácím duběnkovým inkoustem (foto Jana Pilátová, seminární práce), vpravo inkousty z čaje a žaludů (A) a „vymizíkování“ po přidání kys. citronové (B)

Barevné změny přírodních fenolů v zásaditém prostředí, uvedené v tomto i předchozích experimentech, mohou žákům prakticky ilustrovat fakt, že celá řada laboratorně používaných pH indikátorů je fenolické povahy – již zmíněný fenolftalein, thymolftalein, kresolová červeň, thymolová modř, bromfenolová modř a další. Barevné změny těchto indikátorů mají stejný princip, jaký byl popsán v experimentu 12 u anthokyanidinu. Tento experiment lze tedy zařadit do obecné chemie k tématu acidobazických indikátorů, do organické chemie k tématu důkazu a vlastností fenolů nebo do tématu přírodních látek – rostlinná barviva, třísloviny – a propojit interdisciplinárně s výukou botaniky. Příprava inkoustu v domácích podmínkách se může stát součástí projektu k tématu barviv. Při vhodně zvolené náročnosti úkolů se pokus hodí jak pro nejmladší žáky ZŠ, tak pro vyšší gymnázium.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnice biochemie a chemických tabulek [50], [54], [61], chemie prvků (komplexy železa) [62] a z „domácího rádce“ z 19. století [63]. Tento experiment bývá uváděn v učebnicích chemie pro základní a střední školy, ovšem výhradně jako reakce fenolu (resp. jednoduchých fenolů) s železitými ionty. Můj přínos spočívá v navržení pracovního postupu bez použití fenolu (některým učitelům může být nedostupný; navíc je toxický a žíravý) – nahrazení přírodními fenolickými látkami, ověření na řadě přírodních materiálů a tvorbě námětů pro využití ve výuce chemie – fenolické látky jako pH indikátory (přírodní i v laboratoři), důkaz fenolů, inkoust (praktické využití).

16) Účinky mořidel na rostlinná barviva

Zadání: Porovnejte účinky tří tradičně používaných mořidel – měďnaté a železité sloučeniny a kamence hlinito-draselného – na vybraná rostlinná barviva.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Pokud obarvujeme látku ve vodě rozpustným barvivem, můžeme očekávat, že výsledek nebude příliš stálý, odolný vůči praní a dalším vlivům. Mořidla se v historii barvířství používala především proto, že schopností tvořit komplexy s rostlinnými barvivy přispívala ke vzniku silnějších interakcí mezi barvivem a obarvovanou tkaninou (vlákny celulosy). Takto bylo možno dosáhnout větší sytosti i stálosti obarvení. Tradičně připomínaná mořidla mají také vliv na získaný odstín (neplatí všeobecně, záleží samozřejmě na druhu barviva):

- měďnaté ionty dodávají nazelenalý či namodralý odstín
- železité ionty odstíny ztemňují (tvorba černých komplexů s tříslovinami)
- kamenec hlinito-draselný nebo cínaté soli prohlubují žlutý odstín

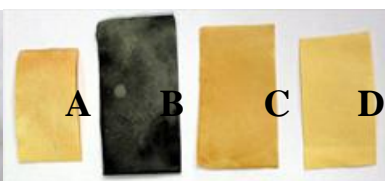
Řada těchto mořidel jsou toxické či dráždivé látky – namořené papírky si proto můžete připravit předem do zásoby, aby žáci nemuseli s roztoky mořidel pracovat.

Protože hlavní složkou papíru, stejně jako tkanin rostlinného původu, je celulóza, je možné z praktických důvodů při experimentech nahradit bavlněnou tkaninu kancelářským papírem (je pevnější než filtrační). Na vzorky papíru rostlinná barviva „chytají“ mnohem lépe než na vzorky tkanin. Nehodí se naopak umělá vlákna, která se svým složením od celulózy podstatně odlišují a jsou často zcela neobarvitelná (neinteragují dostatečně silně s barvivem).

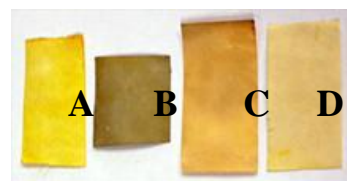
Na **obrázcích 73–80** jsou zachyceny usušené obarvené papírky, pořadí mořidel je zleva vždy: A: kamenec, B: železitá sůl, C: měďnatá sůl, D: bez mořidla:



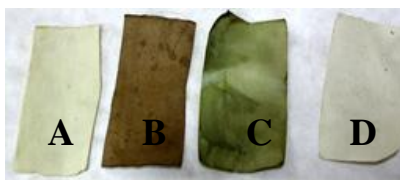
Obrázek 74: vlašovičnick (žlutý berberin)



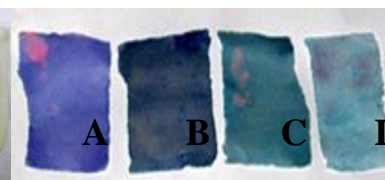
Obrázek 75: černý čaj (oranžový kvercetin)



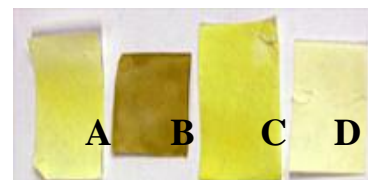
Obrázek 76: cibule (oranžový kvercetin)



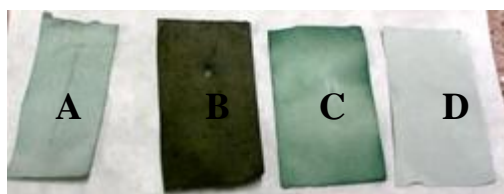
Obrázek 77: kopřivy (zelený chlorofyl)



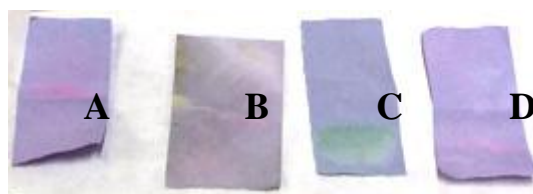
Obrázek 78: ptačí zob (modrý delfinidin)



Obrázek 79: heřmánek (žlutý apigenin)



Obrázek 80: přísavník (modrý delfinidin)



Obrázek 81: přísavník v octě (růžový delfinidin)

V rámci projektu zaměřeného na barviva lze s žáky objevovat a experimentálně ověřovat použitelnost různých zdrojů rostlinných barviv. Jde o oblíbené téma a na internetu lze nalézt řadu užitečných a inspirativních informací. Vždy je však nutno hlídat, aby žáci nepracovali nepoučení s jedovatými rostlinami a aby nesbírali chráněné druhy. Sběr rostlinného materiálu lze využít i ve výuce botaniky – k poznávání druhů rostlin a seznamování se s jejich typickými stanovišti, při interdisciplinárních projektech, na seminářích apod.

Připravovat barvicí lázně a obarvovat vzorky papíru mohou žáci snadno i doma, opět je třeba opatrnosti při práci s jedovatými rostlinami (raději úplně vynechat), vhodnější je používání jednorázových nádob (kelímky od jogurtů či margarínů, sklenice od okurek) než kuchyňského nádobí, aby případně nedošlo ke znehodnocení nádoby některým z vydatnějších barviv.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnice biochemie a publikací o praktickém využití rostlin [50, 54, 64, 65]. Experiment je jen výjimečně uváděn v učebnicích

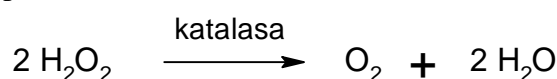
chemie pro základní či střední školy, a to jen s použitím umělých barviv (např. DUHA). Můj přínos spočívá v návržení jednoduchého a rychlého pracovního postupu, jeho ověření na široké škále rostlin a tvorbě námětů pro využití ve výuce chemie a biologie – typy rostlinných barviv, identifikace rostlin a vyhledávání jejich stanovišť, využití mořidel. Je poučný pro nejmladší žáky ZŠ a náročnější úkoly při něm mohou řešit i žáci vyššího gymnázia.

17) Katalasa – rozklad peroxidu vodíku

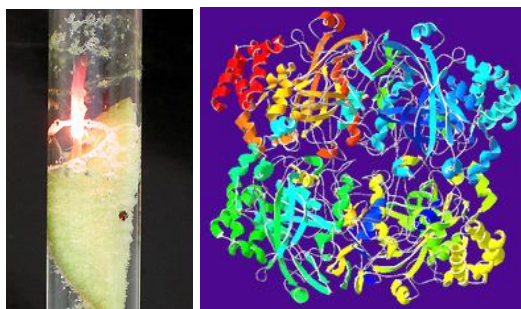
Zadání: Porovnejte vybrané suroviny z hlediska obsahu enzymu katalasy katalyzující rozklad peroxidu vodíku. Identifikujte plyn, který tímto rozkladem vzniká.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Katalasa je velmi rozšířený enzym, který v organismech „zneškodňuje“ reaktivní peroxidy a brání tak především membrány před oxidativním poškozením. Tento enzym katalyzuje rozklad peroxidu vodíku podle rovnice:

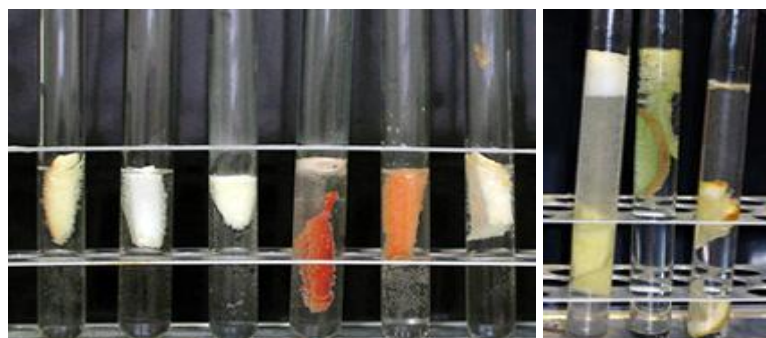


Vznikající plynný kyslík lze snadno dokázat díky jeho schopnosti podporovat hoření – doutnající špejle při dostatečné koncentraci kyslíku nad hladinou zkumavky jasně vzplane. Je lépe počkat, až se z husté pěny vytvoří jednotlivé velké bubliny – zmenší se tak riziko, že ve vlhkém prostředí špejle zhasne.



Obrázek 82: vzplanutí doutnající špejle v uvolněném kyslíku, vpravo terciární struktura katalasy (obrázek převzat z <http://en.wikipedia.org/wiki/Catalase>)

Z běžného života je znám výskyt katalasy v krvi (použití peroxidu vodíku jako dezinfekčního činidla – při styku s krví „bublá“), pro experimenty lze využít například čerstvá či mražená kuřecí játra. Katalasa se dále hojně vyskytuje v bramborách, kiwi a droždí:



Obrázek 83: reakce s H_2O_2 : zleva jablko, cibule, česnek, paprika, mrkev, celer, brambora, kiwi, citron (kurzívou zvýrazněny potraviny obsahující větší množství katalasy – probíhá rozklad)

Experiment lze zařadit do učiva o peroxidu vodíku (jako alternativu ke katalytickému rozkladu oxidem manganičitým), jako jednoduchý způsob přípravy kyslíku, anebo do učiva přírodních látek – jako příklad enzymatické katalýzy a model snadno dostupného enzymu. Peroxid vodíku v koncentraci nižší než 5 % není klasifikován jako nebezpečná látka, žáci s ním tedy mohou bez obav pracovat (pozor na „vybělení“ pokožky na prstech).

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnice biochemie [50]. Tento experiment je jen výjimečně uváděn v učebnicích chemie pro základní a střední školy. Můj přínos spočívá v navržení bezpečného pracovního postupu pro výuku, jeho ověření a tvorbě námětů pro využití ve výuce chemie (peroxid vodíku, příprava kyslíku, enzymy). Experiment je vhodný jak pro žáky ZŠ (bezpečná příprava kyslíku), tak pro žáky gymnázia (enzymy).

18) Účinnost enzymu katalasy v závislosti na pH

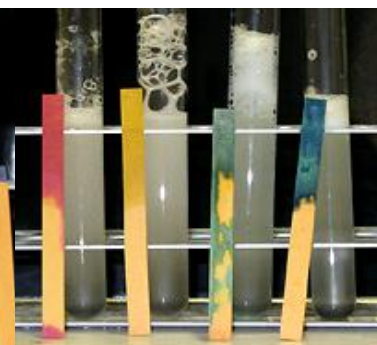
Zadání: Enzym katalasa katalyzuje rozklad peroxidu vodíku. Určete orientačně oblast pH, v níž je katalytická účinnost tohoto enzymu (z brambor) nejvyšší. Zkoumejte závislost rychlosti reakce na koncentraci použitého peroxidu.

Řešení a možnosti využití ve výuce:

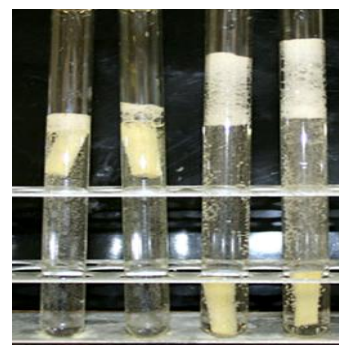
Katalytická účinnost enzymu závisí např. na pH, teplotě či přítomnosti dalších látek. Na základě pH buněk lidského organismu, které je přibližně neutrální, bychom mohli očekávat pH optimum (pH, při němž je účinnost nejvyšší) u katalasy také přibližně v neutrální oblasti. U lidské katalasy tomu tak skutečně je, u kvasnic a brambor pozorujeme optimum v neutrální až slabě zásadité oblasti, u dalších organismů se hodnoty liší v závislosti na zdroji enzymu. S koncentrací substrátu (peroxidu vodíku) pozorujeme rostoucí rychlost reakce. Na **obrázcích 83–85** je zachycen stav v reakčních nádobách krátce po začátku experimentu:



Obrázek 84: účinnost katalasy z brambor při různém pH
pH optimum: neutrální prostředí



Obrázek 85: účinnost katalasy z kvasnic při různém pH
pH optimum: neutrální prostředí



Obrázek 86: katalasa z brambor závislost rychlosti rozkladu na rostoucí koncentraci peroxidu

Katalasa z brambor je velice snadno dostupný enzym a rychlost rozkladu peroxidu se orientačně dobře vizuálně srovnává, proto je toto uspořádání velmi vhodné ke zkoumání vlastností biokatalyzátorů ve školní výuce – ovlivňování rychlosti enzymatické reakce, různých možností regulace enzymu a denaturačních vlivů. Popsané experimenty se mohou stát základem pro laboratorní práce na téma enzymy.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnice biochemie [50]. Tento experiment není uveden v učebnicích chemie pro základní a střední školy. Můj přínos spočívá

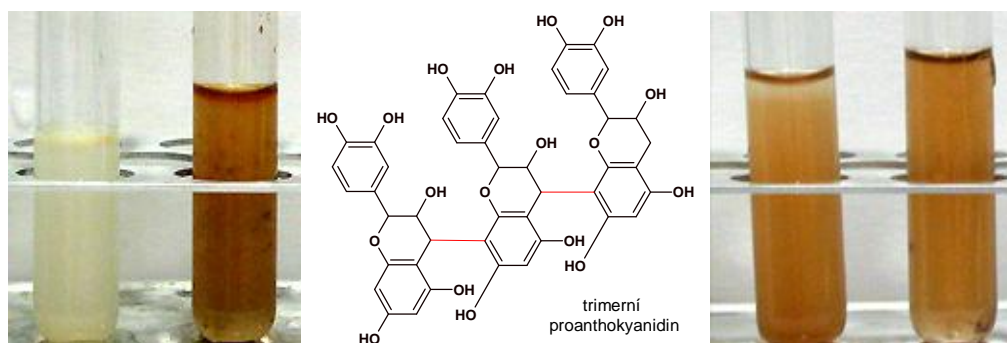
v navržení bezpečného pracovního postupu, jeho ověření a tvorbě námětů pro využití ve výuce chemie na gymnáziu (katalýza) se zapojením badatelské aktivity žáků.

19) Proanthokyanidiny – téma pro zájemce (laboratorní experiment)

Zadání: Proveďte štěpení proanthokyanidinů kakaa či révových semen. Ověřte barevnými změnami výchozích látek a produktů v závislosti na pH, že k rozštěpení došlo.

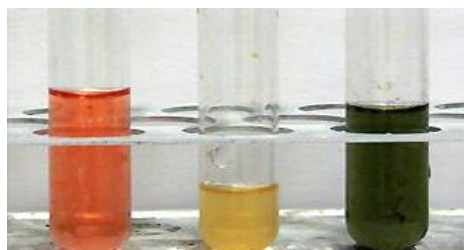
Řešení a možnosti využití ve výuce:

Anthokyanidiny se vyskytují v přírodě také v oligomerní formě jako tzv. **proanthokyanidiny** – například v semenech révy a v kakau. Proanthokyanidiny řadíme mezi třísloviny (látky s velkým počtem fenolických OH skupin schopné srážet bílkoviny z roztoků), projevují se svíravou, trpkou chutí. Nacházejí uplatnění v lékařství – jde o jedny z neúčinnějších zachytávačů volných radikálů, mají příznivý vliv na kardiovaskulární systém a jsou protizánětlivé. Oproti červeným anthokyanidinům, na které je lze rozštěpit varem s kyselinou, jsou bezbarvé, proto se dříve nazývaly leukoanthokyanidiny (leukos = řecky bílý).



Obrázek 87: semena révy (proanthokyanidin) ve vodě a po přidání hydroxidu, příklad struktury trimerního proanthokyanidinu, kakao (proanthokyanidin) ve vodě a po přidání hydroxidu

Proanthokyanidiny reagují na změny pH reaguji podobně jako další třísloviny – v zásaditém prostředí vzniká více či méně výrazné hnědé zbarvení přírodního materiálu způsobené oxidací vzdušným kyslíkem v přítomnosti hydroxidových iontů a dalšími reakcemi. Rozštěpením těchto proanthokyanidinů získáme volné anthokyanidiny, jejichž přítomnost můžeme ověřit typickou změnou barvy v závislosti na pH (červené v kyselém, zelené v zásaditém prostředí):



Obrázek 88: semena révy po štěpení (anthokyanidin) 10% H₂SO₄ – voda – 10% NaOH



Obrázek 89: kakao po štěpení (anthokyanidin) 10% H₂SO₄ – voda – 10% NaOH

Experiment lze doporučit zájemcům o předmět chemie k samostatné laboratorní práci spojené s tématem anthokyanidinů. Za zmínku stojí též velmi příznivé vlastnosti anthokyanidinů a jejich oligomerů na lidské zdraví. Jejich funkci účinných zachytávačů volných radikálů lze vysvětlit stabilizací vzniklých fenoxylových radikálů pomocí rezonance.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

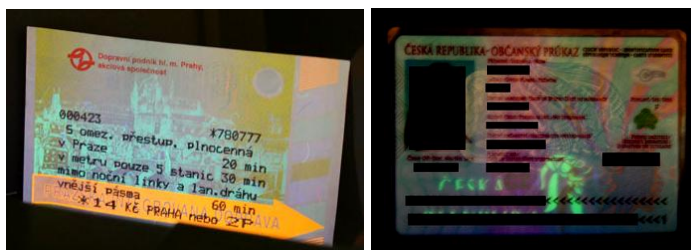
Teoretické podklady k tomuto experimentu jsem čerpala z učebnic biochemie [50], [54], [51] a odborných článků [66], [67]. Tento experiment není uváděn v učebnicích chemie pro základní a střední školy. Můj přínos spočívá v navržení zjednodušeného pracovního postupu pro školní výuku a jeho ověření.

20) Fluorescence rostlinných a jiných barviv (experiment s UV lampou)

Zadání: Pozorujte chování fluorescenčních barviv pod UV lampou

Řešení a možnosti využití ve výuce:

Principem fluorescence je schopnost fluorescenčního barviva pohlcovat UV záření z lampy a jeho energii využít k excitaci molekul barviva do stavu o vyšší energii. Při návratu zpět na původní energetickou hladinu dochází k vyzaření přebytečné energie ve formě viditelného světla (u používaných vzorků nejčastěji žlutého a žlutozeleného). Pro následující pokusy jsem použila UV lampu s vlnovou délkou 366 nm, s větším výkonem, než mají kapesní UV lampy. Fluorescenční barviva se využívají jako ochranné prvky bankovek, dokladů či jízdenek.

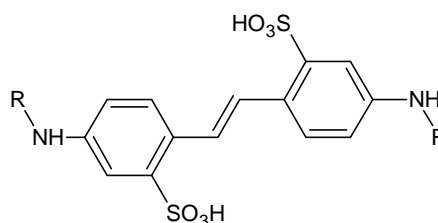
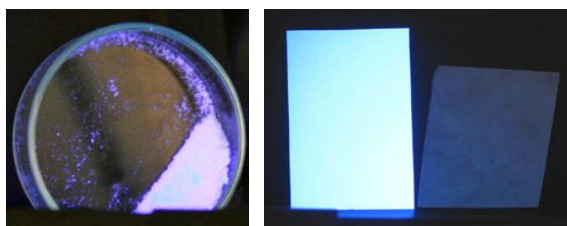


Obrázek 90: jízdenka na metro a občanský průkaz pod UV lampou

Dále se využívá „estetického“ působení fluorescenčních barviv, která vyzařují dostatek viditelného světla i při osvětlení slunečním zářením – tyto barvy se pak zdají zářivé, jakoby svítící vlastním světlem. Příkladem jsou zvýrazňovací fixy nebo prací prášky, některé zubní pasty a kancelářský papír s optickými zjasňovači (stilbeny) vytvářejícími dojem zářivě bílé.



Obrázek 91: zvýrazňovače a obyčejné fixy ve slunečním světle a pod UV lampou



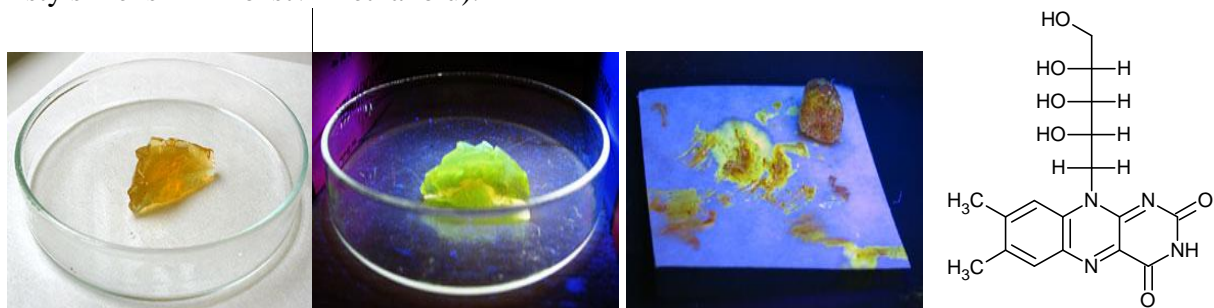
Obrázek 92: prací prášek v UV světle, kancelářský papír (optické zjasňovače) vs. filtrační papír pod UV lampou, příklad struktury optického zjasňovače stilbenu

Také řada přírodních materiálů obsahuje fluorescenční barviva. Intenzivní žlutou fluorescenci v UV světle vykazují oranžové barvivo – jedovatý alkaloid berberin ve vlašovičniku, dřišťálu nebo mahonii. Fluorescenční barviva rostlin využívají i biologové ke značkování a vyhledávání určitých tkání, buněk atd.

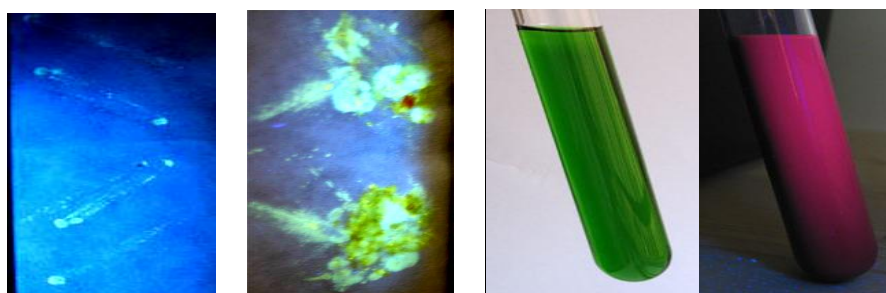


Obrázek 93: vlašovičník a latexová skvrna pod UV lampou, květenství dřišťálu, jeho otisk na papíře pod UV lampou, vzorec alkaloidu berberinu obsaženého v těchto rostlinách

Žlutozelenou fluorescenci můžeme pozorovat i u flavonových sloučenin v citrusové kůře či stocích routy; žlutou fluorescenci u vitamínu B₂, červenou u chlorofylu (rozetřeme zelené listy s menším množstvím ethanolu).



Obrázek 94: žluté cukrářské želé barvené riboflavinem na slunečním světle a pod UV lampou, rozmělněná multivitaminová tableta pod UV lampou, vzorec riboflavinu



Obrázek 95: otisky stonků routy pod UV lampou, otisky pomerančové kůry pod UV lampou, chlorofyl v ethanolu na slunečním světle (zelený) a pod UV lampou (červený)

U mladších žáků lze využít experiment ke zkoumání obsahu optických zjasňovačů v pracích prášcích – žáci pozorují fluorescenci svého bílého oblečení a porovnávají výsledky s informacemi o tom, který prací prášek se ve které rodině používá. Zajímavé je osvětlit UV lampou místo v koupelně, kde se ukládá prací prášek, případně vnitřek pračky – pozorujeme světlé skvrny na dlaždičkách, na knoflíčích pračky a okolo přihrádky určené na prací prášek.



**Obrázek 96: pohled do přihrádek v pračce – ve světle žárovky a pod UV lampou
přihrádka na předpírku (vlevo) je zcela čistá, v přihrádce na hlavní praní (uprostřed) je vidět stopa, kudy
odtéká prášek do pračky; při plnění práškem se znečistí hlavně krajní přihrádka na aviváž (vpravo)**

Možné je také interdisciplinární spojení s botanikou (chlorofyl, fluorescenční barviva v rostlinách). Využití fluorescenčních barviv v nejrůznějších oblastech života se může stát námětem k rozsáhlejšímu referátu, seminární práci či projektu. U žáků gymnázií je experiment vhodné zařadit v posledním ročníku a spojit jej interdisciplinárně s tematickým okruhem „fyzika mikrosvěta“, kde je princip fluorescence podrobně vysvětlován, k praktické ilustraci tohoto jevu.

Informační zdroje a vlastní přínos k tomuto školnímu experimentu:

Teoretické podklady o rostlinných fluorescenčních barvivech jsem čerpala z publikace zaměřené na obsahové látky v rostlinách [68] a učebnic biochemie a potravinářské chemie [50], [51], [54]. Tento experiment se v učebnicích chemie pro základní a střední školy neuvádí. Můj přínos spočívá v navržení pracovního návodu pro školní podmínky, ověření na konkrétních materiálech každodenního života a v námětech na zapojení experimentu do výuky chemie, resp. fyziky na základní a střední škole.

3.2. Využití nenáročných experimentů při distanční výuce talentovaných studentů: kurz Biochemie – Přírodní látky

Materiálně nenáročné experimenty s přírodními látkami jsou velmi vhodné k domácímu provedení a mohou se tak stát doplňkem či dokonce základem úloh pro distanční vzdělávání v chemii. Zatímco původní domácí experimenty, k nimž jsem vyvíjela náměty během magisterského studia, byly určeny pro zájmový distanční kurz chemie [35], [36] a spíše než vzdělávací aspekt zdůrazňovaly aspekt motivační a rozvíjení pozitivního přístupu k chemii, tato sada praktických úloh založených na domácích experimentech, kterou jsem vytvořila v posledních letech, je základem výuky chemie přírodovědně nadaných středoškoláků v distančním kurzu Biochemie – Přírodní látky v rámci projektu Talnet (www.talnet.cz).

V následujících kapitolách

- nastíním charakter a specifika distanční formy vzdělávání a e-learningu a možnosti jejich využití ve výuce chemie na různých stupních škol
- představím projekt „Talnet – online k přírodním vědám“
- ukážu, jakým způsobem se mohou domácí experimenty stát základem pro heuristickou a problémovou metodu výuky vhodnou pro nadané žáky a přispívající k rozvíjení kompetencí souvisejících s pochopením a používáním vědeckých postupů
- představím distanční kurz Biochemie – Přírodní látky z hlediska jeho cílů, obsahu, technického zajištění a organizace ve školním roce
- podrobně se budu věnovat jednotlivým lekcím kurzu zaměřeným na domácí experimenty
- vyhodnotím první ročník kurzu na základě zkušeností instruktorů, údajů o aktivitě studentů v průběhu roku a s využitím dotazníkového šetření mezi absolventy kurzu
- výsledky hodnocení aktuálního ročníku budu diskutovat vzhledem k cílům kurzu a vhodným změnám do budoucna

3.2.1. Distanční vzdělávání a e-learning

Distanční vzdělávání a e-learning – definice pojmů

Distanční vzdělávání je multimediální forma řízeného samostatného studia, v němž jsou **vzdělavatelé (pedagogové) v průběhu vzdělávacího procesu trvale nebo převážně fyzicky odděleni od vzdělávaných (studujících)**. Jedná se o vysoce individualizovanou výuku, v níž jsou studující méně závislí nebo zcela nezávislí na učitelích. Multimediálností se rozumí optimální využití všech komunikačních a informačních prostředků, kterými lze prezentovat učivo a komunikovat na dálku – tj. tištěné materiály, magnetofonové záznamy, počítačové programy, videokonference, e-mail či televizní a rozhlasové přenosy. U zrodu distančního vzdělávání stála snaha **zajistit přístup ke vzdělání** i těm cílovým skupinám, které se tradičního, prezenčního vzdělávání nemohou zúčastnit (tělesně postižení, zaměstnaní dospělí). Hlavním objektem vzdělávacího procesu je **studující** (užívá se též označení student), hlavním subjektem je **vzdělávací instituce**. Během celého vzdělávacího procesu je spojovacím článkem mezi institucí a studujícími **tutor** (někdy též instruktor, lektor), odpovídající za úspěšnost studia účastníků, kteří jsou mu svěřeni [69].

Základními principy distančního vzdělávání jsou:

- **Individualizace a flexibilita:** Nabídka studijních možností je co nejrozmanitější a sestavu studijních kurzů je možno pružně měnit co do rozsahu, obsahu i uspořádání jednotlivých částí tak, aby se všichni účastníci studia – s odlišnými úrovněmi předchozího vzdělání, zkušenostmi i představami o výsledku absolvování toho kterého kurzu – učili skutečně efektivně.
- **Samostatnost studia:** Studující si studium plánuje sám podle svých schopností, vnějších podmínek a okolností. Učivo je rozděleno do krátkých tematických úseků, které si může bez větších potíží osvojit. Zdrojem zpětné vazby mohou být souhrnné otázky jako součást učebního textu nebo nějaká forma samostatné práce hodnocená tutorem. Z toho vyplývá možnost individuálního tempa učení, a to i v případě, že čas na zvládnutí dané jednotky je omezený např. termínem pro odevzdání úkolů.
- **Multimediálnost:** Prostřednictvím zvukové a obrazové složky lze dosáhnout lepšího pochopení učiva, které by na základě prostého čtení učebních textů nebylo možné. Dále se použití médií projevuje v komunikaci s personálem vzdělávací instituce a nahrazuje tak každodenní kontakt s učitelem v prezenční formě studia.
- **Podpora studujících:** Protože je vzdělávání u velké části cílové skupiny jen jednou aktivitou z mnoha, je zde snaha na všech rovinách systému distančního vzdělávání motivovat studujících, předcházet obtížím a nastanou-li, co nejrychleji je řešit. [69]

E-learning je forma distančního vzdělávání podporovaná multimediálními technologiemi, internetem a dalšími elektronickými médii za účelem zlepšení kvality vzdělávání. Zahrnuje distribuci vzdělávacího obsahu internetem, intranetem, audio či videokazetou, satelitním vysíláním, interaktivní televizí či CD-ROMem. Dále zahrnuje řízení a administraci vzdělávání, komunikaci tutor-studující, studující-studující a umožňuje spolupráci ve virtuální třídě a v malých sociálních skupinách studujících [70]. V současné době existuje několik úrovní e-learningu lišících se mírou využívání podpory informačních a komunikačních technologií:

- **vzdělávání za podpory počítačů (Computer Based Training, CBT)**
Kurzy nebo studijní materiály lze samostatně spustit na počítači, jsou distribuovány pomocí přenositelných médií (CD, DVD, Flash Drive) připojení k internetu není nutné, ale studijní materiál neposkytuje odkazy na vzdělávací prostředky mimo kurz.
- **vzdělávání za podpory webových technologií (Web Based Training, WBT)**
On-line forma e-learningu vyžadující připojení k internetu. Studijní materiály jsou distribuovány přes internet, jsou přístupné neustále a odkudkoli a mohou být propojeny s libovolnými dalšími informacemi dostupnými na internetu. Připojení na internet s sebou přináší také nové možnosti komunikace mezi studujícím a tutorem i mezi studujícími navzájem (e-mail, elektronická konference).
- **vzdělávání přes LMS (Learning Management System)**
V současnosti nejdokonalejší úroveň e-learningu využívá speciální komplexní systémy pro podporu výuky (výuková prostředí, LMS, někdy též Course Management System), ke kterým studující přistupují přes internet. LMS je souborem nástrojů umožňujících tvorbu, správu a užívání kurzu, nástrojů pro komunikaci mezi studujícím a tutorem i studujícími navzájem, pro testování, hodnocení, administraci a archivaci studijních výsledků, umožňuje též vytvářet virtuální třídy studentů [71]. Příkladem systémů užívaných v České republice jsou Moodle, EDEN, LearningSpace, WebCT a další.

V praxi se obvykle nevyskytují "čisté" formy vzdělávání, jako čistě elektronická nebo distanční výuka. Spíše se prosazuje koncepce smíšeného vzdělávání (**blended learning**), což je kombinace prvků prezenčního i e-learningového vzdělávání, která má největší perspektivu použití na středních a vysokých školách [72].

Hlavní prvky systému distančního vzdělávání

Objektem systému distančního vzdělávání je studující. Subjektem je vzdělávací instituce, jejíž personál obstarává nejrůznější funkce – od odborného zajištění výuky přes administrativu, rozesílání studijních pomůcek a ekonomické vedení společnosti, až po provoz poradenských a informačních středisek. Výuka se děje prostřednictvím informačních a studijních materiálů, její nezbytnou součástí jsou rozmanité komunikační prostředky.

Studující

Úspěšné studium v distančních kurzech vyžaduje od studujících tyto postoje a schopnosti:

- schopnost samostatně řídit svou práci
- schopnost využívat čas ke studiu
- schopnost efektivního samostudia a kritického hodnocení nabytých vědomostí
- schopnost písemně komunikovat a spolupracovat s tutorem a kolegy [70]

Je třeba mít na mysli zvláštní podmínky, v nichž se odehrává vzdělávací proces většiny studujících v distančním vzdělávání – především **omezený čas** pro studium (jde o „aktivitu navíc“) a určitou **izolaci** studujícího, který je od vzdělávací instituce i svých kolegů fyzicky oddělen. Oba aspekty mohou negativně ovlivňovat práci studujících, zejména po opadnutí počátečního nadšení. Tomu je třeba předcházet již na počátku studia důkladnou analýzou časových možností studentů a následnou úpravou kurzu tak, aby pro ně nepředstavoval nezvládnutelnou zátěž [69].

Tutor

Vedení výuky v online kurzu je záležitostí speciálně vyškoleného učitele - tutora. Základem práce tutora je **podpora vlastního učení se studujícími**, ke které patří náměty k přemýšlení a diskuzi, pomoc při překonávání studijních obtíží a hodnocení výsledků studujících. Tutor zajišťuje zpětnou vazbu od studujícího k vzdělávací instituci a k autorovi odborného textu a dává jim podněty ke zlepšení práce [72]. Protože se náplň jeho práce štěpí na didaktickou stránku studijního procesu (zadávání a hodnocení samostatných prací, konzultace a zodpovídání odborných dotazů, hodnocení kvality studijních materiálů) a na stránku pedagogicko-psychologickou (pomoc s organizací studia a překonáváním studijních obtíží), oddělují se někdy tyto dvě složky a studující má poradce dva – odbornou pomoc v roli tutora (též instruktora), ostatní pomoc v roli tzv. mentora (též facilitátora) [73].

Základní kompetence tutora v elektronické výuce zahrnují především:

- Odpovídající **pedagogickou kvalifikaci**, k jejímuž dosažení je třeba tutorů vyškolit.
- Umění dobré **komunikace**. V e-learningovém prostředí je základem písemná komunikace, nutná je i schopnost obsluhy používaných komunikačních prostředků (využití internetu, e-mailu, nástrojů LMS)

- **Otevřenost**, zaujetí pro věc, přístupnost ke změnám. Vnímavost, otevřenost a flexibilita tutora jsou nezbytností. Pokud tutor nedokáže v kurzu vytvořit přátelské prostředí, může se stát, že se studující ve skupině odcizí jemu i sobě navzájem.
- **Praktické zkušenosti**. E-learning vyžaduje tutory, kteří umějí aplikovat látku na praktické úlohy. Nestačí pouze dobré teoretické znalosti předmětu.

Ve vztahu ke studentům by tutor měl především:

- Včasně a vhodně poskytovat zpětnou vazbu.
- Povzbuzovat a podporovat odezvu studujících po celou dobu výuky.
- Reagovat na diskusní příspěvky studujících, domácí práce a výsledky v testech. [70]

Pokud tutor hodnotí odevzdanou práci nebo odpovídá na položený dotaz, má vždy pamatovat na to, že náplní jeho práce je být poradcem, tím, kdo studujícího vede ke správnému pochopení a vyřešení úkolu, nikoli tím, kdo podává již hotové řešení. Má tak spíše položit jednodušší otázku vedoucí k pochopení problému, než zodpovědět otázku obtížnou. Má spíše vést studujícího k zamyšlení nad použitelností zvoleného postupu, než odmítnout jeho postup jako špatný a ukázat mu správný [73].

Vzdělávací instituce

Vzdělávací instituce zajišťuje studium v mnoha aspektech. Prvním jejím úkolem je analýza poptávky, na jejímž základě rozhoduje, jaké odborné oblasti bude svými studijními kurzy a programy pokrývat, a stanovuje si konkrétní vzdělávací cíle. Vytvářením jednotlivých kurzů se zabývá tým odborníků – autorů studijních textů a pomůcek. Vedle toho vzdělávací instituce zajišťuje školení tutorů, kteří budou účastníky kurzu studiem provázet. Na základě výsledků realizace tzv. **pilotního kurzu** (podrobně sledovaný zkušební běh kurzu s menším počtem studujících) se dále upravuje obsah, struktura a organizace kurzu. Když je kurz připraven, je třeba jej dostatečně viditelně nabídnout širokému okruhu možných studujících [69].

Při výuce s použitím LMS je maximum aspektů studia přeneseno do virtuální roviny – vlastní výuka i většina organizačních záležitostí se odehrává prostřednictvím internetu. LMS usnadňuje tvorbu, používání a správu e-kurzů tím, že poskytuje:

- soubor **vzdělávacích nástrojů**, usnadňujících učení, komunikaci a spolupráci, např.:
 - komunikační nástroje umožňující diskuse, výměnu souborů, interní emailovou korespondenci, chatování, přenos videa atd.
 - nástroje pro podporu produktivity vzdělávání umožňující práci offline, vkládání vlastních poznámek, použití kalendáře, nápovědy atd.
 - nástroje pro podporu spolupráce studujících např. na projektech.
- soubor **podpůrných nástrojů**, pomáhajících v procesu správy a vedení kurzu, např.:
 - nástroje pro administraci, např. vedení studijních evidencí, adresářů kontaktů
 - nástroje pro řízení a sledování práce studujících [72]

Komunikační prostředky

Kontakt studujícího s tutorem a ostatními zaměstnanci vzdělávací instituce se odehrává prostřednictvím různých komunikačních prostředků. Při jejich výběru se zohledňují zejména dvě hlediska – **bezprostřednost odezvy** a co **nejširší škála přenášených informací**. Komunikační prostředky nahrazují osobní styk účastníků studia a ideálem tedy je co nejvíce se přiblížit formě komunikace při osobním styku. Z tohoto důvodu se jako zcela nevyhovující

ukazuje komunikace prostřednictvím psaných dopisů v korespondenčních kurzech [69]. Technologie užívané pro distribuci vzdělávacího obsahu v distančním vzdělávání a e-learningu lze rozdělit podle druhu média, které informace přenáší:

- **tištěné materiály** nejsou vzhledově příliš zajímavé ani interaktivní. Zato se s nimi snadno manipuluje, dají se přenášet, doplňovat poznámkami a jsou levné.
- **audio a videotechnologie** se hodí k realistické demonstraci zvukových a obrazových informací, například při výuce jazyků nebo při nácviu praktických dovedností. Nejsou interaktivní, videopořady je nákladné aktualizovat a mohou být potíže i s dostupností přehrávačů.
- **počítačové technologie** nabízejí vysokou interaktivitu, snadné šíření i aktualizaci, problémem může být dostupnost počítače a připojení k internetu [69], [72].

Na počátku kurzu by se měl tutor se studijní skupinou dohodnout na podmínkách vzájemné komunikace, zejména na formě dotazů a lhůtě pro odpověď v různých situacích (náhlé studijní obtíže, hodnocení samostatných prací). V každém případě by se měl tutor snažit vyřídit všechny žádosti tak, aby prodleva příliš nezdržovala studující v práci [73].

Studijní materiály

Specifikem distančního vzdělávání je, že studující nezískává své vědomosti a dovednosti od učitele, nýbrž samostudiem ze studijních materiálů zpracovaných speciálně za tímto účelem. Na jejich kvalitě závisí do značné míry úspěch studia. Tyto materiály mohou mít nejrůznější formu, od tištěných textů až po výukové počítačové programy. Každá z forem má své výhody i nevýhody a je optimální používat během kurzu jejich pestrý soubor. Charakteristické je časové rozvržení obsahu studia do jednotlivých krátkých studijních jednotek – kapitol. Každá kapitola je strukturována na úvodní, výkladovou a závěrečnou část. V úvodní části jsou poskytnuty organizační informace – téma a cíle kapitoly, časová náročnost a vstupní znalosti. Hlavní, výkladová část je zaměřena na osvojení nového učiva a závěrečná část opakuje a shrnuje učivo s důrazem na nové znalosti. K okamžité zpětné vazbě a k podpoře aktivity studujícího slouží nejrůznější otázky, testy a cvičení. Řešení některých úkolů lze dohledat v samotném textu kapitoly, k dalším je připojeno modelové řešení a jiné jsou zadány jako samostatná práce hodnocená tutorem [69].

Při vstupu do kurzu se jednotliví účastníci odlišují svými studijními zkušenostmi a návyky. Takzvaný „**studijní návod**“ si klade za cíl pomoci jim v získání správných návyků a technik samostudia, najít konkrétní způsoby, jak si každý může usnadnit učení, pomoci s úkoly, na které studující z praxe nejsou zvyklí a které proto bývají zdrojem stresu, například s psaním samostatných prací [73].

Motivační prvky

Flexibilita v sobě nese výrazný motivační prvek v podobě možnosti naplánovat si rozsah i strukturu studia podle svých vlastních požadavků. Pro studujícího zůstává pevně spojena námaha vložená do studia s dosažením konkrétního cíle, pro který se do kurzu přihlásil (zvýšení kvalifikace, kariérní postup...) a naopak není nucen zabývat se učivem, které nebude potřebovat [69]. **Samostatnost** studia je z hlediska motivace ambivalentním principem. Ponechává sice volnost v organizaci procesu učení s ohledem na časové možnosti a učební návyky studujícího, na druhé straně chybí možnost okamžitě řešit nejasné momenty a opomíjejí se sociální kontakty mezi studujícími, které mohou přispět k uvolnění napětí

z prožívaných studijních obtíží. Podpora motivace se proto ubírá ve směru kvalitního didaktického zpracování učebních materiálů a posílení neformálních kontaktů mezi účastníky kurzu [74]. **Podpora studujících** je výslovně zaměřena k udržení jejich studijního úsilí, k předcházení nejrůznějším potížím (problémy doma či v zaměstnání, nadměrná studijní zátěž, neefektivní způsoby učení) a k jejich překonání v případě, že nastanou.

Podpora sociálních kontaktů mezi účastníky se děje organizováním tutoriálů a neformálních setkání studijní skupiny, umožněním spolupráce na řešení rozsáhlejších samostatných úkolů nebo zřízením diskusního prostředí pro vzájemnou komunikaci studujících.

Motivační prvky obsažené ve studijních materiálech mají předcházet pocitu jednotvárnosti při učení a vést k neustálé aktivitě a k dosažení pocitu, že studující "něco udělal". Aktivizačním prvkem mohou být rozmanité druhy otázek v textu, které umožňují ověřit si vlastní porozumění učivu. Aby tyto otázky měly motivační charakter, je třeba zvolit vhodnou úroveň jejich obtížnosti [69]. S tím souvisí snaha předcházet přílišné míře nejistoty u studujících, zejména při studiu kapitol zabývajících se velmi obtížným učivem. Nepříjemné pocity lze alespoň zčásti odbourat výslovným upozorněním na obtížnost textu a ujištěním, že „s tím má každý potíže“, či méně stresující formulací úkolů (hry, křížovky) [75]. Dalším způsobem zvyšování vnitřní motivace může být tematické zohlednění zájmů studujícího (samostatné práce zadávané tutorem), vyžadování aplikace právě získaných znalostí na jevy známé z běžného života nebo vedení k vlastní objevné aktivitě (tzv. heuristická metody výuky, kdy studující na základě vlastních pokusů a zjištění formuluje obecné závěry) [76].

Hodnocení studia – hodnocení studijních pokroků

Sebehodnocení se realizuje v rámci řešení drobnějších otázek a úkolů, které jsou součástí studijních materiálů. Správné odpovědi lze ověřit přečtením příslušného studijního textu nebo jsou připojeny v závěru kapitoly. Studující používá tuto zpětnou vazbu k plánování svého studia, odhalení obtíží a nedostatků v pochopení [69].

Tutor je v neustálém kontaktu se studujícím, sleduje proces jeho učení, a je tedy též zdrojem informací o jeho studijním pokroku. Během konzultací může odhalit oblasti, v nichž mívají studující obvykle potíže. Vedle toho hodnotí průběžné testy a větší samostatné práce zadávané nejčastěji jako uzavření určitého tématu. Tutor klasifikuje práci bodově, ale je velmi užitečné poskytnout studujícímu zpětnou vazbu v podobě slovního hodnocení, v němž uvede vedle svých výhrad i přednosti. To vede u studujícího k povzbuzení i k upevnění správných a efektivních postupů [76].

Hodnocení studia - hodnocení vzdělávacího kurzu

Zdrojem zpětné vazby pro vzdělávací instituci jsou nejprve sami **účastníci studia** a jejich připomínky a stížnosti k práci tutorů, k obsahu, srozumitelnosti a zpracování studijních materiálů i k organizaci studia. Problémové oblasti lze odhalit pomocí hodnotících dotazníků zadávaných na konci každého ročníku, anebo nepřímo, rozbořením nápadně častých chyb studujících [69]. Také **tutor** se při své práci setkává s celou řadou obtíží, jež s sebou realizace kurzu nese. Pomáhá je řešit členům své skupiny a upozorňuje na ně vzdělávací instituci. Protože má přehled práci o jednotlivých studujících, může doplňovat jejich odpovědi v hodnotícím dotazníku o své vlastní poznatky [73].

Na základě tohoto hodnocení vzdělávací instituce kurz **inovuje** po stránce odborné – jak si to vyžaduje pokrok v daném oboru – i po stránce metodické, pokud se některé postupy neosvědčily. Vedle toho je třeba hodnotit a korigovat i práci tutorů a celou organizaci studia, pokud se ukáže jako nevyhovující [69].

Patří e-learning do škol?

E-learning do škol nesporně patří – bude-li e-learningové vzdělávání **kvalitní a cenově dostupné**. E-learningové technologie mají na vzdělávání velký dopad, pokud jsou použity správně. Jejich užití v tradičních kurzech vzdělávání zkvalitňuje, přináší nové vzdělávací možnosti a zvyšuje zájem studujících i učitelů o vzdělávací proces. Není výjimkou, že učitelé s vlažným postojem k pedagogice bývají dobrými e-learningovými kurzy natolik zaujati, že se začnou vzdělávání věnovat daleko více. Často je to proto, že e-learning dovoluje vytvářet flexibilnější vzdělávací prostředí a umožňuje přizpůsobit vzdělávání potřebám jednotlivých studujících lépe než klasická výuka, kde je obtížné, zvláště při velkých počtech studujících, vzdělávací proces **individualizovat**. Je však nutné připomenout, že samotné technologie vzdělávání nezlepší – to dokáže jen poučený a schopný učitel a studující [70].

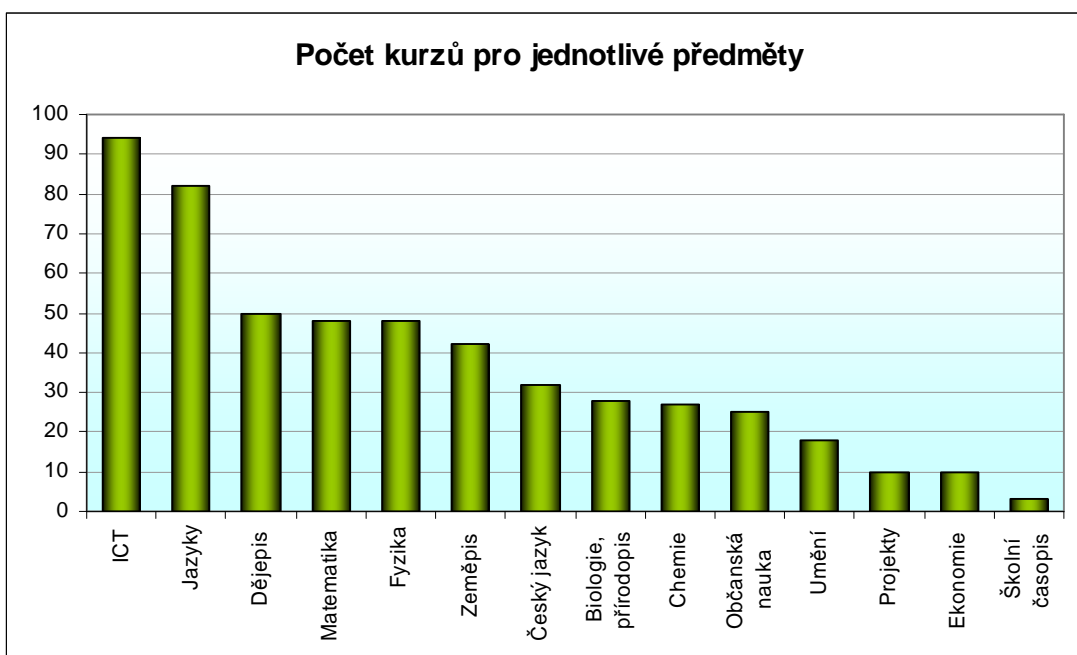
Způsoby aplikace informačních a komunikačních technologií ve vzdělávání

V praxi se objevují tři hlavní způsoby aplikace informačních a komunikačních technologií:

- **Statické použití webu:** zveřejnění organizačních a pomocných informací (syllabus kurzu, časový rozvrh, organizační pravidla, způsob hodnocení), prezentací či průsvitek, které učitel používá, řešení domácích prací, výsledků hodnocení studentů či odkazů na webové stránky související s výukou daného předmětu.
- **Dynamické použití webu:** online vzdělávací zdroje, zpětnovazební testy, spolupráce studujících na společných projektech, konzultace a diskuse prostřednictvím interaktivních diskusních skupin, interaktivní přístup k programovému vybavení a multimediální obsah (audio/video sekvence a animace k ilustraci obtížných pojmů).
- **Kompletní online kurz:** v tomto případě jsou online nejen vzdělávací materiály, ale i komunikace se realizuje prostřednictvím webového prohlížeče a softwarových nástrojů. Na školách se nejlépe osvědčuje aplikovat online kurz paralelně s tradičním kurzem. [70]

Využití prvků distančního vzdělávání a e-learningu na českých školách

Analýzou vzorku padesáti náhodně vybraných základních a středních škol v České republice, využívajících výukové prostředí **Moodle** (u nás nejrozšířenější, <http://moodle.cz/>) k integraci prvků distančního vzdělávání a e-learningu do školní výuky, jsem zjistila, že velká část škol využívá systém Moodle pouze jako **prostředek ke sdílení informací**, tedy na způsob webové stránky (statické použití webu). Zveřejňují se zde témata referátů, sylaby předmětů pro jednotlivé ročníky, seznamy slovíček z jazykových lekcí či příklady k procvičování učiva, a „kurzy“ tak nahrazují sbírky příkladů, pracovní listy a jiné tištěné materiály distribuované při vyučovacích hodinách. Je otázkou, zda je Moodle pro tyto potřeby optimálním nástrojem, resp. zda by jej nebylo vhodné nahradit nějakou méně robustní technologií se snadnějším ovládním (např. postupně se šířící využívání systémů typu **Wikipedie** k výukovým účelům - www.mojewiki.cz [77]). Často se objevují i výukové materiály skutečně využívající technické možnosti Moodle k distanční podpoře prezenční výuky – výklad s internetovými odkazy, multimediálními prvky, úkoly a zpětnovazebními testy. Ve 13 případech využily sledované školy **kunikační nástroje** Moodle k diskusi o projektech či školním časopise. Četnost kurzů v jednotlivých předmětech, jak byla na vzorku 50 škol zjištěna, shrnuje **graf 27**:



Graf 27: Zastoupení kurzů distanční e-learningové podpory pro výuku jednotlivých předmětů na 50 náhodně vybraných základních a středních školách (celkem 517 kurzů)

Zřetelně převládá využívání e-learningové podpory pro **výuku jazyků** a **ICT** (informační a komunikační technologie). V případě cizích jazyků jde téměř výhradně o sdílení výukových materiálů (slovíčka, cvičení, témata pro konverzaci), které by byly jinak distribuovány v tištěné podobě. Využití ve výuce ICT je silně ovlivněno charakterem předmětu – práci na počítači a ovládání počítačových programů lze přirozeně velmi dobře vyučovat a procvičovat distančně, pomocí domácího počítače a vhodných instrukcí. Dále se prostředí Moodle využívá hojně v dějepise ke sdílení dlouhých výukových textů a zvláštní úlohu má v zeměpise – využívá možnosti odkazů na obrazový materiál a odborné údaje dostupné na internetu.

Jen vzácně se objevují „kurzy“ (resp. jde o jednotlivé úlohy či žákovské aktivity) podstatněji zaměřené na **samostatnou a produktivní práci žáků** – např. pracovní listy k návštěvě místního zámeckého parku (přírodopis na ZŠ), jednoduché experimenty (akustika na gymnáziu), práce s interaktivními simulacemi na internetu – applety (elektřina a magnetismus na gymnáziu), sledování videopokusů a řešení navazujících úloh (chemie na gymnáziu). Výjimkou je výuka ICT, kde jsou (vzhledem k charakteru předmětu zcela přirozeně) úkoly zaměřené na tvořivost a vlastní aktivitu žáků spíše pravidlem.

Na sledovaných školách bylo využití distančních prvků **v chemii** vzácné, šlo, až na jedinou výjimku (sledování videopokusů) o texty shrnující probrané učivo a doplněné jednoduchými úkoly, nebo o sady úloh k procvičování (výpočty, vyčíslování rovnic, názvosloví). Zařazení empirických postupů je tedy na zkoumaném vzorku škol naprosto **zanedbatelným jevem**.

Trendy ve vývoji nových e-learningových kurzů

Konference SCO (Sharable Content Objects, <http://sco.muni.cz>) pořádaná Masarykovou univerzitou v Brně se od svého počátku v roce 2004 soustředí na oblast elektronické podpory výuky. V každém ročníku jsou vedle obecně zaměřených příspěvků prezentovány i aktuálně vznikající e-learningové kurzy a výukové materiály pro elektronickou podporu výuky na základních, středních a vysokých školách i v rámci celoživotního vzdělávání.

Z anotací a ukázek jednotlivých kurzů prezentovaných v letech 2004 až 2009 jsem zjistila, že z průměrně třiceti kurzů a výukových materiálů představených každý rok tvoří čtvrtinu materiály pro oblast přírodních věd (37 kurzů), a to převážně chemie (18 kurzů). Přírodovědné kurzy, v nichž se k výuce využívá empirických poznávacích postupů ve spojení se samostatnou aktivitou studujících, jsou **v naprosté menšině** (7 přírodovědných kurzů, z toho 2 chemické). Podobně jako v kurzech, které si „laicky“ vytvářejí učitelé na středních a základních školách, orientují se prezentované studijní opory převážně na procvičování a testování některých dovedností (výpočty, vyčíslování rovnic, příklady z genetiky), sdílení multimediálních a doplňujících informací (tabulky, seznamy vzorců, obrázky, demonstrační videa) či teoretickou přípravu na jednorázové aktivity (laboratorní práce, exkurze, práce s měřicími přístroji). Vedle toho lze nalézt i komplexní výukové materiály k jednotlivým předmětům (zoologie, systematika vyšších rostlin, anorganická chemie).

Možnosti zařazení empirie do distanční výuky chemie

Na základě výše uvedených zjištění z praxe lze říci, že většina distančních kurzů přírodních věd (včetně chemie), je založena na práci s textem, vyhledávání a zpracování informací, teoretickém myšlení. Praktické činnosti se do distanční výuky chemie zařazují méně, nemluvě o tvorbě kurzu principiálně postaveného na praktické činnosti studujících. Důvody jsou pochopitelné: obtížná dostupnost čistých chemikálií – mnohdy nebezpečných látek, pro jejichž použití existují zákonná omezení; nedostatek vyhovujících prostor a vhodného vybavení či nejistota ohledně správnosti výsledku a provedení experimentu (chybí okamžitá zpětná vazba od vyučujícího) [78].

Existuje několik principiálně odlišných přístupů k řešení této obtížné situace [79]:

Poskytnutí **empirických údajů v textu** (např. korespondenční kurz KSICHT [80], viz ukázka A na **obr. 96**) je jakousi minimální variantou zařazování empirického poznání do distanční výuky. Nedává prostor pro rozvoj senzomotorických dovedností, ale je zde určitý motivační a aktivizační efekt spočívající ve využití reálné situace, každodenního života.


S „**virtuálním experimentem**“ (appletem, interaktivní simulací) je dnes možno se na internetu setkat ve stovkách vydání, především ve výuce fyziky. V chemii jde např. o oblast reakční kinetiky nebo titrace (acidobazická titrace, applet na Wake Forest University, www.wfu.edu/~ylwong/chem/titrationsimulator/index.html, viz ukázka B na **obr. 96**). Výhodou appletu je jeho interaktivita a otevřenost pro samostatné bádání, nevýhodou nemožnost získat manuální zručnost při práci s reálnými pomůckami, absence reálného vzhledu a „nepředvídatelných okolností“, které často reálné výsledky ovlivňují.

Digitalizovaný záznam reálného experimentu (např. flexibilní výukový text pro chemii manganu [81], viz ukázka C na **obr. 96**) postrádá interaktivitu a neposkytuje prostor pro rozvoj motorických dovedností. Reálnost záznamu, přestože přináší podstatné zlepšení oproti slovnímu popisu či simulaci, přece jen není úplná, obvykle je deformováno časové hledisko (prostříhy), smyslové poznání se omezuje na sluch a zrak.

Výhody obou předchozích variant – reálnost i interaktivitu – spojuje provádění **reálných experimentů ve vzdálené laboratoři** sledované a ovládané přes internet (např. vzdálené laboratoře na Matematicko-fyzikálně fakultě Univerzity Karlovy [82] nebo na Pedagogické fakultě Trnavské univerzity [83], viz ukázka D na **obr. 96**). Tato metoda, rozvíjená především pro výuku fyziky, naráží v oblasti chemie na překážky jako je automatické doplňování výchozích látek, likvidace produktů reakce a čištění používaných nádob, opotřebování materiálu a další problémy spojené s mnohaměsíčním nepřetržitým automatizovaným provozem experimentu v laboratoři bez lidské asistence. Z těchto důvodů nelze v nejbližší době očekávat dostatek vzdálených experimentů vhodných pro výuku chemie.

Optimální variantu pro rozvoj senzomotorických, intelektových, plánovacích i hodnotících dovedností v rámci činnostně orientovaného učení [32] představují **vhodně zjednodušené reálné chemické experimenty**, které by žáci mohli provádět sami doma (např. můj vlastní kurz Chemie 4 v projektu Talnet, viz ukázka E na obr. 96). V některých typech distančních kurzů (korespondenční kurzy chemie KSICHT [80] či KORCHEM [84]) se lze setkat s návodem k domácímu experimentu, jde však obvykle jen o zajímavost na okraj či motivační prvek, který není dále výukově rozvíjen. Na chemické experimenty určené pro domácí učební práci žáků se zaměřuje též diplomová práce *Chemické pokusy – hravě i doma* (Macenauerová 2007, [85]), jde o řadu návodů s pracovními listy pro doplnění výuky chemie na základních školách, které by se snadno mohly stát i základem distančního kurzu. Vzhledem k cílové skupině jsou ale odborné možnosti, které témata pokusů nabízejí, využity jen skromně.

Úloha c. 2: In vino veritas 7 bodů
Autor: Jana Zikmundová



Adam, Bořek a Cyril, spolubydlíci na koleji, začali oslavovat poslední složenou zkoušku semestru. Adam vytáhl zakoupenou láhev vína. „Nehyba zrovna nejlevnější, ale přece nebudeme pít krabiček, no ne?“ Všichni si nalili poctivou měru a napili se. Adam předvedl ukázkový škeb a Cyril se podezřívavě podíval na láhev. „Je to fakt polosuchý?“ Jen Bořek si pochvaloval příjemně výraznou kyselinku.

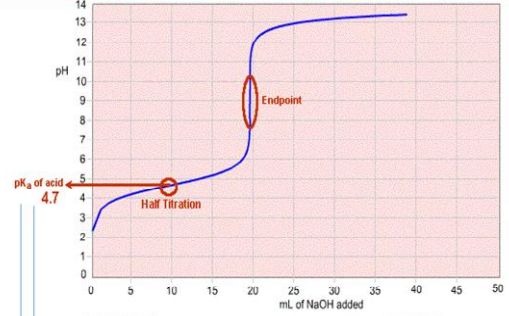
Odolná jedinci (Bořek a Cyril) dopili láhev do dna. Do poslední sklenky ale spolu s vínem nalili i několik čírych krystalků. Zaalce vín Bořek prohlásil, že je to neskončný vinný kámen.

1. Co je to vinný kámen a proč ho může obsahovat i víno vyrobené z čírého moštu?

Adam s nápísem „polosuché“ na etiketě rozhodně nesouhlasil, a proto se rozhodl své nedopité víno prozkoumat. Jak zjistil, je možné podle výtlačky dělit vína podle obsahu cukru na suchá, polosuchá... (viz tabulka 1).

víno	obsah cukru [mg ml ⁻¹]
suché	< 4
polosuché	4–12
polosladké	12–45
sladké	> 45

A Tabulka 1: Rozdělení vín podle obsahu zbytkového cukru



B Titration curve showing pH vs mL of NaOH added. The graph includes a table of titration data and instructions for calculating the acid concentration.

Titration Data	Volume of NaOH (mL)	pH
19.26	7.45	
19.27	7.59	
19.28	7.72	
19.29	8.13	
19.30	9.68	
19.31	10.4	
19.32	10.6	
19.33	10.8	
19.34	10.9	

Lab instructions: Titration Data, Main Menu, Ka of the acid = 1.8e-5, vol. of acid solution = 25 mL, Enter the conc. of NaOH used in this titration 1 M, Enter NaOH to add 1 mL, The conc. of the acid solution is determined to be: 77 M, Good Job!

Závěr

Na reakci...
Správná rovnice reakce:
$$4 Al + 6 KMnO_4 \rightarrow 3 K_2MnO_4 + 2 MnO_2 + 2 Al_2O_3$$

C Závěr reakce: $4 Al + 6 KMnO_4 \rightarrow 3 K_2MnO_4 + 2 MnO_2 + 2 Al_2O_3$

Úkol 5.1 - POKUS: Narušení jodiskobové reakce

Lekce: Lekce 5 - Škrob - omezení úlohy
Druh činnosti: Úkol do učebny
Téma: 10.11.2008

POKUS: Narušení jodiskobové reakce

Buďte potřebovat: čtyři zkumavky, hust rýže, malý hneec a sporák, jodovou desinfekci (Jodisol nebo Betadine), porcelánový lženeček, vitamin C v tabletách (Celaskon a podobně), SAVO, případně mikrovlnnou troubu, špejle na zamachání.

Jak postupovat:

1. Nejprve si připravte škrob pro pokusy - hust rýže zalijte v míse malým množstvím vroucí vody (nebo uvařte v huncí na plotně), získaný bíle zakalený "vývar" slijte do vhodné nádoby a nechte vychladnout.
2. Do čtyř zkumavek odlijte vzorky "rýžového vývaru" a do každé kápněte kapku jodové tinktury, zamachejte 3. První zkumavku ponechte jako srovnávací.
3. Druhou nádobku vložte do hmečku s vroucí vodou (ze sporáku nebo rychlovarné konvice), aby se obsah zkumavky prohřál. Pokud nedojde po několika minutách k žádné změně a máte k dispozici mikrovlnnou troubu, opíjete zkumavku do prázdného hmečku, aby se nevyhla, a lženeček se zkumavkou dejte ohřát na manutu do mikrovlnné trouby při 1/2 maximálního výkonu. Pokud se nic nestane, můžete zabíhnutí ještě jednou opakovat. Dejte ale pozor, aby nedošlo k odpaření veškeré vody a směs ve zkumavce aby se vám nepřipálila. Pokud mikrovlnnou troubu nemáte, zkuste vodu v hmečku vyměnit za novou, opět vroucí (ať vám při nalévání nenatěče do zkumavky!).
4. Do třetí zkumavky vložte 1/2 tabletky vitamínu C a zamachejte.
5. Do čtvrté zkumavky nalijte velmi opatrně malé množství SAVA (SAVO je žiravina, proto použijte rukavice. Pokud neumíte lahve otevřít, požádejte o pomoc někoho, kdo to dokáže.) a zamachejte.
7. Pozorně změny zbarvení směsi rýžového škrobu s jodem při jednotlivých reakcích v druhé, třetí a čtvrté zkumavce. Změny můžete vyfotografovat.

POZOROVÁNÍ - Úkol 5.1

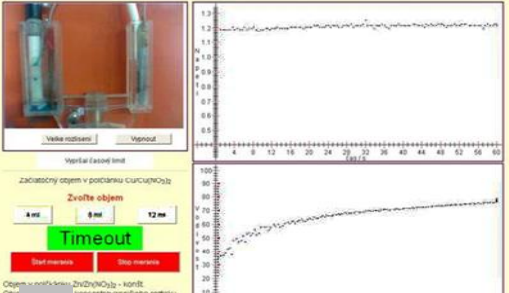
Je tam, není tam, je tam...? Pozorovali jste, co se stane s výsledkem důkazové reakce škrobu při třech různých zásazích. Do pracovního listu vyplňte záznam o pokusu i své pozorování.

Pracovní list k pokusu: Pracovní list_nedukazy_C1V1.doc

Hodnocení: max 15 bodů

E

Elektrochemický článok



D Elektrochemický článok

Obrázek 97: Různé možnosti zařazení empirických postupů do distančního vzdělávání (ukázky jsou pouze ilustrační, v nízkém rozlišení)

Závěry

Distanční forma vzdělávání si postupně nachází cestu i na české základní a střední školy. Přestože její hlavní těžiště zůstane zřejmě v podpoře prezenční výuky, vyskytují se i situace (rozvíjení nadaných žáků, zájmové kroužky, výuka zdravotně postižených), v nichž by nemělo chybět zařazování empirických poznávacích postupů a podpora vlastní samostatné práce žáků. Optimální variantou samostatné práce žáků v přírodních vědách je samostatně plánovaný a realizovaný žákovský experiment. Přes všechna omezení, která s sebou distanční vzdělávání nese, je možné jednoduché žákovské experimenty do této formy vzdělávání zařazovat a využívat je dokonce jako základ přírodovědné výuky.

3.2.2. Projekt Talnet – online k přírodním vědám

Projekt Talnet (www.talnet.cz) se již od roku 2003 zabývá **identifikací a systematickou prací s nadanými žáky** ve věku od 13 do 19 let. Jeho cílem je vybudování systému distančního vzdělávání mimořádně nadaných dětí z celé České republiky především v oblasti přírodovědných předmětů. Právě pro skupinu talentovaných dětí, rozptýlených v celé populaci, je distanční forma vzdělávání velkým přínosem. Pilotní verze projektu proběhla ve školním roce 2003/2004 a skládala se ze čtyř tematických bloků z oblasti fyziky, rozdělených do čtyř či pěti týdenních lekcí. Obsah kurzu sestavili a tutorovali odborníci z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze [86].

V současné době Talnet funguje již sedm rok a za tuto dobu se podařilo vybudovat pestrý **modulový systém doplňkového distančního vzdělávání** pro mimořádně nadané děti. Hlavní náplní projektu jsou kombinované **kurzy** zaměřené na širokou škálu témat z biologie, chemie, geografie, matematiky, astronomie, modelování, meteorologie, teorie relativity či optiky. Probíhají převážně online, proto nabízejí příležitost nadaným a zvědavým žákům ze všech regionů, stačí pouze počítač s přístupem na internet. Kurzy probíhají ve čtyřech časových blocích. Ve dvou výukových blocích jsou studentům Talnetu předkládána zajímavá témata a náměty k přemýšlení ze zvoleného oboru a úkoly, nad kterými mohou s instruktory diskutovat či rozvíjet diskuse o tématech, která je zajímají. Po skončení každého výukového bloku pracují studenti na **individuálním projektu**. Svůj projekt obhajují před ostatními spolužáky online a prezentují na prezenčních soustředěních, která umožňují i sociální kontakt a příležitost osobně poznat podobně zaměřené vrstevníky. Nedílnou součástí aktivit Talnetu jsou **exkurze** na různá vědecká a odborná pracoviště s předchozí teoretickou online přípravou. Kromě prohlídky pracoviště si studenti s podporou instruktora-specialisty vyzkoušejí vlastní pokusy a provedou měření, na něž je připravily předcházející online lekce [87].

Do nabídky projektu patří i **mezinárodní aktivity**. Na jaře 2008 proběhl pilotní běh mezinárodního projektu Talnet International založený na kombinaci online aktivit a prezenčního setkání. Hlavní odbornou náplň tvořil kurz programovatelných robotů, zajištěný německým vesmírným centrem DLR, zahraničními partnery se stali Slováci, Němci a Španělé s podobně zaměřenými projekty. Kromě rozšíření nabídky aktivit a setkání a spolupráce českých a zahraničních žáků nad odborným problémem je významným přínosem akce i setkání instruktorů pracujících s talentovanou mládeží a výměna informací a know-how na poli neformálního vzdělávání [87].

V roce 2008 jsem pro projekt Talnet vytvořila celoroční praktický online kurz chemie nazvaný Biochemie – Přírodní látky, v němž byla výuka talentovaných středoškoláků

postavena na realizaci domácích chemických experimentů a na navazujících úkolech a úlohách problémového charakteru. Obsahu a formě kurzu se věnují následující kapitoly.

3.2.3. Problémové a heuristické metody ve vzdělávání nadaných a talentovaných žáků

Talentovaní žáci a jejich vzdělávání

Pedagogický slovník definuje **talent** (nadání) jako **schopnost člověka pro takové výkony určitých intelektuálních či fyzických činností, které se mohou jevit jako výjimečné ve srovnání s běžnou populací** [88]. Aby se talent mohl projevit, je potřeba souhry několika složek – složky instrumentální (tělesné vlastnosti, rozumové a senzomotorické schopnosti, vědomosti a dovednosti), složky aktivační (motivace k výkonu a aktivitě v dané oblasti, volní vlastnosti jako vytrvalost či cílevědomost) a integrační složky v podobě lidského Já [89].

Rozvoj talentu zásadně ovlivňují čtyři skupiny faktorů – dědičnost, prostředí, vlastní aktivita jedince a náhodné okolnosti. Vzděláváním nadaných žáků lze tedy rozvoj jejich talentu významně ovlivnit – ať už v pozitivně, či negativně. Prvním krokem je identifikace talentu, obvykle v pedagogicko-psychologických poradnách nebo speciálních centrech pro nadané a talentované děti. Talent se projevuje jednak předčasným vývinem v dané oblasti (u rozumového nadání např. v matematice, přírodních vědách či historii), jednak velkou vnitřní motivací k učení v podobě vlastního způsobu učení a nadšení pro výkon [90].

Přístupy ke vzdělávání talentovaných žáků mohou mít různé formy od plné segregace (speciální školy či třídy) až k plné integraci (výuka v běžné třídě, případně s konzultacemi odborníka nebo využitím podpůrného učitele). Oddělenou výuku talentovaných lze – s ohledem na budoucí život žáků – doporučit spíše u starších žáků, žáků s extrémním stupněm nadání nebo se specifickými požadavky na vykonávanou činnost (sportovní nadání) [89]. Vzdělávání nadaných se realizuje dvěma základními způsoby: obohacováním a akcelerací. **Obohacování učiva** nad rámec běžné výuky – co do hloubky i rozsahu vědomostí a dovedností – zahrnuje například soutěže, exkurze, zapojení externích odborníků nebo zajištění přístupu ke speciálním výukovým materiálům. Pozitivní stránka obohacování učiva spočívá v důrazu na tvořivé myšlení, řešení problémů, schopnost kladení otázek či povzbuzení k samostatnému výzkumu. **Akcelerace, urychlování učení** se nejvýrazněji projevuje dřívějším nástupem do školy a přeskokováním ročníků, ale patří sem i různé mimoškolní aktivity jako jsou univerzitní či distanční kurzy a víkendové nebo letní vyučování. Akcelerace přispívá k rozvoji nadaného žáka tím, že uznává schopnosti dítěte bez ohledu na jeho věk, potlačuje bezpředmětné opakování, vede k vyšší produktivitě práce a motivaci, rozvíjí vhodné pracovní návyky a umožňuje setkávání a interakce s intelektovými vrstevníky žáka [90].

Rozvoj talentu lze podpořit výběrem vhodné školy, realizací individuálního výukového plánu, využíváním nabídky středisek volného času, soutěží a olympiád, zahraničních stáží, internetových kurzů nebo vzdělávacích médií. Ve výuce samotné je podstatný důraz na podporu motivace k učení (přizpůsobení přirozeným zájmům žáka), zadávání smysluplných úkolů s praktickým významem a zdůrazněním souvislostí, podporu samostatné práce, rozvíjení tvořivosti a obecně využívání činnostního principu v učení [89]. Tyto přístupy mohou pozitivně ovlivnit i některé výchovné problémy nadaných žáků, s nimiž se lze setkat především v plně integrované formě vzdělávání a které učitelům velmi znesnadňují práci s těmito dětmi [91]. Popsané vzdělávací důrazy pochopitelně nejsou specifické pouze pro

výuku mimořádně nadaných. Samostatné učení (na přiměřené úrovni) umožňuje každému žákovi větší soustředění a hlubší promyšlení učiva a je příležitostí k rozvoji tvořivosti, kritického myšlení a k převzetí zodpovědnosti za své učení [92].

Problémová a heuristická metoda výuky, rozvíjení tvořivosti žáků

Existuje mnoho definic tvořivosti, většina z nich operuje především se dvěma pojmy – originalita a užitečnost. **Tvořivost znamená generování nových, neobvyklých, ale přijatelných a užitečných myšlenek, řešení či nápadů.** Z hlediska vzdělávání je významné, že kritéria novosti a užitečnosti nejsou absolutní (neomezují se pouze na vědecké objevy s celospolečenským přínosem), ale je možné je chápat relativně, v rámci určité skupiny („znovuobjevení“ něčeho dříve než ostatní členové skupiny). Tvořivost se projevuje a rozvíjí především v úlohách heuristického (objevného, badatelského) charakteru, spíše než v úlohách vyžadujících sledování určitého algoritmu. Zahrnuje v sobě také **divergentní myšlení** zaměřené na vytváření a hodnocení různých alternativ a řešení [93].

Rozvoj tvořivosti je silně ovlivněn prostředím. V oblasti vzdělávání jde o výběr vhodných **vyučovacích metod** poskytujících příležitost k tvůrčí činnosti, navozování tvůrčích situací, zadávání úloh tvořivého a problémového charakteru. V takových úlohách se vyskytují např. chybějící údaje, dezinformace, spory a paradoxy, náhodní činitelé či možnost zdokonalení dané skutečnosti. Jsou pro žáky nové, neznámé, nejsou stanoveny všechny podmínky řešení a vyřešení vyžaduje **aktivní poznávací činnost** (hledání, experimentování) [93].

Problémová metoda (učení se prostřednictvím aktivního řešení problémů) je vedle napodobování nejpřirozenější formou učení každého člověka – od vytváření naivních teorií o pozorovaných jevech v dětství až po zrod významných vědeckých objevů podnícených dosud nevyřešeným rozporem či obtížemi. Tato metoda vychází též z postupů vědeckého uvažování a bádání a napodobuje je. Protože efektivní řešení problémů je komplexní dovednost podstatná pro každodenní život moderního člověka, není divu, že je zařazeno mezi klíčové kompetence Rámcových vzdělávacích programů [26].

Pro potřeby vzdělávání je třeba proces „vědeckého bádání“ didakticky uzpůsobit úrovni žáků. Klíčový je výběr vhodného **didaktického problému**, tj. překážky, kterou žáci nedokážou na aktuálním stupni vědomostí a dovedností vyřešit, která je však překonatelná jejich aktivním zkoumáním a myšlením. Žák pocítuje určitý nedostatek vědění a chce ho překlenout, vzniká motivace k myšlenkové činnosti. Požadavek řešitelnosti problému, jeho přiměřené náročnosti je pro výukové účely velmi důležitý. Přílišná náročnost může být způsobena obecností zadání, počtem neznámých či myšlenkových kroků nutných k dosažení řešení. Ze subjektivních činitelů hraje významnou roli samostatnost žáků a schopnost produktivního myšlení [94].

Řešení problému probíhá v několika fázích: objevení problému (buď jej objeví sám žák, nebo jej formuluje učitel a zájem o řešení podpoří vhodnou motivací), řešení problému (formulace hypotéz a jejich ověřování – metodou pokus a omyl, vhledem, intuicí, užitím minulé zkušenosti, logickou analýzou), kontrola správnosti řešení, jeho zhodnocení, případné opravy či zevšeobecnění. Význam má i vědomé zopakování si a zhodnocení postupu řešení za účelem jeho použití v budoucnu. Činnost učitele v problémové metodě výuky zahrnuje navození problémové situace, motivování žáků, jejich vedení a usměrňování během řešení problému, poskytování pomoci, shrnutí a explicitní formulaci závěrů (co jsme se naučili) [95].

Při **heuristické metodě** výuky si žáci osvojují nové učivo tím, že sami objevují neznámé skutečnosti. Jde o jisté rozšíření problémové metody směrem k praktickým činnostem, bádání a experimentování. Heuristické úlohy vycházejí z reálných životních situací a podněcují žáky k hledání dalších poznatků, zkoumání, ověřování, k dalšímu studiu [96]. Problémové a heuristické metody zahrnují například (podle rostoucí aktivity žáků): problémový výklad, heuristický či sokratovský rozhovor, metodu řízeného objevování, badatelskou metodu.

Problémové úlohy založené na domácích experimentech

V distančním vzdělávání je zvlášť nutné zohlednit faktor motivace, a to kvůli fyzické nepřítomnosti učitele, absenci okamžité zpětné vazby a přesunu pracovní zodpovědnosti a plánování na žáka samotného. I proto jsem v případě úloh pro vzdělávání talentovaných žáků v online kurzu zvolila právě domácí chemický experiment jako výchozí problémovou situaci. Úspěšná realizace pokusu v improvizovaných podmínkách a pozorování projevů reakce oslovuje studenta a podněcuje jeho zvědavost a ochotu pokračovat v práci, „přijít věci na kloub“. Instruktor se soustředí na poskytování zpětné vazby a pomoci v případě, že náročnost problému je přílišná – převádí obecnou či neznámou situaci, v níž se student těžko orientuje, na konkrétní problém; vyžaduje-li řešení problému velký počet kroků, takže student nedokáže přehlédnout celý postup a naplánovat si práci, vytyčí instruktor dílčí cíle. Tak se samostatná práce na řešení méně obtížných problémů mění v sokratický rozhovor studenta a instruktora směřující k vyřešení nejobtížnějších úkolů [79].

Protože stupeň rozumového nadání i výchozích znalostí a dovedností v daném tématu je u účastníků kurzu různý, je třeba volit také rostoucí náročnost problémů v rámci lekce. U nejobtížnějších úloh je vhodné na počátku zdůraznit, že neočekáváme úplné řešení hned napoprvé, ale spíše až v průběhu konzultací s instruktory. Je-li toto schéma studenty přijato, nesoustředí se již na rychlou, byť povrchní odpověď, nýbrž na své pokroky, postupné dosahování cíle a komunikaci s instruktorem. Podmínkou úspěšnosti metody je možnost rychlé reakce studenta na instruktorův podnět a naopak. S technickou podporou, kterou má dnes e-learning k dispozici v podobě informačních a komunikačních technologií se všemi jejich službami, je plynulost „rozhovoru“ studenta s instruktorem uspokojivě zajištěna [79].

3.2.4. Kurz Biochemie – Přírodní látky

Ve své diplomové práci „Kurs praktické alchymie“ [35] jsem se podrobně zabývala zájmovým online kurzem chemie, jehož náplní byla realizace jednoduchých a zajímavých chemických experimentů v domácích podmínkách. Tento kurz jsem vytvořila a vedla v letech 2004–2006. I ve spojitosti s touto mou aktivitou mě na jaře roku 2008 kontaktovali vedoucí projektu Talnet s nabídkou spolupráce a možností vytvořit a vést **praktický kurz chemie určený nadaným středoškolákům**. Mohla jsem se opřít o své dřívější zkušenosti s tvorbou a vedením online kurzu v praxi i o řadu vhodných námětů pro domácí experimenty. Avšak specifický výběr cílové skupiny – přírodovědně nadaných středoškoláků – s sebou nese zásadní nové aspekty. Bylo třeba vytvořit skutečně vzdělávací kurz na odborné úrovni převyšující běžnou středoškolskou výuku. Rozhodla jsem se klást důraz na **samostatné myšlení a objevování, tvořivost a důslednou argumentaci** jako na oblasti, v nichž lze rozvíjet přírodovědné nadání účastníků kurzu. V pozitivním slova smyslu bylo možno počítat s vysokou vnitřní motivací budoucích účastníků a dobrými pracovními návyky. Přesto i zde lze očekávat značný počet studentů, kteří kurz nedokončí, jak bývá v zájmovém distančním vzdělávání zvykem. Kvůli větší přehlednosti a snadnější kontrole jsem pro prezentaci

studentských řešení zvolila formu pracovních listů. A konečně bylo třeba se připravit na fakt, že se jako instruktor stanu pro účastníky kurzu jakýmsi „informačním zdrojem“, a počítat tedy s odbornými dotazy mimo tematické zaměření kurzu.

Jako východisko jsem zvolila praktické úlohy ve formě **domácích experimentů** a na ně navazující otázky – jak jednoduché, tak problémové, s rostoucí náročností a přesahy mimo středoškolskou výuku, případně mimo hranice chemie do oblasti matematiky, fyziky či biologie. Téma biochemie a přírodní látky bylo vybráno z ryze praktických důvodů – díky snadné dostupnosti materiálu k pokusům a minimálním potížím s bezpečnostními omezeními. Úlohy jsem ovšem tvořila tak, aby na konkrétních pokusech s přírodními látkami byly rozvíjeny rozmanité dovednosti z různých oblastí chemie (reakční kinetika, biochemie, koordinační chemie, obecná chemie, systematická anorganická chemie).

Cíle kurzu Biochemie – Přírodní látky jsem si stanovila takto:




- upevnit a rozvíjet zájem studentů o chemii
- rozšířit jejich vědomosti a specifické dovednosti v chemii
- podpořit rozvoj dovedností spojených s plánováním a realizací experimentů a využíváním vědeckých postupů
- poskytnout prostor pro vlastní aktivní práci studentů podle jejich zájmu a pro rozvoj jejich tvořivosti


Kurz je čtvrtým chemickým kurzem probíhajícím na Talnetu. Výuka je rozdělena do čtyř výukových bloků podle harmonogramu (viz **tabulka 23**) celého projektu – zimní a jarní blok společné online výuky obsahuje vždy po šesti týdenních lekcích, zimní a jarní blok individuální výuky je zaměřen na samostatné zpracování seminárních prací na vybraná témata s využitím odborných konzultací instruktorů. Práce jsou následně obhajovány v online formě, do obhajob se kladením dotazů mohou zapojit všichni účastníci projektu (nejen z daného kurzu) i jejich instruktoři. Na společném zimním či letním soustředění následují prezenční obhajoby prací před odbornou komisí.

Tabulka 23: Harmonogram Talnetu pro školní rok 2008/2009

vybraný termín ve dnech 25. - 29. 9. 2008	Úvodní soustředění – lekce v ovládání online prostředí
6. 10. 2008 říjen – listopad 2008 listopad – prosinec 2008	Zahájení výuky v kurzech Online výuka v kurzech Individuální práce na seminárních pracích (v kurzu s podporou instruktora); exkurze
20. - 30. 1. 2009	Online obhajoby seminárních prací
5. - 8. 2. 2009	Zimní soustředění studentů spojené s prezentacemi seminárních prací (Seč)
16. 2. 2009 únor – březen 2009 duben – květen 2009	Zahájení výuky v kurzech – letní pololetí Online výuka v kurzech Individuální práce na seminárních pracích (v kurzu s podporou instruktora); exkurze, vyvrcholení Turnaje mladých fyziků, Talnet International
26. 5. - 5. 6. 2009	Online obhajoby seminárních prací
18. - 21. 6. 2009	Letní soustředění studentů spojené s prezentacemi seminárních prací (Malá Skála)

Kurz Biochemie – Přírodní látky je složen z šesti lekcí pro zimní a šesti lekcí pro jarní blok výuky. První lekce v každém bloku je zaměřena na zásady bezpečnosti při provádění chemických pokusů v domácích podmínkách, tvorbu vlastního „laboratorního řádu“, obstarání si používaných chemikálií a seznámení s jejich vlastnostmi. Studenti se dozvědí o struktuře jednotlivých lekcí a způsobu jejich hodnocení. Každá lekce je rozdělena do tří částí:

-  **Pokus a pozorování:** provedení experimentu, záznam pozorování a pořízení fotodokumentace (15 bodů), ukázka zadání v prostředí LMS je na **obrázku 97**
-  **Závěry:** jednodušší závěry a úsudky týkající se pozorovaných jevů a jejich principů (15 bodů)
-  **Těžká váha:** náročnější úkoly k pozorovaným jevům a jejich principům – vyžadují obvykle další studium literatury, konzultace s instruktory, ověřování navrhovaných řešení, případně další pomocné experimenty (20 bodů)




Úkol 5.1. - POKUS: Narušení jodškrobové reakce

Lekce: Lekce 5 - Škrob - ovlivňování důkazové reakce

Druh činnosti: Úkol do učebny


Termín: 10.11.2008

 **POKUS: Narušení jodškrobové reakce**


Budete potřebovat: čtyři zkumavky, hrst rýže, malý hmeč a sporák, jodovou desinfekci (Jodisol nebo Betadine), porcelánový hmeček, vitamin C v tabletách (Celaskon a podobně), SAVO, případně mikrovlnnou troubu, špejle na zamíchání.

Jak postupovat:

1. Nejprve si připravte škrob pro pokusy - hrst rýže zalijte v misce malým množstvím vroucí vody (nebo uvařte v hnci na plotně), získaný bíle zakalený "vývar" slijte do vhodné nádoby a nechte vychladnout.
2. Do čtyř zkumavek odlijte vzorky "rýžového vývaru" a do každé kápněte kapku jodové tinktury, zamíchejte.
3. První zkumavku ponechte jako srovnávací.
4. Druhou nádobku vložte do hmečku s vroucí vodou (ze sporáku nebo rychlovarné konvice), aby se obsah zkumavky prohřál. Pokud nedoručí po několika minutách k žádné změně a máte k dispozici mikrovlnnou troubu, opřete zkumavku do prázdného hmečku, aby se nevyhla, a hmeček se zkumavkou dejte ohřát na minutu do mikrovlnné trouby při 1/2 maximálního výkonu. Pokud se nic nestane, můžete zahřátí ještě jednou opakovat. Dejte ale pozor, aby nedošlo k odpaření veškeré vody a směs ve zkumavce aby se vám nepřipálila. Pokud mikrovlnnou troubu nemáte, zkuste vodu v hmečku vyměnit za novou, opět vroucí (ať vám při nalévání nenateče do zkumavky!).
5. Do třetí zkumavky vhodte 1/2 tabletky vitamínu C a zamíchejte.
6. Do čtvrté zkumavky nalijte velmi opatrně malé množství SAVO (SAVO je žiravina, proto použijte rukavice. Pokud neumíte lahev otevřít, požádejte o pomoc někoho, kdo to dokáže.) a zamíchejte.
7. Pozorujte změny zbarvení směsi rýžového škrobu s jodem při jednotlivých reakcích v druhé, třetí a čtvrté zkumavce. Změny můžete vyfotografovat.

 **POZOROVÁNÍ - Úkol 5.1**

Je tam, není tam, je tam... ? Pozorovali jste, co se stane s výsledkem důkazové reakce škrobu při třech různých zásazích. Do pracovního listu vyplňte záznam o pokusu i svá pozorování.



Pracovní list k pokusu: Pracovní list_nedukazy_C1V1.doc

Hodnocení: max 15 bodů

Obrázek 98: Ukázka zadání jedné z lekcí ve výukovém prostředí LearningSpace

Struktura ročního kurzu je uvedena v **tabulce 24**. Na základě poptávky po praktickém chemickém kurzu bylo vybráno osm dostatečně odborně nosných domácích experimentů (anthokyany vs. karotenoidy, výskyt škrobu, trávení škrobu, redoxní reakce jodu, rozklad peroxidu vodíku, účinnost enzymů, třísloviny, bílkoviny) doplněných pracovními listy. Na závěr jarního bloku jsou zařazeny dvě lekce odlišného typu, založené na dynamických flashových animacích znázorňujících základní děje fotosyntézy [97], jejichž autorkou je RNDr. Milada Roštejnská, Ph.D., která pracovala se mnou jako instruktorka tohoto kurzu.

Tabulka 24: Struktura kurzu Biochemie – Přírodní látky

Lekce	Zimní blok	Lekce	Jarní blok
1	zajištění potřebných chemikálií, bezpečnost práce		
2	karotenoidy a anthokyany – struktura a barevné reakce na změny pH	7	rychlost chemické reakce, ovlivňování účinnosti enzymů
3	funkce a výskyt škrobu v organismech, jodoškrobový test	8	třísloviny, jejich chemické vlastnosti a použití
4	amylasy, metabolismus škrobu u člověka a u rostlin	9	bílkoviny, jejich důkaz, výskyt a funkce
5	narušení jodoškrobového testu, redoxní vlastnosti jodu	10	<i>fotosyntéza – část I (výuka založená na flashových animacích)</i>
6	enzymatický rozklad peroxidu vodíku, katalýza	11	<i>fotosyntéza – část II (výuka založená na flashových animacích)</i>
	dotazník k průběhu výuky		
	seminární práce na témata zimního/jarního bloku		

Hodnocení studentských řešení je postaveno na modelu **zvládacího učení (mastery learning)** [88]), za kritérium úspěšnosti se považuje úplné a správné vyřešení úkolu bez ohledu na čas a množství konzultací potřebných k dosažení tohoto výsledku. Podstatou zvládacího učení je sebeopravování založené na přesné žákově znalosti, kde se dopustil chyby a jak ji může napravit. Tento přístup zcela mění **pojetí chyby** v žákově učení – ta už není obávaným a trestaným zlem, které je třeba vymýtit, ale stává se příležitostí k lepšímu porozumění učivu a vede žáka k další aktivitě, ať už je to vlastní myšlení nebo komunikace se spolužáky, resp. učitelem [30]. Práce s chybou se soustředí na vyhledání chyby, posouzení, jakého je typu a z jakých příčin vznikla, a konečně na její nápravu nyní i s ohledem do budoucna. Takto se snaží orientovat žáka na správný postup řešení a odbourat obavy z chyby a nutnosti její opravy. Jmenované úkony by si měl žák postupně osvojit natolik, aby je dokázal používat samostatně a byl tak schopen korigovat vlastní učení [98]. Některé typy chyb založené na naivních pojetích, mylných nebo neúplných prekonceptech, se mohou stát dobrým východiskem pro další učení žáka. Žák si uvědomuje rozpor mezi dvěma svými zkušenostmi – vlastním předpokladem (očekáváním) a reálným stavem či názorem jiného spolužáka. Uvědomovaný rozpor jej vede k reflexi vlastního pojetí, ke snaze je vylepšit, rekonstruovat. Popsaný přístup je základem pedagogického směru **konstruktivismu**, jehož podstatou je neignorovat, resp. apriori nezpochybňovat předchozí zkušenosti žáka (a to ani ty naivní, útržkovité či mylné), nýbrž rozpoznat je a využít jako východisko pro jeho další učení [99].

První a druhá část každé lekce kurzu byly obvykle správně vyřešeny hned napoprvé, případně s minimální pomocí instruktorů, zatímco třetí část každé lekce je náročná jak na čas, tak na pracovní nasazení studentů. Instruktor vychází **z prvního návrhu řešení** a vhodnými otázkami a dílčími úkoly **vede studenta** k odhalení chyb a k správné a úplné odpovědi. Teprve poté (pokud si student výslovně nepřeje jinak) přijme hotový úkol k definitivnímu bodovému ohodnocení. Vzhledem k vysoké motivaci studentů a snaze instruktorů vyjít jim

vstříc v jejich učení jen málokterí nedosáhnou dříve či později plného počtu bodů. To pouze v případě, že již nemají o řešení úkolu zájem, nebo se o ně vůbec nepokusí (někteří studenti například řešili pouze první části lekcí – prováděli pokusy). Tento model hodnocení jsem zvolila, i na základě svých předchozích zkušeností s distančním vzděláváním popsaných v mé diplomové práci z roku 2006 [35], také s ohledem na typ vzdělávací aktivity, o kterou v kurzu jde. Namísto vzájemného soutěžení účastníků o to, kdo má více bodů, se soustředím na **umožnění zvládnutí lekcí všem**, kdo jeví alespoň minimální zájem a ochotu k práci, aby z výuky mohli všichni účastníci **vytěžit co nejvíce**. Výborní studenti nejsou sice zvýhodněni bodově, věnují však práci na úkolech méně času a mohou se soustředit například na rozvíjení vlastních zájmů v odborných diskusích s instruktory, případně využít volný čas jinak [100].

The screenshot shows a web browser window with the following elements:

- Browser tabs:** "Workspace", "TAL08Chem04 CourseRoom - ...", "(No Responses)".
- Navigation bar:** "Save & Close", "Help Completing This Form", "Nápověda", "Poslat zprávu".
- Message content:**

Dobrý den, posílám Vám opět k prohlédnutí poslední část 5. lekce.

Ahoj, jde to velmi dobře, takže popojedem:

2. Navržená oxidační čísla - souhlas, maximálně do čísla skupiny (jod je v sedmé) a obvykle to skáče po dvou dolů. Správně, chlornan se bude redukovat, snižovat oxidační číslo, vzorec je také správně, takže redukovat se nám může - sodík, chlor nebo kyslík. Otázka: jaká oxidační čísla mají jednotlivé atomy v chlornanu? Které z těchto atomů můžou svoje oxidační číslo ještě víc snížit, které už ne? U těch, co můžou oxidační číslo ještě snížit, navrhní, jaké oxidační číslo by mohlo být výsledkem (nebo více oxidačních čísel, je-li více možností, kam až snižovat).

3. Perfektní, výsledkem je jodid (ox. č. -1). Ale OH skupina se nemůže oxidovat na halogenderivát, výměna halogenu za hydroxyl nemění oxidační číslo příslušného uhlíkového atomu (nejsou všechny reakce redukce nebo oxidace... podobně jako třeba reakce kyseliny s hydroxidem není ani oxidace, ani redukce). Opravdu je potřeba se podívat do organické chemie na kapitoly alkoholy (resp. hydroxylsloučeniny) a najít si, na co se alkoholy oxidují. Anebo, to je druhá možnost, se podívej na význam slova "oxidace", kromě zvyšování oxidačního čísla to v organické chemii má ještě specifický význam ve smyslu vnášení určitého prvku do molekuly nebo zvýšení počtu vazeb k tomuto prvku (a redukce je naopak vnášení nějakého jiného prvku do molekuly organické látky).

7. Jasně, tak to je. Mimochodem, když chceme jako "protiúder" provést oxidaci, čím bychom to tak mohli zoxidovat? :o)

Děkuji za opravení a posílám druhou verzi
P.S.: Vaše otázky jsme Vám zkopírovala do pracovního listu dolu pod úkoly.

Budeme si muset s těmi redukcemi a oxidacemi ještě hodně pohrát.

1. OK

2. správně oxidace, možné oxidační číslo jodu je +1, ještě nějaká další čísla by připadala v úvahu? Jak se to pozná podle polohy jodu v periodické tabulce? Ten zbytek se mi moc nezamlouvá :o)) Chlornan zde vystupoval jako oxidační činidlo, tos napsala správně. Tedy jod byl chlornanem oxidován, to znamená, že chlornan sám se....., tj. oxidační číslo některého prvku z jeho vzorce se? Jaký je vzorec chlornanu? (Pokračovat budeme, až dáš dohromady toto).

3. Jod byl redukován, píšeš správně, tj. jeho oxidační číslo se? Jaké oxidační číslo má jod I2? Jaké oxidační číslo by tedy přicházelo v úvahu po redukci? (Máš tam nesprávně, že nové oxidační číslo by mohlo být +1, ale to nesedí.) Vitamín C - jestliže redukoval jod, sám se musel? Na vitamínu C není moc různých charakteristických skupin - je to uhlíkatý řetězec s OH skupinami. Ty by se tedy mohly případně oxidovat/redukovat. Když teď víš, že vitamín C, tedy OH skupiny, se budou, co by mohlo být výsledkem takové reakce? (Výsledek bude obdobný jako kdyby nešlo o vitamín C, ale o jednoduchou látku s OH skupinou, tedy o alkohol - takže bych si na tvém místě vzpomněla nebo se podívala na tuto kapitolu organické chemie.) Zbytek opět doděláme, až dáme dohromady toto.

4. a 5. vyplýne z 2. a 3., takže se tím teď nebudeme zabývat.

6. OK

7. vitamín C zredukoval jod, a to by se dalo zrušit oxidací, tos napsala správně - takže úplně analogicky, jaký by byl "protiúder" proti Savu?

P.S.: odpovědi můžeš psát do pracovního listu - v tom případě, prosím, tam zkopíruj i moje otázky, ať jsem pak v obraze, na co už jsem se ptala a na co ještě ne. Anebo můžeš napsat odpovědi přímo jako pokračování tohoto komentáře.

Dobrý večer, posílám Vám k prohlédnutí poslední část 5. lekce.
- Form fields:** "Enter the details of your assignment.", "Untagged", "Disconnected", "Office".

Obrázek 99: Ukázka probíhající konzultace v diskusním prostředí systému LearningSpace

Komunikace se studenty probíhá v **LMS LearningSpace** ve virtuálních místnostech. „Knihovna“ slouží k práci se studijními materiály, v „Učebně“ probíhají diskuse mezi instruktory a studenty (viz **obrázek 98**) nebo studenty navzájem, práce s úkoly (odevzdávání, opravy, konzultace) a online obhajoby seminárních prací. Dále jsou k dispozici místnosti „Plánovač“ a „Profily uživatelů“, kde si lze vést osobní kalendář s plánovačem studia, resp. dozvědět se něco víc o svých spolužácích a instruktorech. Pro instruktory je stanovena jednodenní lhůta na odpověď v případě náhlých obtíží a třídní lhůta pro vyjádření se k úkolu, samozřejmě je možné se domluvit se studenty na jiných termínech (sami mají s jejich dodržováním velké potíže) nebo předem oznámit svou nepřítomnost. I zde má student velkou volnost, danou flexibilním přístupem instruktorů.

Podobně jako konzultace řešení jednotlivých úkolů probíhá i **vedení seminárních prací**. Témata jsou vypsána na základě probíraných lekcí a jsou vždy zaměřena experimentálně. Je ovšem možné, že si student zvolí téma zcela sám a následně se domluví s instruktorem, zda bude ochoten práci vést. Řadě studentů jsou velkou pomocí i jejich učitelé na gymnáziích, kteří jim poskytují laboratoř, materiál a odborné publikace. V Talnetu je též připraven samostatný kurz pro studenty, kteří s psaním prací nemají zkušenosti nebo se necítí dost jisti.

Do prvního ročníku kurzu Biochemie – Přírodní látky se přihlásilo celkem **17 účastníků**: 14 gymnazistů z České republiky, 2 ze Slovenska a ze zvědavosti jeden učitel chemie. Mezi účastníky bylo **11 děvčat a 6 chlapců**, 3 studovali ve druhém ročníku čtyřletého gymnázia, 7 ve třetím a 5 ve čtvrtém, maturitním ročníku (resp. v odpovídajících ročnících víceletých gymnázií). Pouze jedna studentka pocházela z Prahy, ostatní studenti z Ostrova a Sokolova v Karlovarském kraji, z Třeboně, Strakonice a Prachatic v jižních Čechách, z Domažlic v Plzeňském kraji, z Dobříše ve Středočeském kraji, z Rumburka v Ústeckém a Trutnova v Královéhradeckém kraji, z Českého Těšína v Moravskoslezském kraji a Piešťan a Nového Mesta nad Váhom na Slovensku.

3.2.5. Přehled praktických lekcí kurzu

V této kapitole je popsáno všech osm praktických lekcí kurzu. Popis obsahuje cíle, strukturu lekce a stručné zadání úkolů, ukázky správných studentských řešení (sestaveny z autentických ukázek studentských řešení, jejichž obsah ani formu jsem téměř neupravovala, jsou psány *kurzívou*), základní charakteristiky práce studentů v kurzu (počet řešitelů, bodové zisky, průměrné délka práce na řešení, grafické znázornění vývoje aktivity studentů v čase) a další poznámky a postřehy z praxe, které se promítly do následného hodnocení lekcí a jejich úprav pro příští ročníky. Přesná znění zadání (instruktáže k pokusu i pracovních listů) a více ukázek studentských řešení lze najít na CD v příloze této práce. Závěr kapitoly se zaměřuje na stručný popis osmi seminárních prací vytvořených v tomto kurzu.

Z databází v LMS LearningSpace lze získat celou řadu cenných archivovaných **údajů o aktivitě studentů** vztahujících se k jednotlivým úkolům. Zaznamenávají se přesné časy jednotlivých úkonů studenta ve výukovém prostředí se jménem studenta a názvem úkolu v průběhu celého školního roku. Tyto záznamy vypovídají mnoho o vývoji pracovního nasazení studentů, o obtížnosti a časové náročnosti úkolů. Na tomto místě připojuji vysvětlivky k termínům používaným v charakteristice jednotlivých lekcí:

- **počet řešitelů** = počet studentů, kteří odevzdali úkol k ohodnocení
- **průměrná úspěšnost** = průměrný procentuální bodový zisk za úkol

- **počet logů** = počet jednotlivých aktivit v LMS, které se vztahují k danému úkolu (např. student nahrál novou verzi úkolu, připojil obrázek, vložil příspěvek do diskuse s instruktorem, četl odpověď instruktora atd.)
- **průměrný počet logů na studenta** = počet logů souvisejících s daným úkolem vydělený počtem řešitelů
- **počet dní práce na úkolu** = počet dní, kdy studenti projevili nějakou aktivitu v souvislosti s úkolem
- **délka období práce na úkolu (dny)** = délka souvislého období mezi první zaznamenanou a poslední zaznamenanou aktivitou studentů vztahující se k úkolu (uvnitř tohoto období ovšem mohla být řada dní, kdy nikdo v LMS žádnou aktivitu v souvislosti s úkolem neprojevil)

Lekce 1 – Úvod a bezpečnost práce

Cíle lekce: student si zajistí chemikálie potřebné pro provádění experimentů během kurzu, seznámí se s jejich případnými nebezpečnými vlastnostmi a formuluje vlastní pravidla pro bezpečné zacházení s nimi ve své konkrétní situaci

Poznámky: tato lekce je podrobněji popsána na CD s kurzem v příloze této práce. V projektu Talnet je předepsáno hodnocení 50 bodů za lekci. V případě úvodní lekce kurzu je bodový zisk vzhledem k vynaložené námaze naprosto neadekvátní ve srovnání s ostatními lekcemi. Proto, a také z důvodů chybějících technických dovedností studentů (konkrétně zmíněny níže), jsem se rozhodla zařadit do této lekce v dalším ročníku i úkoly zaměřené na úpravu digitálních fotografií a kreslení strukturních vzorců sloučenin v programu ChemSketch.

Lekce 2 – Není červená jako červená

Cíle lekce: student experimentálně odvodí souvislost mezi strukturou barviva a jeho chováním vůči změnám pH, použije tento poznatek k předpovědi chování neznámého barviva, vysvětlí principy barevných změn, resp. stálosti barev na základě strukturních vzorců barviv, osvojí si (nebo použije) dovednost tvořit rezonanční struktury a posuzovat pomocí nich stabilitu výchozí sloučeniny

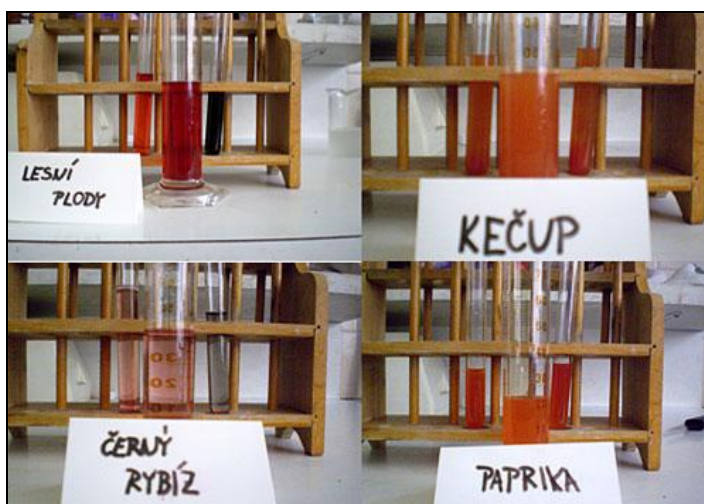
Struktura lekce:

- 2.1 Pokus a pozorování:** student zkoumá a zaznamenává barevné změny čtyř vybraných červených rostlinných barviv (ibišek, lesní plody, červená paprika a kečup) v kyselém, neutrálním a zásaditém prostředí, případně ze zájmu zkoumá další rostlinné materiály.
- 2.2 Závěry:** student vybere ze seznamu barviv (kyanidin, delfinidin, lykopen, kapsanthin) barvivo obsažené v použitém rostlinném materiálu a vyhledá jeho vzorec. Rozdělí barviva podle toho, zda barevně reagují na změnu pH, a podle jejich strukturních vzorců. Porovná obě rozdělení a vyvodí závěry o vztahu struktury barviva a jeho vlastností. Předpoví chování barviva malvidinu na základě znalosti jeho vzorce.
- 2.3 Těžká váha:** student popíše rovnicemi chování barviva kyanidinu či delfinidinu v kyselém a zásaditém prostředí (jako analogii k reakci vody s kyselinou a zásadou) a vysvětlí, proč je toto barvivo použitelné jako acidobazický indikátor. Na základě společných znaků ve vzorcích všech čtyř barviv určí tu část molekuly, která je zodpovědná za barevnost těchto látek. Vysvětlí na základě strukturního vzorce, proč lykopen nereaguje na změnu kyselosti změnou barvy. Navrhne jiný chemický postup vedoucí ke změně barvy lykopenu. Vysvětlí na základě strukturního vzorce a rezonančních struktur, proč kyanidin reaguje na změnu kyselosti změnou barvy.

Ukázky studentských řešení:

2.1 Pokus a pozorování:

vzorek	produkt z rajčat	červená paprika	čaj lesní plody	černý rybíz
původní barva	oranžová	oranžová	červená	červená
barva v octě	oranžová	oranžová	červená-oranžová	červená-oranžová
barva v roztoku Na ₂ CO ₃	oranžová	oranžová	tmavě zelená	zelená
mění barvu podle pH?	ne	ne	ano	ano



Obrázek 100: fotodokumentace k pokusu (Alžběta Ondrejková)

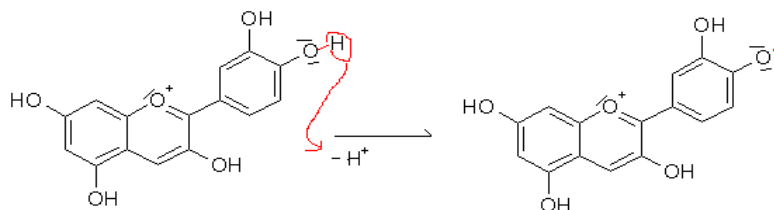
2.2 Závěry:

vzorek	produkt z rajčat	červená paprika	čaj lesní plody	černý rybíz
červené barvivo	lykopen	kapsanthin	kyanidin	delfinidin
<p>kyanidin</p>		<p>delfinidin</p>		
<p>lykopen</p>		<p>kapsanthin</p>		

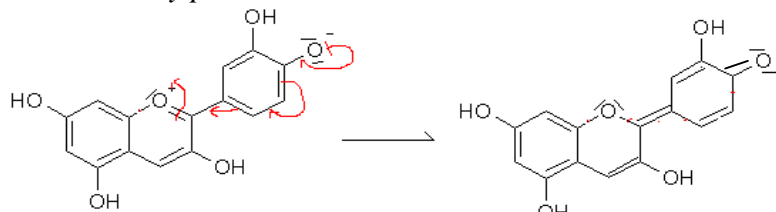
Strukturně k sobě patří kyanidin a delfinidin (liší se v jedné –OH skupině), oba obsahují aromatické cykly a –OH skupiny, oba mění barvu v závislosti na pH (anthokyany). Lykopen a kapsanthin patří také k sobě – jsou to dlouhé uhlovodíkové řetězce s konjugovanými dvojnými vazbami s mnoha methylovými přívěsky, nemění barvu v závislosti na pH (karotenoidy). Chování vůči změnám pH tedy souvisí s chemickou strukturou barviva. Kapsanthin a lykopen mají podobnou strukturu a chovají se stejně při změně kyselosti prostředí, nemění barvu. Kyanidin a delfinidin mají podobnou strukturu a při změně kyselosti prostředí mění barvu. Neznámé barvivo malvidin má podobnou strukturu jako kyanidin a delfinidin, patří mezi anthokyany. V zásaditém prostředí se budou z molekuly malvidinu odštěpovat protony a změní se barva molekuly na modrou či zelenou.

2.3 Těžká váha:

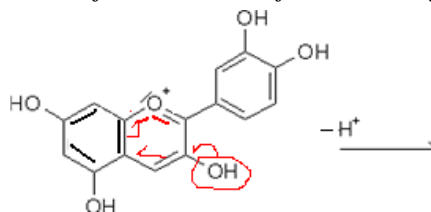
Kyanidin je dobrý acidobazický indikátor. V přítomnosti zásady silnější, než je kyanidin, je kyanidinu utržen vodíkový kation, barva sloučeniny se změní z červené na modrou.



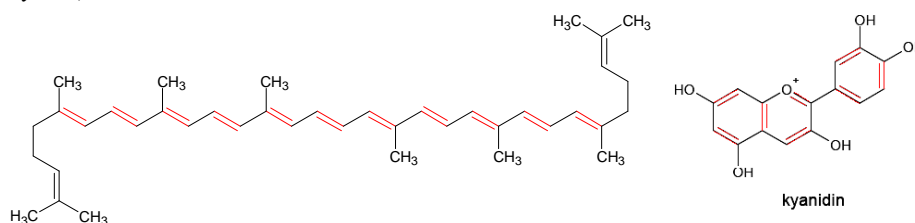
Volný elektronový pár na záporně nabitém kyslíku se zapojí do systému konjugovaných vazeb, tím se systém dvojných vazeb změní (změní se rozdíl energií základního a excitovaného stavu) a dojde ke změně vlnové délky pohlcovaného světla.



Jen některé $-OH$ skupiny můžou po odtržení protonu vytvořit rezonanční strukturu bez náboje (budou kyslejší), např. na následujícím obrázku je ukázáno, jak to nejde.



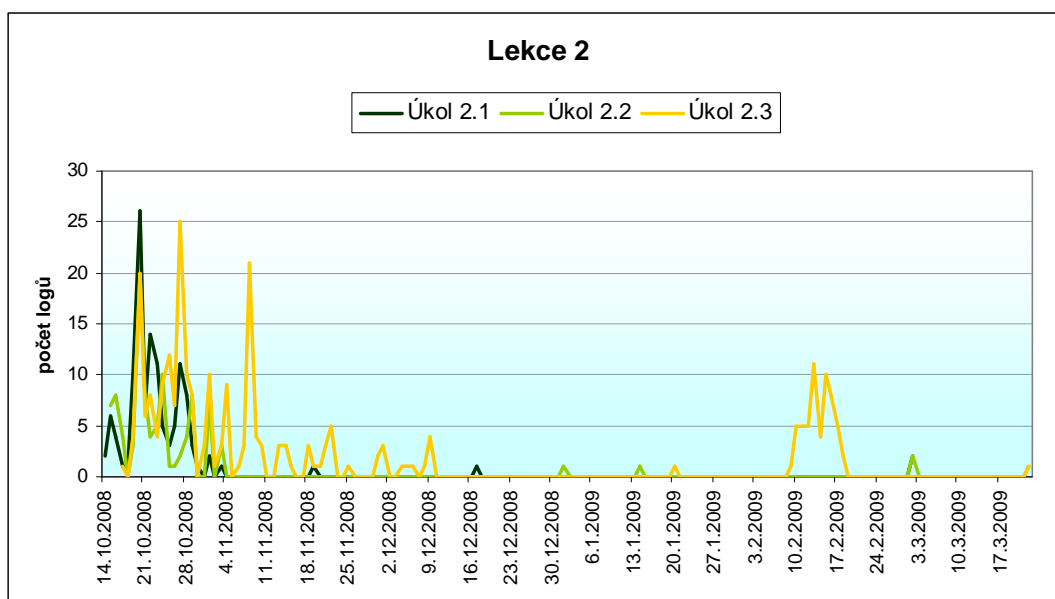
Za barvu všech použitých barviv je zodpovědné velké množství dvojných vazeb (konjugovaných!) ve struktuře sloučenin:



Použité karotenoidy nemění barvu v zásaditém prostředí, protože H^+ se odtrhává z $-OH$ skupiny a lykopen a kapsanthin nemají skupinu $-OH$. Ke změně barvy musíme narušit konjugovaný systém tak, že odstraníme dvojnou vazbu. To uděláme adicí bromu nebo oxidací.

Charakteristiky lekce:

	2.1 Pozorování a pokus	2.2 Závěry	2.3 Těžká váha
Počet řešitelů	11	11	8
Průměrná úspěšnost	100 %	100 %	100 %
Počet logů celkem	125	100	264
Průměrný počet logů na studenta	11	9	33
Počet dní práce na úkolu	22	20	50
Délka období práce na úkolu (dny)	140	159	157



Graf 28: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 2 v období říjen 2008 – březen 2009

Poznámky:

Studenti byli experimentováním zaujati a **zkoušeli různé další zdroje** červených barviv. Jeden student narazil na nečekané barevné změny u kompotu z červené řepy a seznámil se tak prakticky s existencí další skupiny červených barviv – **betalainů**, konkrétně betanidinu řazeného strukturně mezi alkaloidy. Další studentka byla tématem zaujata natolik, že si ho zvolila jako svou **seminární práci**, kterou následně rozšířila do formy **středoškolské odborné činnosti**. Jiný student si s velkým nadšením osvojil dovednost pracovat s rezonančními strukturami a následně měl příležitost ji využít, když se začal zajímat o princip fungování anthokyanů jako **zachytávačů volných radikálů**, o čemž se dočetl v naučné literatuře.

Nikdo ze studentů neuměl pracovat s rezonančními strukturami a osvojení této dovednosti zabralo velkou část času stráveného na konzultacích. Pro kreslení strukturních vzorců by bylo vhodné, aby studenti ovládali program ChemSketch, často se stávalo, že složitě kreslili rezonanční struktury v Malování. Z charakteristik lekce (vysoká a po velmi dlouhé období trvající aktivita studentů) jednoznačně vyplývá velká náročnost úkolů, v **grafu 28** je patrná zejména vysoká a dlouho trvající aktivita v souvislosti s třetí částí lekce (žlutá linie).

Lekce 3 – Výskyt a funkce škrobu

Cíle lekce: student na základě výsledků svých experimentů usoudí na různé funkce škrobu; porovná funkci škrobu u rostlin a člověka a vysvětlí, které látky příslušnou funkci u druhého typu organismu přebírají; na základě strukturního vzorce škrobu uvede argumenty pro a proti dobré rozpustnosti škrobu ve vodě

Struktura lekce:

3.1 Pokus a pozorování: student zkoumá a zaznamenává výsledky jodškrobové reakce v různých typech vzorků – zásobních orgánech rostlin, vegetativních orgánech rostlin, živočišných tkáních, základních potravinách, kosmetických výrobcích a výrobcích zahušťovaných škrobem. Shrne, v jakých typech vzorků se škrob vyskytuje.

3.2 Závěry: student na základě výsledků svých pokusů usoudí na funkci škrobu v rostlinném organismu, živočišném organismu a na funkci škrobu pro člověka.

3.3 Těžká váha: student popíše rozdíl ve funkci škrobu u člověka a u rostlin. Vysvětlí, které látky nahrazují funkci škrobu u druhého typu organismu. Na základě části strukturního vzorce uvede argumenty pro a proti dobré rozpustnosti škrobu ve vodě, navrhne zásah, který by rozpustnost škrobu zvýšil.

Ukázky studentských řešení:

3.1 Pokus a pozorování:

skupina	vzorek	pozorované změny
1. skupina	rýže	vzorek se zbarvil do tmavofialové
	brambor	vzorek se zbarvil do tmavofialové
	kaštan	vzorek se zbarvil do tmavofialové
2. skupina	list zelence	žádná změna
	jablko	žádná změna
	citronová kůra	žádná změna
	hroznové víno	žádná změna
3. skupina	mléko	žádná změna
	tuk	žádná změna
	lidská kůže	žádná změna
4. skupina	chléb	vzorek se zbarvil do tmavofialové
	sušenka	vzorek se zbarvil do tmavofialové
5. skupina	krém na ruce	žádná změna
	mýdlo	žádná změna
	zubní pasta	žádná změna
6. skupina	pomazánkové máslo	vzorek se zbarvil do tmavofialové
	Acylpyrin	vzorek se zbarvil do tmavofialové
	kečup	vzorek se zbarvil do tmavofialové



Obrázek 101: fotodokumentace k pokusu (Hanka Harantová)

3.2 Závěry:

Škrob se v rostlinách vyskytuje v semenech, hlízách, má tedy zásobní funkci, pro rostlinu představuje „úložiště“ energie. V živočišných produktech jsem škrob nedokázala, ve zkoumaných živočišných tkáních se nevyskytuje. Pro člověka, stejně jako pro další živočichy představuje škrob významnou složku potravy, v domácnosti ho nalezneme v potravinách vyrobených z rostlinných produktů – semen, hlíz. Vyskytuje se v pečivu, sušenkách aj.

Škrob se využívá jakožto zahušťovadlo (např. kečup, modifikovaným škrobem se zde nahrazují dražší suroviny – rajčatový protlak, nebo Acylpyrin a Paralen).

3.3 Těžká váha:

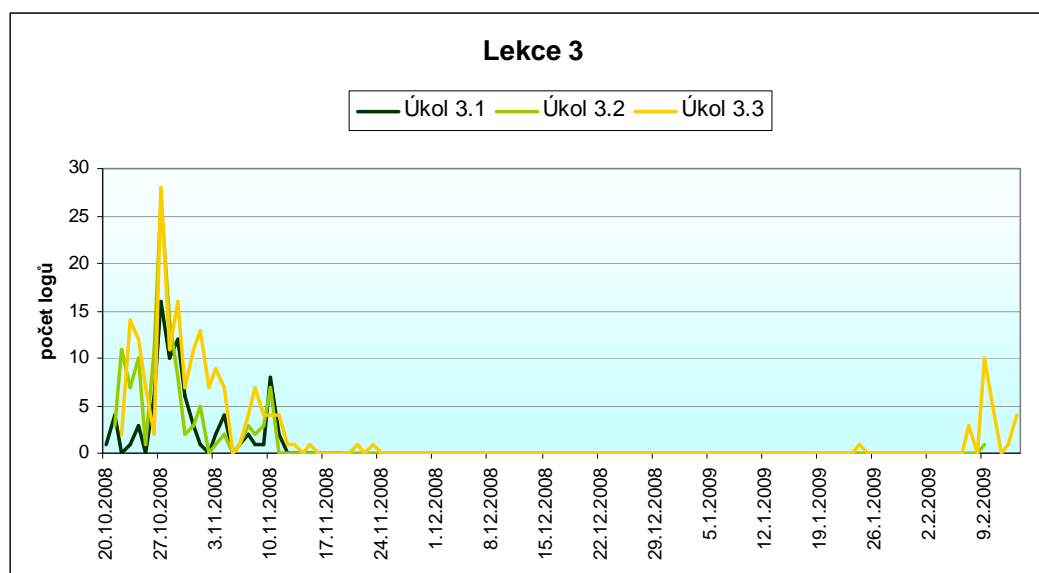
Funkce škrobu u rostlin a u člověka není stejná. U rostlin slouží jako zásobní látka (tzn. nadbytečné množství glukosy rostliny ukládají v podobě škrobu). U člověka je zásobní látkou tuk nebo glykogen, polysacharid složený rovněž z jednotek glukosy, má ale jinou strukturu – je více větvený. Škrob slouží radě živočichů jako potrava, škrob rozkládají a získávají z něj

energii. Rostliny jsou autotrofní organizmy, zdrojem uhlíku pro ně je oxid uhličitý, zdrojem energie sluneční záření.

Pro rozpustnost škrobu svědčí mnoho polárních OH skupin, na druhou stranu jsou jeho řetězce poměrně dlouhé, což svědčí pro jejich horší rozpustnost. Škrob se rozpouští například po zahřátí se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou. Ta má za následek částečnou hydrolyzu škrobu na kratší řetězce, vznikají přitom látky zvané dextriny. Dextriny nacházejí široké uplatnění – využívají se jako ve vodě rozpustná lepidla či v potravinářství jako zahušťovadla.

Charakteristiky lekce:

	3.1 Pozorování a pokus	3.2 Závěry	3.3 Těžká váha
Počet řešitelů	11	10	10
Průměrná úspěšnost	97 %	96 %	100 %
Počet logů celkem	84	122	199
Průměrný počet logů na studenta	8	12	20
Počet dní práce na úkolu	19	20	31
Délka období práce na úkolu (dny)	31	112	112



Graf 29: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 3 v období říjen 2008 – únor 2009

Poznámky:

Během hodnocení úkolů se ukázalo, že řada studentů si nespojila výsledky pokusů se svými odpověďmi na otázky. Přestože explicitně uváděli, že v živočišných tkáních škrob nedokázali, mluvili o jeho přítomnosti ve svalech živočichů. Příčinou bylo zaměňování pojmů glykogen („živočišný škrob“) a škrob. Není tak podstatné, že studenti nerozlišují mezi oběma pojmy, jako spíše to, že **nekonfrontují své informace z literatury či úsudky s empirickými zjištěními**, která vyplynula z pokusů – a to ani ve formě „škrob se vyskytuje v živočišných tkáních, tam jsem ho ale nedokázal(a)“, která by mohla vést k plodné diskusi.

Druhou obtíž představovala argumentace ve věci rozpustnosti škrobu na základě uvedeného strukturálního vzorce (cca deset glukosových jednotek s jedním větvením). Většina studentů v prvním návrhu řešení uváděla jako argument „škrob je složen z amylosy a amylopektinu, amylosa je lépe rozpustná, amylopektin hůře“. Toto tvrzení však nemá nic společného s uvedeným strukturálním vzorcem. Teprve v diskusi s instruktorem se studenti vrátili zpět ke vzorci a uvažovali o polaritě a velikosti molekuly.

Obě zjištění jsou cenná a poskytla studentům příležitost k pokroku v hloubce pochopení učiva i v osvojení dovedností **argumentace na základě vstupních údajů** – pokusu, vzorce.

Lekce 4 – Metabolismus škrobu

Cíle lekce: student prozkoumá experimentálně působení amylasy na škrob, vysvětlí svá pozorování a na základě znalosti funkce tohoto enzymu usoudí na jeho vlastnosti, místa působení, produkty enzymatické reakce, a též na působení a výskyt „anti-amylasy“ (katalyzuje vznik vazeb, které amylasa štěpí) v lidském těle a rostlinách

Struktura lekce:

- 4.1 Pokus a pozorování:** student zkoumá působení slinné amylasy na vzorek škrobu a to, jak funkci amylasy ovlivní vysoká teplota (var), vysvětlí výsledky pokusu.
- 4.2 Závěry:** student na základě výskytu enzymu odhadne jeho teplotní optimum, uvažuje o jiném výskytu amylasy v lidském těle a o produktech štěpení škrobu.
- 4.3 Těžká váha:** student uvede, co se děje v těle s konečným produktem trávení škrobu a uvažuje nad tím, proč se škrob neštěpí až na atomy. Dále zvažuje výskyt amylasy a „anti-amylasy“ v rostlinném organismu a zdůvodňuje své odhady.

Ukázky studentských řešení:

6.1 Pokus a pozorování:

Enzym amylasa škrob štěpí na krátké úseky (dextriny) a dále na disacharid maltosu, tyto látky už nevážou do své struktury jod a proto se nezbarvují při přidání jodové dezinfekce do modra. Při převaření amylasa denaturuje (ztrácí svou konformaci a s ní i enzymatickou aktivitu), a proto není schopná škrob štěpit. Suspenze škrobu s přidanými převařenými slinami se proto nerozloží na kratší řetězce a při přidání jodu se barví do modra (důkaz, že škrob je přítomen).



Obrázek 102: fotodokumentace k pokusu (Jan Martínek)

6.2 Závěry:

Teplotní optimum amylasy bude asi při normální tělní teplotě (v ústech), něco kolem 37 °C. Enzym se zřejmě vyskytuje dále v trávicím traktu, kde dokončuje štěpení škrobu, je totiž produkován ve slinivce břišní. Rozkládá škrob na kratší řetězce a postupně až na disacharid maltosu, ta už se projevuje sladkou chutí. Maltosa se pak štěpí až na glukosové jednotky.

6.3 Těžká váha:

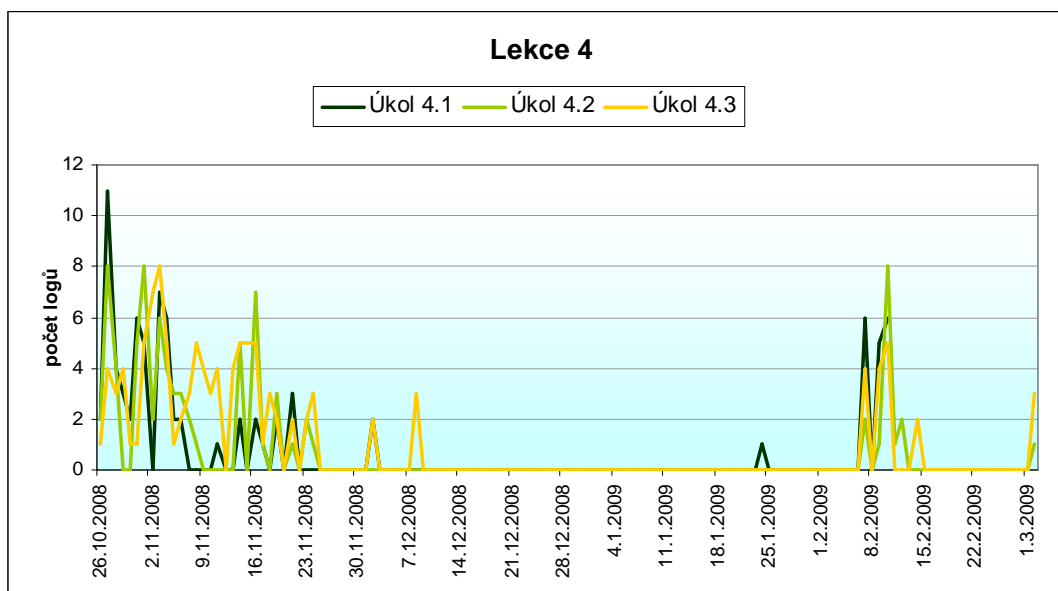
Glukosa se vstřebává do krve, zčásti se mění na jaterní glykogen (zásobní polysacharid), zčásti je transportována do orgánů celého těla a slouží jako přímý zdroj energie nebo zdroj uhlíku pro další sloučeniny (tuky, aminokyseliny). Škrob se při trávení nerozkládá na atomy proto, že na to naše tělo není vůbec uzpůsobené – nejsou na to enzymy, transportní systémy, nejsou na to zařízené katabolické ani anabolické procesy.

Amylasy se vyskytuje i v rostlinách, protože rostliny také potřebují štěpit škroby, jinak by jim byly k ničemu jakožto zásobní látky. „Anti-amylasy“ například přeměňují u člověka volnou

glukosu v krvi na jaterní glykogen a ukládají ho podle potřeby. Můžou být nazvány anti-amylasami, protože v podstatě pracují naopak – z jednodušších cukrů tvoří složitější. Rostliny by něco takového měly mít taky, musí z produktů fotosyntézy vytvořit škrobová zrna, která uloží do kořenů, a aby si z glukosy dokázaly vytvořit celulosu (což je polysacharid skládající se z glukosy, ale na rozdíl od škrobu je nevětvený a nekrotí se).

Charakteristiky lekce:

	4.1 Pozorování a pokus	4.2 Závěry	4.3 Těžká váha
Počet řešitelů	10	10	7
Průměrná úspěšnost	100 %	100 %	100 %
Počet logů celkem	81	83	116
Průměrný počet logů na studenta	8	8	17
Počet dní práce na úkolu	22	25	34
Délka období práce na úkolu (dny)	108	128	128



Graf 30: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 4 v období říjen 2008 – březen 2009

Poznámky:

V průběhu této lekce se neobjevily žádné problémy, někteří studenti měli potíže pochopit, co se míní „anti-amylasou“, v dalším ročníku jsem tedy zvolila lepší formulaci a vysvětlení. Také ukazatele aktivity studentů – počty logů i doba strávená prací na úkolu – naznačují, že lekce byla pro studenty bezproblémová, dokonce až příliš snadná, **dostatečně je nerozvíjela**. Pro další ročník jsem se rozhodla spojit obě lekce věnované škrobu (třetí a čtvrtou) do jediné.

Lekce 5 – Narušení důkazové reakce škrobu

Cíle lekce: student zkoumá vliv různých zásahů na pozitivní výsledek jodškrobové reakce v přítomnosti škrobu, vysvětlí jejich principy a navrhne experimenty k zjištění příčin selhání jodškrobové reakce

Struktura lekce:

5.1 Pokus a pozorování: student zkoumá vliv teploty, přítomnosti vitamínu C a SAVA na pozitivní jodškrobovou reakci

5.2 Závěry: student navrhuje a realizuje jednoduché pokusy, kterými by ukázal, zda byl příslušným zásahem (teplota, vitamín C, SAVO) chemicky přeměněn jod a to tedy bylo příčinou selhání jodškrobové reakce

5.3 Těžká váha: student vyjádří chemickými rovnicemi děje probíhající při jednotlivých zásazích a navrhne vhodná „protiopatření“

Ukázky studentských řešení:

5.1 Pokus a pozorování:

zásah	žádný	2. zkumavka vysoká teplota	3. zkumavka vitamín C	4. zkumavka SAVO
barva po zásahu	černá	světle fialová	světle žlutá	bílá
ovlivnil zásah důkazovou reakci?	-	ano	ano	ano
				

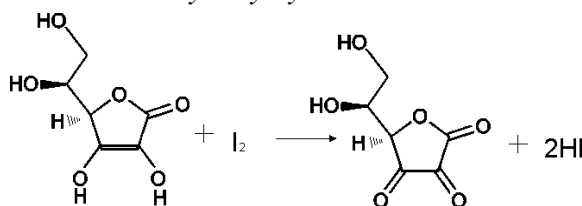
Obrázek 103: fotodokumentace k pokusu (Zuzana Hlásková)

5.2 Závěry:

zásah	2. zkumavka vysoká teplota	3. zkumavka vitamín C	4. zkumavka SAVO
stručný návrh pokusu, který by dokázal, zda byl zásahem zničen právě jod	Do zkumavky bych přidal škrob (až po naprostém vychladnutí zkumavky). Samotnou jodovou tinkturu jsem zahřívala.	Do zkumavky bych přidal opět škrob a čekal zda proběhne důkazová reakce K samotnému jódu jsem přidala vitamín C.	Do zkumavky bych přidal opět škrob a čekal zda proběhne důkazová reakce K samotnému jódu jsem přidala SAVO
výsledek navrženého pokusu – co jste pozorovali?	Směs ve zkumavce sama ochlazením získala původní barvu. Barva jodové tinktury se nezměnila.	Směs se přidáním škrobu neobarvila na fialovou, barevná změna nenastala Jod se odbarvil.	Směs se přidáním škrobu neobarvila na fialovou, barevná změna nenastala Jod se odbarvil.
byl zničen jod?	ne	ano	ano
byla důkazová reakce narušena zničením jodu?	ne	ano	ano

5.3 Těžká váha:

Kyselina askorbová je silné redukční činidlo, jod byl redukován, kyselina askorbová mu dodala elektrony, jeho oxidační číslo by tedy bylo $-I$:



pH SAVA je silně zásadité, tzn. výskyt OH^- , s tím reaguje jod podle rovnice:

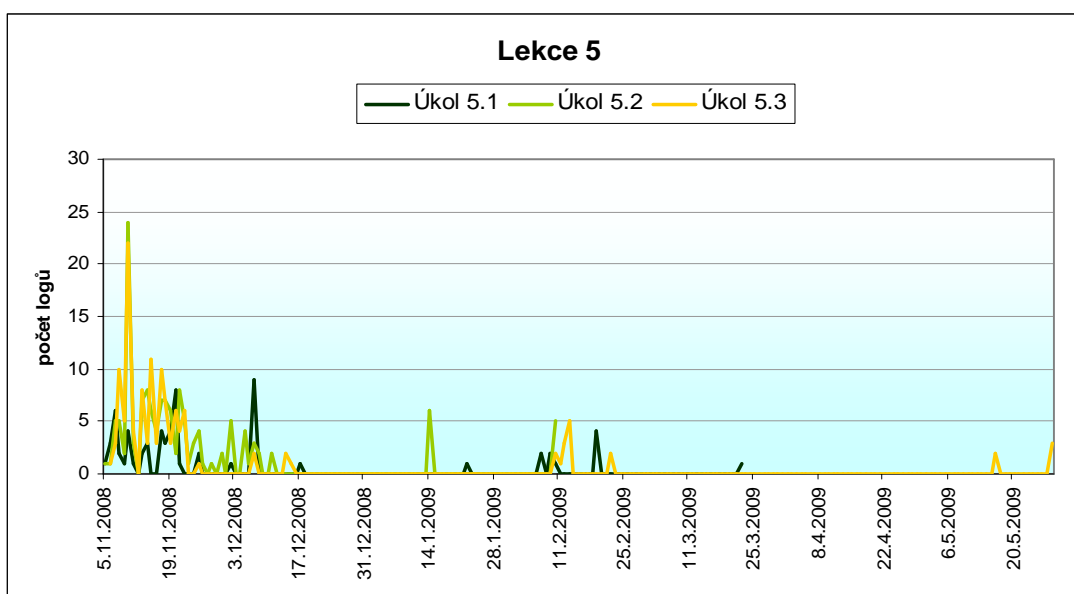


Dále se mohou uplatnit oxidační účinky chlornanu sodného v SAVU.

Při vyšší teplotě se změnila struktura spirály amylosy (uvolnila se), takže už nemohl vzniknout barevný komplex s jodem. Kdybychom chtěli obnovit pozitivní jodškrobovou reakci, mohli bychom vliv vitamínu C vykompenzovat oxidačním činidlem, vliv SAVA redukčním činidlem a vliv teploty ochlazením (pokud nejsou změny nevratné).

Charakteristiky lekce:

	5.1 Pozorování a pokus	5.2 Závěry	5.3 Těžká váha
Počet řešitelů	8	6	5
Průměrná úspěšnost	100 %	93 %	100 %
Počet logů celkem	67	141	130
Průměrný počet logů na studenta	8	24	26
Počet dní práce na úkolu	24	31	27
Délka období práce na úkolu (dny)	138	98	204



Graf 31: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 5 v období listopad 2008 – květen 2009

Poznámky:

Tato lekce byla neobvyklá tím, jak mnoho času a aktivity věnovali studenti její prostřední části. Jak se během komunikace se studenty ukázalo, někteří měli problém pochopit, co se po nich v zadání žádá (**navržení experimentu k ověření dané hypotézy**), řada z nich neuměla navrhnout experiment tak, aby skutečně ověřoval působení zásahu na jod s vyloučením vlivu škrobu (nedokázali si uvědomit, že druhou složku jodškrobové reakce musí nějakým způsobem eliminovat, aby neovlivňovala výsledky). Jde zřejmě o požadavek, se kterým se studenti běžně nesetkávají, a považují tedy za velmi užitečné dát jim příležitost podobné úkoly řešit. V každém případě se zamyslím i nad vhodnější formulací zadání.

Pro příští rok jsem se rozhodla k rozsáhlým změnám v úloze – převedení „zkumavkových“ reakcí na **komplexnější případy z reálného života**: působení SAVA nahradím působením oxidačních činidel v pracím prášku (v rámci někdy uváděného nesprávně postaveného pokusu „amylasa v pracím prášku štěpí škrob, proto nedojde k pozitivní jodškrobové reakci“), působení vitamínu C nahradím postupným mizením modročerného zbarvení při důkazu škrobu v čerstvé bramborě. Reakce pak nebudou tak „umělé“ a jejich výsledky předvídatelné jako dosud, komplexnost pokusů může otevřít i další zajímavé oblasti pro diskusi.

Lekce 6 – Enzymy

Cíle lekce: student zkoumá, které látky katalyzují rozklad peroxidu vodíku, identifikuje produkt reakce na základě jeho vlastností, s pomocí grafického znázornění energetických změn v průběhu katalyzované reakce vysvětlí princip působení katalyzátoru

Struktura lekce:

6.1 Pokus a pozorování: student zkoumá intenzitu rozkladu peroxidu vodíku v přítomnosti oceli, stříbra a čerstvé brambory, porovnává účinek těchto látek jako katalyzátorů rozkladu peroxidu, sleduje vliv unikajícího plynu na doutnající špejli

6.2 Závěry: student vysvětlí svá pozorování a sestaví rovnici rozkladu peroxidu

6.3 Těžká váha: student na základě grafů popisujících energetické změny v průběhu katalyzované a nekatalyzované reakce vysvětlí, proč katalyzátor zvyšuje rychlost reakce a jak přesně působí (na úrovni chování částic), případně jak jinak by bylo možné reakci urychlit

Ukázky studentských řešení:

6.1 Pokus a pozorování:

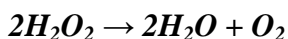
Obsah nádoby	V nádobce bylo pozorováno:	Probíhal rozklad peroxidu?	Rychlost rozkladu peroxidu
peroxid vodíku	Nic nebylo poznat	ne	-
peroxid vodíku a stříbrný šperk	Na stříbře se vyvíjel plyn, dost rychle	ano	rychlá
peroxid vodíku a ocelová sponka	Nic se nedělo	ne	-
peroxid vodíku a brambora	Brambora šumí	ano	nejrychlejší



Obrázek 104: fotodokumentace k pokusu (Václav Waloschek)

6.2 Závěry:

Látky urychlující chemickou reakci se nazývají katalyzátory – stříbro a katalasa v bramboře působí jako katalyzátory rozkladu peroxidu vodíku. Při rozkladu se uvolňuje kyslík – špejle se znovu „rozhořela“ (zaprskala a rozzářila se, možná by se to dalo popsat jako malý výbuch). Katalasa se vyskytuje i v krvi – peroxid se používá jako desinfekce a šumí v ráně.



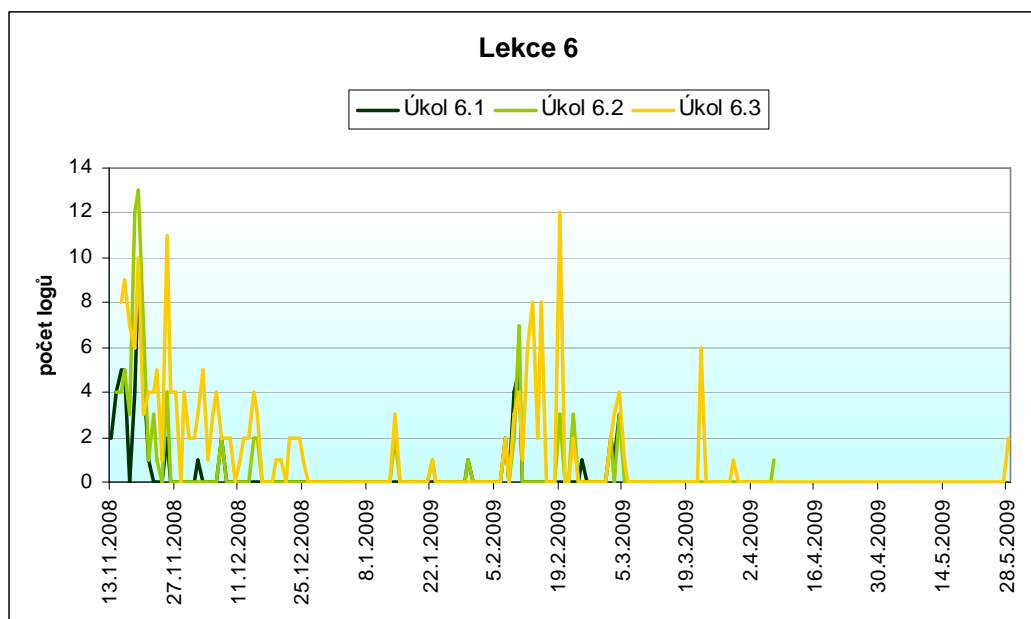
6.3 Těžká váha:

Energie potřebná pro to, aby molekula zreagovala při nekatalyzované reakci, je příliš vysoká v porovnání s energií většiny molekul ve vzorku – většina molekul tedy nemůže reagovat, přemění se jen málo molekul (těch s nejvyšší energií) a nám se to jeví jako hodně pomalá nebo vůbec žádná reakce. Když se přidá katalyzátor, ten „kopeček“ se sníží, takže sice běží dvě reakce místo jedné, ale v každé zreaguje už třeba většina molekul a ve výsledku to vidíme jako rychlou reakci.

I když se zdá, že v součtu obě energetické bariéry katalyzované reakce vydají nastejno jako jedna bariéra nekatalyzované reakce, takže by měl být počet reagujících částic v obou případech stejný, není to tak, protože součet energií není pro rychlost důležitý. Není to tak, že by každá molekula měla „zásobu“ energie, kterou může vyčerpat najednou nebo ve dvou částech, ale její rychlost a kinetická energie závisejí na teplotě vzorku, takže i kdyby se reakcí „vyčerpala“, zase to nabere od okolí a vždycky určitá část molekul má tu potřebnou energii. Kdybych neměla katalyzátor (nešlo by snížit kopečky), šlo by reakci urychlit tím, že by se látka zahřála (zvýšila bych jí energii, aby víc molekul mohlo překonat kopečky).

Charakteristiky lekce:

	6.1 Pozorování a pokus	6.2 Závěry	6.3 Těžká váha
Počet řešitelů	8	8	5
Průměrná úspěšnost	100 %	100 %	100 %
Počet logů celkem	59	90	198
Průměrný počet logů na studenta	7	11	40
Počet dní práce na úkolu	19	25	54
Délka období práce na úkolu (dny)	112	145	195



Graf 32: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 6 v období listopad 2008 – květen 2009

Poznámky:

Rešerše školních učebnic v kapitole 3.1.4 (strana 77) ukázala, že pokus s katalyzovaným rozkladem peroxidu vodíku se uvádí často, ovšem jako katalyzátory jsou občas použity látky (např. KI), které s peroxidem reagují jako výchozí látky reakce, **nejde tedy o katalýzu**. Tento omyl mě inspiroval k zařazení podobné reakce jako „černého pasažéra“ mezi příklady katalýzy zkoumané v této lekci. Jde o reakci peroxidu se silným oxidačním činidlem SAVEM a studenti budou mít příležitost zamýšlet se nad tím, jak experimentálně prokázat, že látka nevystupuje v reakci jako katalyzátor, nýbrž jako výchozí látka (tj. neobnovuje se reakcí). Třetí část této lekce byla pro studenty velmi náročná, všichni přistupovali k řešení poměrně povrchně, nebrali v úvahu, že mají princip rychlosti/pomalosti reakce a katalýzy vysvětlovat na změnách na úrovni jednotlivých molekul, jejich energií a interakcí. Postupně bylo tedy

třeba přivést studenty až na tuto úroveň hloubky popisu a řešit otázky jako rozložení energií molekul ve vzorku, vztah průměrné energie k teplotě vzorku, vztah mezi kinetickou energií a rychlostí pohybu molekuly. Zajímavou miskoncepcí byla představa molekuly jako energeticky izolované soustavy, která má určitou „zásobu“ energie použitelnou pro reakce. Protože šlo o častý případ, zařadila jsem v dalším ročníku kurzu tuto **miskoncepci přímo jako součást zadání**, otázku, nad kterou se mají studenti zamyslet (na základě příslušně upravených energetických grafů): jak je možné, že reakce se přidáním katalyzátoru urychlí, když součet energetických bariér je vyšší než energetická bariéra nekatalyzované reakce? V **grafu 32** si lze povšimnout náhlého nárůstu aktivity studentů v druhém únorovém týdnu. Na tuto dobu připadl začátek jarního bloku výuky a do práce se pustili i ti studenti, kteří přes Vánoce a s blížícím se uzavřením školní klasifikace v poleletí poněkud polevíli.

Lekce 7 – Rychlost chemické reakce

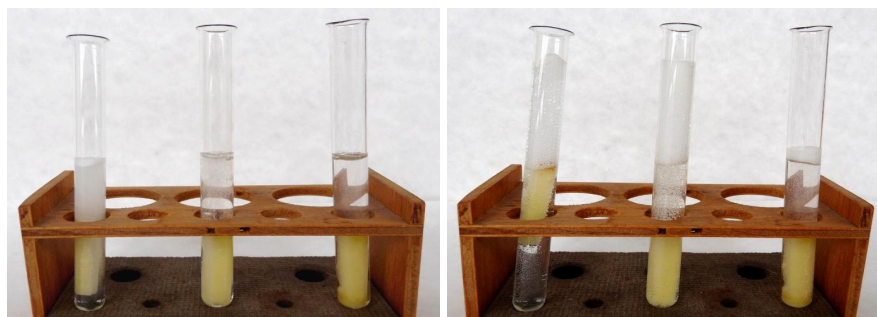
Cíle lekce: student experimentálně prozkoumá faktory ovlivňující rychlost katalyzované reakce, na základě literatury a vlastního úsudku vysvětlí příčiny pozorovaných jevů

Struktura lekce:

- 7.1 Pokus a pozorování:** student zkoumá intenzitu rozkladu peroxidu vodíku katalyzovaného bramborovou katalasou při různých koncentracích a množstvích peroxidu a při různém pH prostředí, popíše pozorované trendy
- 7.2 Závěry:** student popíše rozklad peroxidu chemickou rovnicí, zamyslí se nad významem veličiny „rychlost chemické reakce“ a aplikuje její význam při výběru vhodných jednotek (veličin), v nichž je možné rychlost chemické reakce sledovat, vysvětlí na základě informací o funkci enzymu při katalýze, proč je rychlost rozkladu peroxidu ovlivňována změnou pH
- 7.3 Těžká váha:** student navrhne model popisující závislost rychlosti jednoduché reakce $A + A \rightarrow B + C$ na koncentraci látky A a odvodí matematický vztah pro tuto závislost, který znázorní i graficky. Ze znalosti funkce katalyzátoru odvodí grafické znázornění závislosti v případě katalyzované reakce. Porovná navrženou závislost s reálným stavem (nasycení enzymu) a pokusí se rozdíly vysvětlit na úrovni chování částic.

Ukázky studentských řešení:

7.1 Pokus a pozorování:

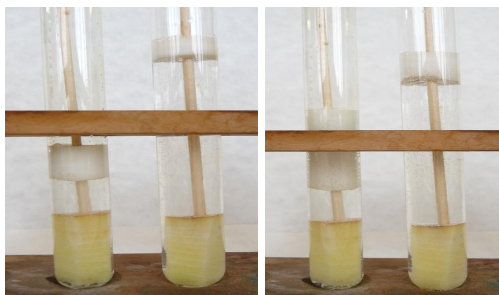


Obrázek 105: vliv množství a koncentrace peroxidu vodíku na rychlost katalyzované reakce (na začátku reakce a po pěti minutách, Jan Martínek)

1. zkumavka – nejvyšší rychlost reakce (voda:peroxid 1:1), **obr. 104**
 2. zkumavka – střední rychlost reakce (voda:peroxid 5:1), **obr. 104**
 3. zkumavka – nejnižší rychlost reakce (voda:peroxid cca 30:1), **obr. 104**
- Koncentrace peroxidu v jednotlivých zkumavkách se liší

- Množství peroxidu v jednotlivých zkumavkách se liší
- Rychlost reakce v jednotlivých zkumavkách se liší

Z toho vyplývá, že rychlost reakce může záviset na koncentraci peroxidu či na jeho množství.

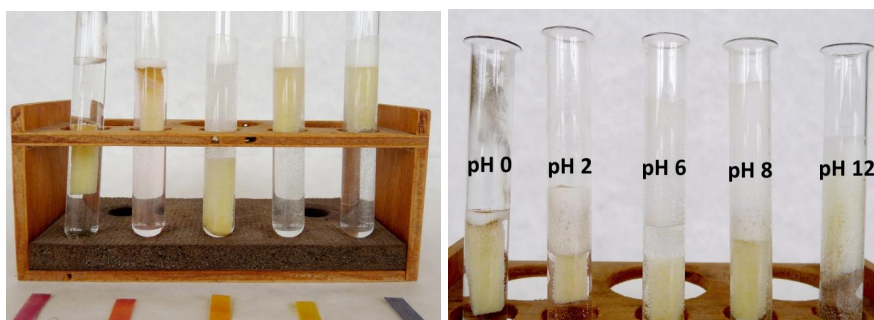


Obrázek 106: vliv koncentrace peroxidu vodíku na rychlost katalyzované reakce (na začátku reakce a po pěti minutách, Jan Martínek)

1. zkumavka – rychlejší reakce (pouze peroxid vodíku), **obr. 105**
2. zkumavka – pomalejší reakce (peroxid vodíku naředěný vodou), **obr. 105**

- Koncentrace peroxidu v obou zkumavkách se liší
- Množství peroxidu v obou zkumavkách je stejné.
- Rychlost reakce v obou zkumavkách je různá.

Z toho vyplývá že rychlost této reakce byla závislá na koncentraci, a ne na množství peroxidu.



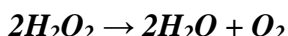
Obrázek 107: vliv koncentrace pH na rychlost katalyzované reakce (na začátku reakce a po pěti minutách, Jan Martínek)

Zkumavka	1.	2.	3.	4.	5.
pH	0	2	6	8	12
Rychlost	nejnižší	nižší	vyšší	nejvyšší	střední

Rychlost rozkladu byla nejvyšší při pH 8, rychlost reakce jsem porovnával podle množství pěny, která vznikla za stejný čas.

7.2 Závěry:

Reakce rozkladu peroxidu vodíku probíhá podle rovnice níže, vznikají bublinky kyslíku:



Při pokusech jsem zjistila, že čím je koncentrace peroxidu vyšší, tím je vyšší i rychlost reakce. Katalasa je protein tvořený aminokyselinami. Ty mají funkční skupiny (-NH₂, -COOH, -OH, -SH), které mohou být ovlivněny změnou pH, protože obsahují vodíkový proton, který je poměrně slabě vázán a může dojít (při změně pH) k jeho odtržení, čímž dojde k porušení struktury bílkoviny a ta může začít odlišně reagovat: např. pokud od funkční skupiny -COOH

odtrhneme H^+ , vznikne anion COO^- , čímž dojde ke změně el. náboje, a tato skupina začne reagovat úplně jinak. To samé můžeme udělat s každou skupinou, buď H^+ přijmou nebo uvolní, a tím změní svůj náboj, což může způsobit, že se budou molekuly peroxidu hůře vázat (pokud vůbec), a tak se rozklad zpomalí.

Rychlost reakce by se uvedeným způsobem dala sledovat v následujících případech reakcí:

g/s – při hoření – uvolňují se látky přímo do vzduchu → změna hmotnosti

m/s – u např. zápalné šňůry

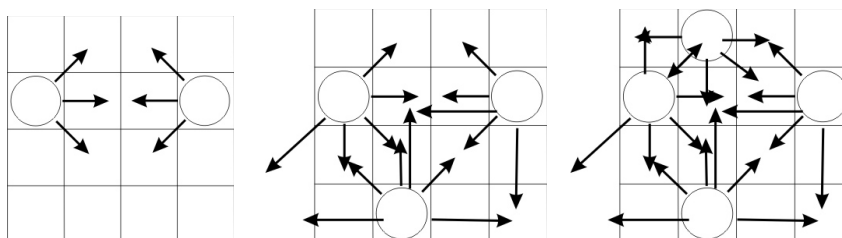
l/s – vznik plynů např.: $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$

A – vznik vodivé/nevodivé látky

mol/l.s – přeměna jedné látky na druhou, např. reakce enzymů; výchozí látka dobře měřitelná (pomocí barvy, pH)

s – pokud při reakci lze pozorovat viditelné změny, např. pění při rozkladu peroxidu, nebo jako byla úloha školního kola ChO - chemické hodiny.

7.3 Těžká váha:



Obrázek 108: model pro závislost rychlosti reakce $A + A \rightarrow$ na koncentraci látky A (Václav Waloschek)

Tak jsem si udělal jakoby model: máme prostor 4×4 molekuly, hloubka 1 pro jednoduchost. Molekuly se mohou zjednodušeně pohybovat 8 směry. Z následujících obrázků je patrné, že pro každé 2 molekuly existují 3 možnosti srážky. Budu teď všechno hodně zjednodušovat, ale jen proto abych se dobral výsledku. Rychlost reakce je něco jako pravděpodobnost srážky 2 molekul. Pro 2 molekuly je pravděpodobnost $3 \cdot 8^2 \dots 0,04$. Pro tři je pravděpodobnost $3 \cdot 8 + 3 \cdot 8 + 3 \cdot 8 \cdot 8^3 \dots 0,141$ (je tam sice trochu nepřesnosti, ale cca to funguje). Pro čtyři molekuly už je pravděpodobnost větší: $(3 \cdot 8^2) \cdot 6 \cdot 8^4 \dots 0,281$, tu 6ku jsem získal, jakože mám 4 molekuly a každá se může střetnout s každou, ale jen jednou a ne sama se sebou, tj. $(4^2 - 4)/2$. Tak lze odvodit obecný vzorec pro zredukovaný prostor, tj.: $((n^2 - n)/2) \cdot (3 \cdot 8^{n-2}) \cdot 8^n = (3/128)(n^2 - n)$. Není to sice přesné, ale napovídá to typ fce, tj. kvadratická, graf je parabola. Kádinka s peroxidem je 3D, ne 2D: změní se jen počet možných směrů (už ne 8) a také kolizních směrů pro jedn. dvojice (pův. 3, teď 9) ale stále bude platit to $(n \cdot n - n)/2$ (jako u tabulky v turnaji každý s každým - udělám tabulku $n \cdot n$ ale musím odečíst, aby nikdo nehrál sám se sebou, tj. n a taky aby spolu nehrál nikdo 2krát, tj. $/2$) pro dvojice, a to ovlivňuje typ závislosti. Takže změní se jen ten koeficient, pořád to bude parabola.

Jiný přístup k řešení:

Kdybych měla tři molekuly A, B, C, co se nedají považovat za totožné molekuly, pak jdou vytvořit tři typy dvojic AB, BC nebo AC (lhostejno zdi AB či BA). Můžu použít vzoreček pro výpočet úhlopříček v n -úhelníku (z tabulek) a potom přičtu ještě jednou počet těch částic, abych doplnila i obvod toho n -úhelníku, tím vypočítám počet možností střetů molekul (x je počet částic ve zkumavce, 2 tam je, protože dělám dvojice v libovolném pořadí):

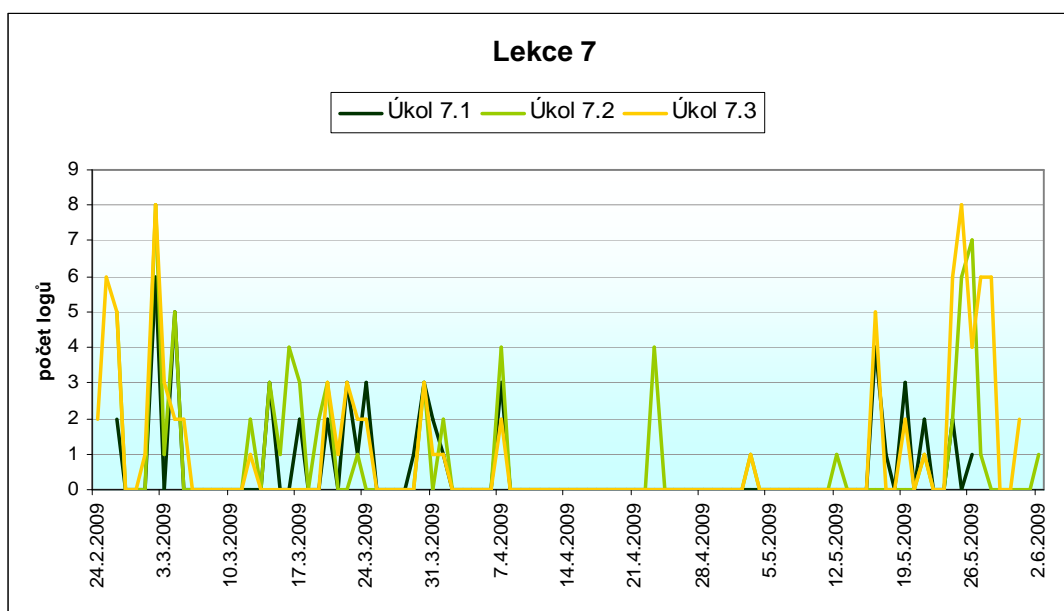
$0,5 \cdot x \cdot (x-3) + x$. Po upravení: $0,5 \cdot (x^2 + 2x - 3)$, jedná se o kvadratickou funkci, graf je parabola.

U katalyzované reakce bude pro každou koncentraci hodnota rychlosti vyšší (katalyzátor urychluje reakci), takže to bude asi zase parabola, ale strmější než ta původní, nebo nějaký jiný tvar s vyššími funkčními hodnotami v každém bodě.

Ve skutečnosti neroste rychlost s koncentrací peroxidu pořád, ale za nějakým bodem i když koncentrace stále narůstá, tak rychlost už souměrně nestoupá, ale zůstane konstantní. Každý enzym má svoji „kapacitu“, za ní už nejde zvyšovat rychlost reakce. Ve směsi je dané množství enzymu, a ten když všechen reaguje „na max“, reakce se již nedá víc urychlit.

Charakteristiky lekce:

	7.1 Pozorování a pokus	7.2 Závěry	7.3 Těžká váha
Počet řešitelů	7	3	3
Průměrná úspěšnost	100 %	100 %	100 %
Počet logů celkem	50	71	89
Průměrný počet logů na studenta	7	24	30
Počet dní práce na úkolu	20	24	28
Délka období práce na úkolu (dny)	90	97	97



Graf 33: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 7 v období únor 2008 – červen 2009

Poznámky:

Velmi zajímavá lekce s řadou mezipředmětových vazeb. Různí studenti volili zcela různé přístupy ke konstrukci modelu srážek částic, i když většina z nich potřebovala určitou nápovědu v podobě lépe představitelné situace (např. vytváření dvojic ve třídě). Zpočátku totiž ztotožňovali rostoucí závislost s příjímou úměrností a nebrali vůbec v úvahu, že rychlost může s koncentrací růst i kvadraticky, jinak polynomiálně, exponenciálně, logaritmičtě... Z tohoto důvodu jsem se rozhodla pro příští rok zařadit k této otázce **řízenou diskusi**. Uplatní se v ní jak studenti, kteří nějaký matematický model a vztah vymysleli, tak ti, kteří ho dokážou kriticky posoudit a přispět tak k vyřešení celého úkolu.

Průběh aktivity studentů (**graf 33**) je typický pro lekci v druhé části kurzu – aktivita je rozložena do celého období téměř rovnoměrně, jak měl zrovna ten který student čas, protože dodržování termínů, které silně ovlivňovalo tvar grafů z lekcí na počátku výuky, už je v této

době minulostí. Také se prakticky neliší délka práce na jednotlivých částech lekce – studenti se práci věnovali po celou dobu až do konce kurzu, kdy ji museli ukončit.

Lekce 8 – Třísloviny

Cíle lekce: student experimentálně zjišťuje chemické vlastnosti tříslovin a principy pozorovaných reakcí odvodí na základě znalostí z organické chemie a chemie prvků (železa), případně s pomocí informací z literatury

Struktura lekce:

8.1 Pokus a pozorování: student zkoumá chuť tříslovin, jejich účinek na bílkovinu, chování v zásaditém prostředí a po přidání železitých iontů

8.2 Závěry: student popíše tuto skupinu sloučenin chemicky, na základě vzorce odhadne rozpustnost ve vodě a možnost reagovat s hydroxidovými ionty, zjistí, k čemu se prováděné reakce využívaly prakticky

8.3 Těžká váha: student na základě analogie s jednoduššími sloučeninami vysvětlí svíravou chuť tříslovin a princip vzniku inkoustu, resp. jeho vymizování kyselinou šťavelovou či trihydrogenfosforečnou, navrhne pokus k ověření, zda „inkoustové“ sloučeniny jednoduchých fenolů jsou jejich oxidačními produkty

Ukázky studentských řešení:

8.1 Pokus a pozorování:

Surovina	Chuť	Barva výluhu	Po přidání prací sody	Po přidání železité soli
žaludy	hořká	hnědá	Tmavě hnědá	Černá, hodně tmavě modrá
zelený čaj	hořká	hnědá	Tmavší hnědá	Černá, hodně tmavě modrá
černý čaj	trpká	nažloutlá	Hnědožlutá	Černá, hodně tmavě modrá
vlašské ořechy	trpká, sladká	bílorůžové	Světlehnědá-béžová	Černá, hodně tmavě modrá
kaštiny	hořká	nažloutlá	Hnědožlutá	hnědá
semena révy	trpká	do růžova	nahnědlá	Černá, hodně tmavě modrá

Chuť surovin obsahujících třísloviny je hořká a trpká, svíravá. Dokážou srazit bílek. S železitou solí vytvářejí černé sloučeniny, tmavá barva po přidání kyseliny šťavelové zmizí.



Obrázek 109: výluhy surovin obsahujících třísloviny (zleva: žaludy, černý čaj, zelený čaj, hroznové víno, vlašský ořech, kaštan) a černé zbarvení po přidání železité soli (Alžběta Ondrejková)

8.2 Závěry:

Třísloviny se dělí na hydrolyzovatelné (estery glukosy a kyseliny gallové nebo egallové) a kondenzované (polymery flavonů), všechny však mají mnoho fenolických OH skupin. Proto jsou rozpustné ve vodě a mohou reagovat s hydroxidovými ionty. S železitými či železnatými ionty vytvářejí tmavé sloučeniny – takto se vyráběl duběnkový inkoust. Jejich schopnost srážet bílkoviny se zase používala při zpracování (činění) kůží.

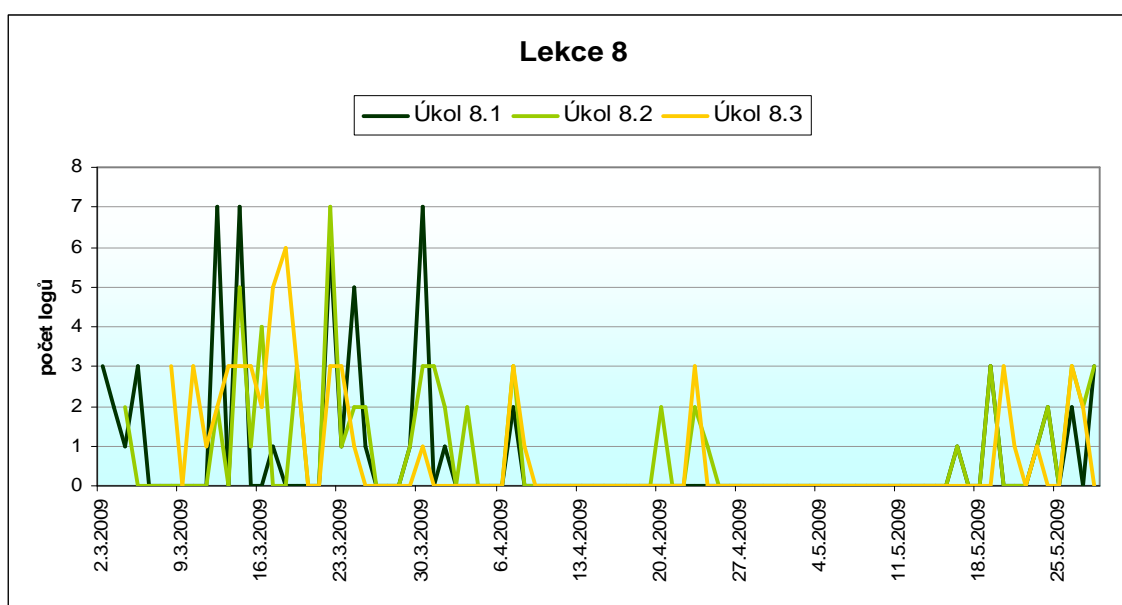
8.3 Těžká váha:

Třísloviny pomocí fenolických OH skupin vážou bílkoviny (bílek, kůže) a tak je srážejí. To se děje i při ochutnání, v ústech reagují se sliznicí a máme pocit trpké chuti. Při reakci s železitými ionty poskytují kyslíky v OH skupinách elektronový pár a vznikají temně zbarvené komplexní sloučeniny – inkoust. Podobně reagují železité ionty s obyčejným fenolem, také vzniká barevná sloučenina (fialová). Železo zde má nejpravděpodobněji koordinační číslo 6, takže bude potřeba 6 molekul fenolu a tvar bude oktaedr, u tříslovin je možné, že bude reagovat více OH skupin z jedné molekuly, takže na jeden železitý kation připadnou tři molekuly třísloviny (kyseliny gallové). Přidání kyseliny trihydrogenfosforečné nebo šťavelové působí na inkoust jako zmizík, dojde tedy ke zničení komplexu třísloviny a železitého iontu. Je to proto, že i tyto kyseliny pomocí kyslíkových atomů v molekule vytvářejí komplexy s železitými ionty (proto kyselina trihydrogenfosforečná funguje jako odrezovač), ale pevnější než u tříslovin, takže železitý ion z „inkoustového“ komplexu vytrhnou a navážou na sebe.

Někdy se uvádí, že pozorované barevné sloučeniny vznikají z jednoduchých fenolů oxidací železitými ionty (a ne jako komplexy). Musely by to být látky s karbonylovou skupinou, ale to už by nemohly mít aromatický systém. Jestli jde o oxidační produkty, to by se dalo ověřit, kdybychom fenol a další jeho deriváty oxidovali nějakým oxidačním činidlem a sledovali, zda se vytvoří stejná barva jako po přidání železité soli. Když vyzkoušíme oxidaci manganistanem u pyrogallolu nebo resorcinu, dostaneme hnědožlutý produkt (oproti původně bezbarvé látce), s železitými ionty ale vzniknou fialové sloučeniny, takže zřejmě nejde o stejnou reakci.

Charakteristiky lekce:

	8.1 Pozorování a pokus	8.2 Závěry	8.3 Těžká váha
Počet řešitelů	6	6	0
Průměrná úspěšnost	98 %	96 %	-
Počet logů celkem	60	63	59
Průměrný počet logů na studenta	10	11	-
Počet dní práce na úkolu	21	26	23
Délka období práce na úkolu (dny)	88	86	82



Graf 34: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 8 v období březen 2008 – květen 2009

Poznámky:

U této lekce se nejvýrazněji projevilo její zařazení na konec výukového bloku – nikdo nestihl dokončit její třetí část. Pro příští rok jsem tedy zmenšila počet lekcí v jarním bloku z šesti na pět (vynechala jsem „bezpečnostní“ úvodní lekci jarního bloku a její náplň vřadila do úvodní lekce zimního bloku) a poskytla studentům určitou „vodící linku“ k postupu řešení třetí části. Jde o nejdůležitější otázky, které si student má zodpovědět v průběhu řešení (v tomto ročníku kurzu tyto otázky – a další, podrobnější – kladl studentovi instruktor během konzultací). Náповěda je přímou součástí zadání úkolů v pracovním listu, ale je vytištěna drobným písmem, takže neobtěžuje ty studenty, kteří ji k řešení nepotřebují. Zároveň si ti, kdo si s úkolem vůbec nevědí rady, ušetří určitou prodlevu strávenou v první konzultaci s instruktorem, kde teprve by se dozvěděli, odkud mají začít. Studenti ocenili i v chemii neobvyklé **zapojení chuti** do zkoumání vlastností tříslovin.

Lekce 9 – Látká X

Cíle lekce: student na základě experimentálně zjištěného výskytu „látky X“ usoudí, o jaký typ látky jde. Zhodnotí využitelnost biuretové reakce v porovnání s jiným typem důkazu. Na základě analogie s jednodušší reakcí odvodí chemickou podstatu biuretového testu.

Struktura lekce:

- 9.1 Pokus a pozorování:** student zkoumá přítomnost „látky X“ v různých skupinách vzorků (masné výrobky, mléčné produkty, luštěniny, rostlinné části, obiloviny, vlasy a srst) pomocí biuretové reakce.
- 9.2 Závěry:** na základě zjištěného výskytu látky X student usoudí, o jakou látku nebo typ látek jde. Pokud jde o více různých látek, vysvětlí, jak je možné, že lze všechny dokázat toutéž reakcí. Vysvětlí také výsledky pokusů u obilovin a vlasů a srsti.
- 9.3 Těžká váha:** student na základě znalosti principu biuretové a xantoproteinové reakce posoudí jejich použitelnost pro důkaz bílkovin. Pomocí analogie s reakcí měďnatých iontů a vodného roztoku amoniaku navrhne vzorec a tvar fialově zbarveného produktu biuretové reakce. Vysvětlí, proč při použití Fehlingova roztoku jako činidla nevzniká při biuretové reakci světle modrá sraženina.

Ukázky studentských řešení:

9.1 Pokus a pozorování:

Skupina	Vzorek	Barva vzorku či okolního roztoku po přidání činidel	Obsahoval vzorek látku X?
1. rostlinné části	Citrón	Světle zelené zbarvení	NE
	Jablko	Tmavě modrá barva	NE
2. luštěniny	Fazole	Šedofialová barva	ANO
	Sojové maso	Fialová barva	ANO
3. obiloviny	Mouka	Světle fialová barva	ANO
	Ovesné vločky	Modrofialová barva	ANO
4. masné výrobky	Vařené vajíčko	Barva světle fialová	ANO
	Paštika	Barva fialovohnědá	ANO
5. mléčné výrobky	Mléko	Barva modrá až fialová	ANO
	Jogurt	Barva modrá až fialová	ANO
6. vlasy, srst	Vlasy	Modrá barva sraženinek	NE
	Srst	Světle modrá barva	NE

Po přidání kapky roztoku modré skalice do vzorku s hydroxidem sodným se nejdříve vytvoří světle modrá (šmoulovsky modrá) sraženina, pak případně fialové zbarvení.

9.2 Závěry:

Látka X se vyskytuje v obilovinách. Ty se skládají hlavně ze škrobu a bílkovin. A jelikož se látka X vyskytuje také v mléčných výrobcích a masných, jejichž hlavní složkou jsou bílkoviny, tak by to mohla být **bílkovina**. Druhů bílkovin je mnoho. Liší se délkou řetězce, uspořádáním, násobnými vazbami atd. Ale mají společné to, že obsahují C, H, aminoskupinu a hlavně peptidickou vazbu, která je charakteristická pro bílkoviny (-CO-NH-). Díky tomu je můžeme dokázat jedinou, stejnou reakcí.

V mouce a pečivu, teda vlastně v obilovinách se vyskytuje směs bílkovin lepek, na který existuje alergie. Ve vlasech se vyskytují také bílkoviny, konkrétně kreatin. Patří mezi skleroproteiny, ty jsou nerozpustné ve vodě, takže proto ho nešlo dokázat. Modrá sraženina, která vznikala, je hydroxid měďnatý $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

9.3 Těžká váha:

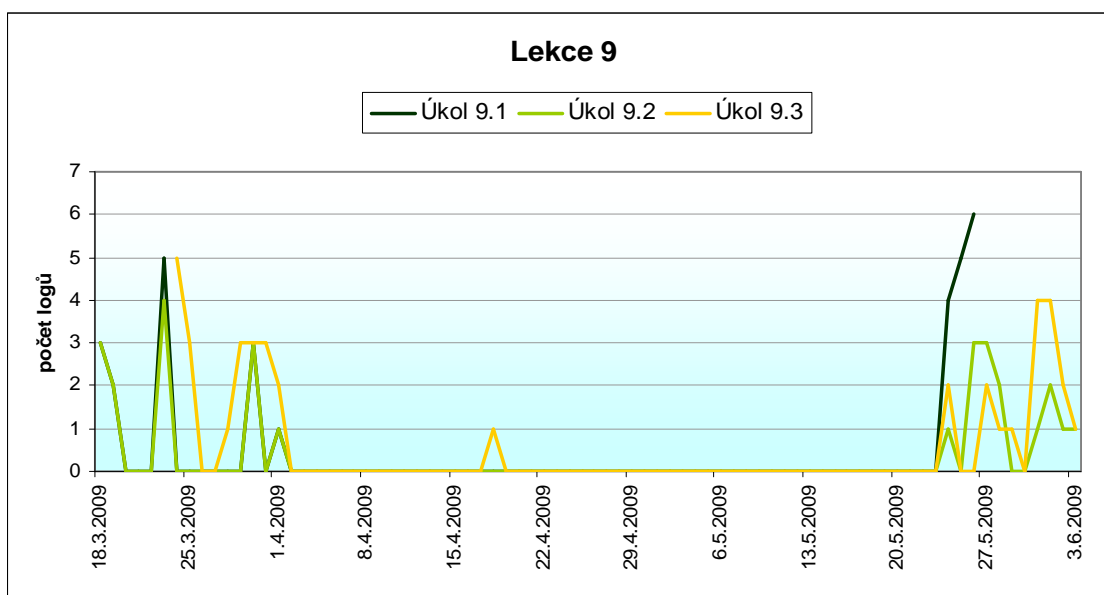
Důkazová reakce, kterou jsme použili při našem pokusu, se nazývá biuretová reakce. Tou se dokazuje přítomnost peptidové vazby. Dalším typem reakce, dokazující přítomnost bílkovin, je reakce xantoproteinová (důkaz bílkovin je žluté zbarvení) – v této reakci používáme kyselinu dusičnou k nitraci. Xantoproteinová reakce potřebuje k tomu, aby byla pozitivní, aromatické jádro. Proto touto reakcí nelze dokázat všechny bílkoviny, pouze ty obsahující aromatická jádra. Biuretová reakce má zase podmínku, aby byla bílkovina rozpustná ve vodě. Vyjde to asi nastejno z hlediska použitelnosti. Když xantoproteinová reakce „napadá“ aromatické jádro, může být pozitivní i u jiných aromatických sloučenin (fenol), nejen u bílkovin. Biuretová reakce je zaměřená přímo na peptidickou vazbu, takže dokazuje jen bílkoviny, a proto je lepší.

Dám-li do vody NH_3 , tak mi bude nejdříve reagovat s vodou na $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ a modrá skalice resp. Cu^{2+} mi pak bude reagovat s OH^- a $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (světle modrá sraženina hydroxid měďnatý). Dále, přidáme-li k roztoku modré skalice amoniak, vznikne $\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ tetraamídměďnatý iont (tmavě modrá rozpustná koordinační částice). Ten by mohl mít tvar čtverce s Cu^{2+} uprostřed anebo čtyřstěnu s Cu^{2+} uprostřed, když se čtyři amoniaky rozmístí do prostoru nebo do roviny. Dle literatury bude mít uspořádání jako čtverec s Cu^{2+} uprostřed. Bílkovina obsahuje také dusíkové atomy, v peptidových vazbách. Bude to tedy obdobné, na jeden Cu^{2+} se nám budou vázat 4 bílkovinné molekuly a budou mít prostorové uspořádání jako čtverec s Cu^{2+} uprostřed, jenže bílkoviny mají mnoho peptidových vazeb, tudíž se na Cu^{2+} může vázat méně molekul bílkovin, např. 2 nebo 1.

Při použití Fehlingova činidla nevznikne sraženina hydroxidu měďnatého, jelikož reakcí modré skalice s vlnanem sodno-draselným dostaneme vlnan měďnatý a v této sloučenině je měď silněji poutána než v modré skalici, tudíž se hůře odtrhne.

Charakteristiky lekce:

	9.1 Pozorování a pokus	9.2 Závěry	9.3 Těžká váha
Počet řešitelů	3	2	2
Průměrná úspěšnost	100 %	100 %	100 %
Počet logů celkem	29	27	38
Průměrný počet logů na studenta	10	14	19
Počet dní práce na úkolu	8	13	16
Délka období práce na úkolu (dny)	70	78	72



Graf 35: Vývoj práce studentů na jednotlivých částech lekce 9 v období březen 2008 – červen 2009

Poznámky:

Tato lekce byla pro studenty snadnější než lekce 8 (třísloviny), takže přestože byla zařazena jako poslední, dvě studentky ji kompletně dořešily. Uvedené ukázky pocházejí od studentky druhého ročníku gymnázia, která neměla prakticky žádné výchozí znalosti, ale díky velkému zájmu a usilovné práci odvodila postupně řešení všech otázek a úkolů i z toho mála, co znala nebo našla v literatuře. Jak pro studentku, tak pro instruktorku byla tato „vzorová“ spolupráce velmi uspokojující.

Seminární práce

V kurzu byla vytvořena nabídka devatenácti témat seminárních prací z oblasti biochemie a chemie přírodních látek, během školního roku vzniklo následujících osm prací:

- Enzymy v potravě – bílkoviny (Eva Myšáková), 22 stran
- Biochemie klíčení semen (Jan Martínek), 11 stran
- Složení mléka (Václav Waloschek), 14 stran
- Pôsobenie amylasy v klíčkoch semien (Zuzana Ondrišáková), 13 stran
- Složení, zpracování a typy mléka (Alžběta Ondřejková), 9 stran
- Barevné variace anthokyanů (Hana Šustková), 42 stran
- Inkoust (Jana Pilátová), 15 stran
- Vitamín C (Zuzana Hlásková), 12 stran

Kvalita prací se dost různila, formálně, stylisticky a přesností zpracování vynikala poměrně krátká práce Jana Martíňka z gymnázia Ostrov (tuto práci příkládám jako samostatnou přílohu), odborným záběrem v oblasti vlastního experimentování zaujala práce Hanky Šustkové z gymnázia Trutnov. Ta svůj text následně rozšířila a přihlásila do soutěže Středoškolské odborné činnosti v kategorii chemie, kde postoupila do krajského kola, a s částí práce zaměřenou na zkoumání antioxidační aktivity anthokyanů se zúčastnila národního kola Soutěže vědeckých a technických projektů středoškolské mládeže, konané pod záštitou Akademie věd ČR.

Nejčastějším problémem seminárních prací bylo množství gramatických chyb či stylistických neobratností, někdy se studenti snažili **obsáhnout co největší množství informací** a výsledek byl pro čtenáře poněkud nepřehledný. Podobné tendence lze běžně sledovat u seminárních prací na gymnáziích. Objevilo se také několik velmi pěkných nápadů – různé vlastní experimenty, dotazníkové šetření zkoumající rozšíření „mýtů o trvanlivém mléce“ apod.



Obrázek 110: Hanka Šustová při obhajobě seminární práce na zimním soustředění (převzato z www.talnet.cz)

V rámci online obhajob byly práce na několik týdnů zpřístupněny ve speciální diskusní „místnosti“ pro všechny účastníky projektu Talnet. Ti k nim mohli klást své dotazy, autor získal správnou odpověď další body jako součást hodnocení práce. Rozběhlo se několik podnětných diskusí a následně byly práce ostatními účastníky také hodnoceny. Sama jsem měla příležitost přečíst si několik prací z mně neznámých oborů, jako je geologie, meteorologie nebo matematické modelování. Došla jsem k názoru, že seminární práce lze rozdělit do dvou skupin – na skutečný vědecký výzkum v určité oblasti a na práce spíše přehledové, neodrážející speciální hluboký zájem studenta o daný obor. Při vedení prvního typu prací považuji za nejdůležitější dát studentovi příležitost k vlastní vědecké práci, pomoci mu při studiu další literatury atd. U prací s méně hlubokým odborným záběrem naopak vnímám jako hlavní úkol instruktora vést studenta k srozumitelnému vyjadřování podstatných myšlenek na populárně-naučné rovině tak, aby z práce měli užitek i laičtí čtenáři. Bohužel, u řady studentů jsem mohla sledovat tendenci shromáždit maximum faktů, odborných poznatků a zajímavostí souvisejících s tématem, bez další snahy je důkladně vysvětlit, vytvořit mezi nimi vazby a tak pomoci i laickému čtenáři lépe proniknout do podstaty dané oblasti.

3.2.6. Hodnocení prvního ročníku kurzu

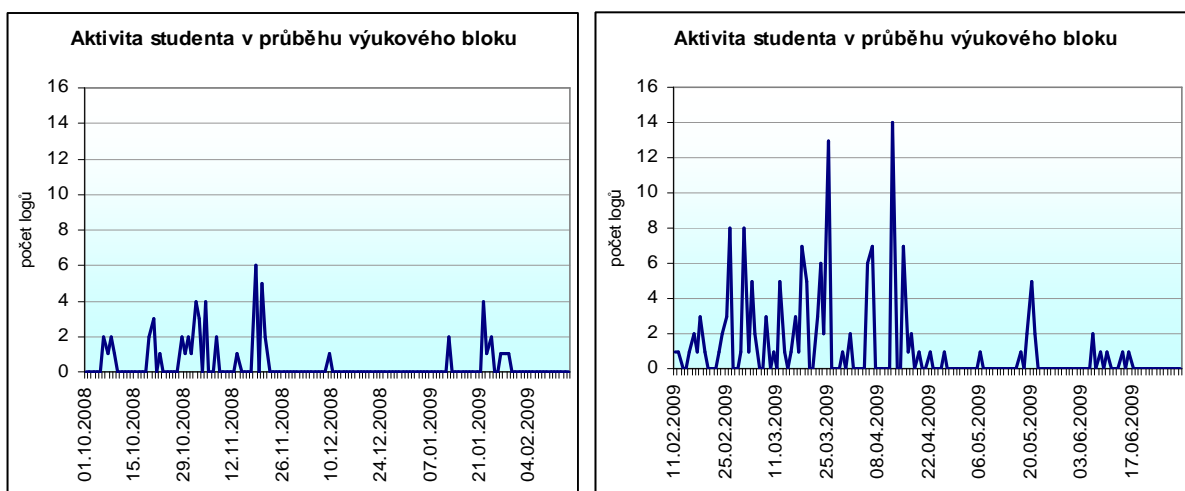
Úspěšnost práce studentů v kurzu

Do kurzu Biochemie – Přírodní látky se ve školním roce 2008/2009 přihlásilo 17 zájemců, z nichž tři vůbec nezačali pracovat. Kritéria pro absolvování kurzu v projektu Talnet jsou dána takto: vypracování seminární práce nebo nadpoloviční úspěšnost v jednom výukovém bloku (51 %) znamená, že student kurz **absolvoval**. Vypracování seminární práce a současně alespoň dvoutřetinová úspěšnost v jednom výukovém bloku (67 %) znamená, že student kurz **absolvoval výtečně**. Úspěšnost účastníků podle těchto kritérií shrnuje **tabulka 25**:

Tabulka 25: Celková úspěšnost účastníků kurzu Biochemie – Přírodní látky

Jméno	Seminární práce	Úspěšnost v zimním bloku	Úspěšnost v jarním bloku	Hodnocení
A. Ondřejková	ano	98%	100%	výtečně absolvovala
E. Myšáková	ano	100%	100%	výtečně absolvovala
H. Šustková	ano	96%	69%	výtečně absolvovala
J. Pilátová	ano	100%	54%	výtečně absolvovala
V. Waloschek	ano	97%	62%	výtečně absolvoval
Z. Hlásková	ano	87%	50%	výtečně absolvovala
Z. Ondříšáková	ano	76%	0%	výtečně absolvovala
J. Martínek	ano	52%	6%	absolvoval
J. Samiec	ne	63%	0%	absolvoval
D. Chadimová	ne	16%	0%	neabsolvovala
H. Harantová	ne	45%	6%	neabsolvovala
L. Kalivodová	ne	39%	0%	neabsolvovala
M. Nováková	ne	6%	0%	neabsolvovala
P. Petrovič	ne	32%	0%	neabsolvoval
P. Barančíková	ne	0%	0%	neabsolvovala
R. Dupal	ne	0%	0%	neabsolvoval
Z. Janků	ne	0%	0%	neabsolvoval

Studenti se vzájemně odlišovali co do nadání, vstupní úrovně vědomostí a dovedností i stylu práce. Objevili se studenti velmi nadaní a s bystrým úsudkem, studenti důkladně vzdělaní v oboru chemie i studenti velmi pracovití, s velkou motivací ke zvládnutí problému. Všem jsem se snažila vyjít vstříc – neustálou nabídkou pomoci při vypracovávání úkolu i po dobu mnoha měsíců, zadáváním speciálních otázek zkoumajících hloubku pochopení osvojených dovedností a vědomostí, příležitostí rozšířit si dovednosti nad rámec lekce, ochotou diskutovat o nejrůznějších souvisejících i nesouvisejících tématech dle zájmu studenta. O pracovních profilech studentů velmi dobře vypovídají údaje o počtu logů (jednotlivých aktivit ve výukovém prostředí) v souvislosti s prací na úkolech. Velmi nadaní studenti obvykle odevzdají správně vypracovaný úkol a potřebují pouze minimální množství konzultací. Méně nadaní studenti s velkou motivací k práci řeší úkol po delší dobu a vykazují vysokou míru aktivity (časté konzultace, postupné upravování úkolu), jak je zřetelné z **grafu 36**.



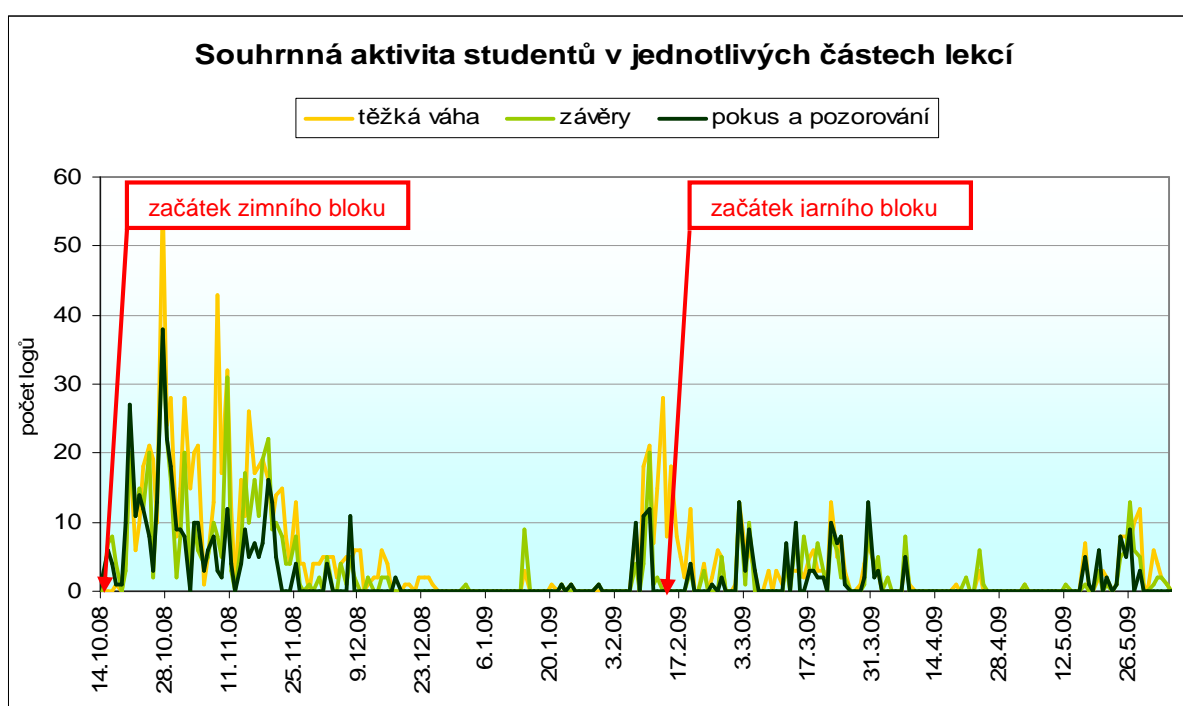
Graf 36: Porovnání aktivity dvou typů studentů: vlevo velmi nadaný student, vpravo pracovitý student

V porovnání s prvním ročníkem zájmového online „Kursu praktické alchymie“ [35], který jsem vedla ve školním roce 2004/2005, je podíl studentů, kteří kurz absolvovali, přibližně stejný: v kurzu Biochemie – Přírodní látky šlo o 9 z 15 studentů, kteří začali v kurzu pracovat; v zájmovém „Kursu praktické alchymie“ šlo o 9 ze 14 studentů. Část studentů, u nichž bylo výstupní hodnocení v kurzu Biochemie – Přírodní látky „neabsolvoval“, přesto poměrně uspokojivě pracovala alespoň v prvním výukovém bloku a dva z nich se přihlásili do následujícího ročníku 2009/2010 s tím, že se jim kurz velmi líbil, rádi by se mu věnovali více a dokončili jej. Vzhledem k velké časové i odborné náročnosti kurzu jsem s těmito výsledky velmi spokojena.

Pokud jde o závislost úspěšnosti práce studentů na studovaném ročníku gymnázia, ukázalo se, že pouze mezi **maturanty** převažují ti, co kurz neabsolvovali, výrazně menší je zde i průměrná procentuální úspěšnost. Přestože jde o velmi malý vzorek, lze usoudit, že se takto projevila velká časová vytíženost studentů povinnostmi v maturitním ročníku, která jim nedovoluje věnovat se kurzu tak, jak by bylo třeba, zejména v jarním bloku výuky.

Hodnocení jednotlivých lekcí

V přehledu lekcí jsem již narazila na některé zvláštnosti v charakteristikách jednotlivých úkolů i na praktické postřehy z výuky, které mě následně vedly ke zvážení úprav těchto lekcí pro příští ročník kurzu. Nejprve lze obecně říci, že údaje o aktivitě studentů (míněno údaje o jejich aktivitě ve výukovém prostředí LearningSpace ve spojení s jednotlivými úkoly – tj. počty logů a doba, po kterou se úkolu věnovali) v jednotlivých částech lekcí potvrzují stupňující se náročnost úkolů v řadě Pokus a pozorování – Závěry – Těžká váha tak, jak jsem to zamýšlela. To bylo zřejmé již z grafického znázornění charakteristik úkolů v přehledu jednotlivých lekcí v předchozí kapitole. Nejvyšší hodnoty aktivity odpovídají vždy třetí části lekce (těžká váha), stejně tak zabírá řešení této části nejdelší období. Naopak první části lekcí (pokus a pozorování) jsou obvykle spojeny s nejnižšími hodnotami aktivit a práce na nich zabírá nejkratší časové období (je rychle ukončena).

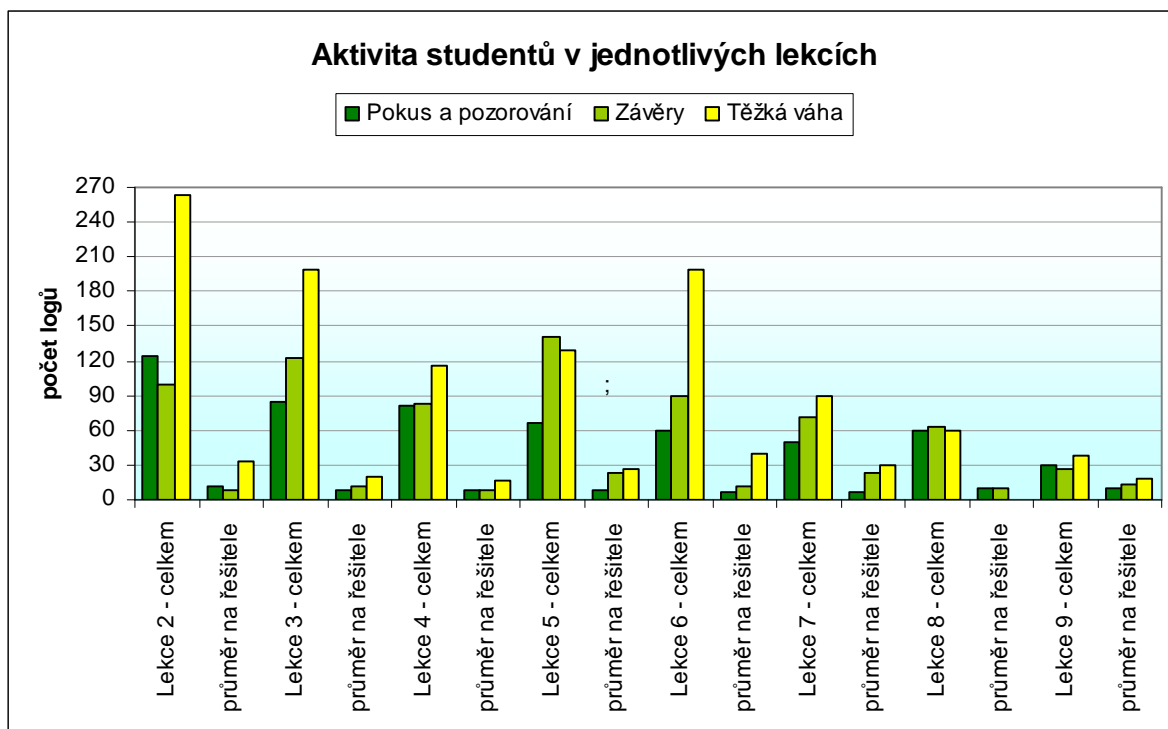


Graf 37: Souhrnná aktivita studentů v prvních, druhých a třetích částech lekcí během školního roku

I v souhrnném **grafu 37**, znázorňujícím vývoj aktivity v prvních, druhých a třetích částech lekcí během školního roku, je zřetelně vidět nejvyšší aktivita ve spojení s třetí částí lekcí (těžká váha), nejnižší, po dlouhá období nulová, ve spojení s první částí lekcí (pokus a pozorování). V průběhu školního roku lze také vysledovat dvě výrazná **maxima aktivity** studentů – na začátku zimního a na začátku jarního bloku výuky, kdy bylo odhodláni k práci ještě čerstvé. Relativní nárůst aktivity se objevuje i v samém závěru výuky, kdy se studenti snažili dokončit rozpracované lekce, aby jim mohly být ohodnoceny před uzavřením bodování. Tyto tendence se projeví již v grafických znázorněních použitých v přehledu jednotlivých lekcí – zatímco u prvních několika lekcí má průběh aktivity jednotnou podobu (rychlý útlum práce na první části lekce, pomalejší útlum na druhé části lekce, práce na třetí části pokrývá dlouhý časový úsek), s postupem školního roku jsou průběhy aktivit stále „chaotičtější“ – v souvislosti s tím, že studenti nedodržovali termíny, začínali s lekcemi ze zimního bloku až v bloku jarním, vraceli se postupně k tomu, co dříve nedodělali, atd.

Přestože během školního roku celkový počet řešitelů úkolů klesal a stejně tak i jejich aktivita, lze říci, že rozdělení náročnosti v jednotlivých částech lekcí zůstalo zachováno. Až na řídké výjimky odpovídala nejvyšší aktivita třetí části každé lekce a nejnižší první části, jak je dobře patrné ze sloupcového **grafu 38**. Zmíněné výjimky jsou:

- **lekce 2** – zvýšená aktivita v první části lekce (provádění pokusu s červenými barvivy)
- **lekce 5** – výrazně zvýšená aktivita v druhé části lekce (navrhování pokusů)
- **lekce 8** – nikdo ze studentů nestihl do konce školního roku dokončit třetí část



Graf 38: Aktivita studentů v jednotlivých částech všech praktických lekcí (lekce 7–9 řešili pouze tři studenti, absolutní výsledky tedy nelze srovnávat s předchozími lekcemi v zimním bloku)

Pokud jde o lekci 2, studenti si teprve zvykali na nový kurz a samostatné provádění pokusů, takže tuto odchylku není třeba nijak zvlášť reflektovat v úpravách lekcí pro další ročník. Naproti tomu druhá část páté lekce byla i podle zkušeností instruktorů pro studenty velmi náročná, obtížně chápali zadání a nedovedli správně formulovat problém, který měli řešit. Pro

následující ročník tedy plánuji dvě změny – explicitnější formulaci zadání a změnu výchozího experimentu na více motivující a otevřený problém z praxe (namísto zkumavkových reakcí). Časový tlak, kvůli kterému nikdo nedokončil třetí část lekce 8 v jarním bloku, hodlám odstranit vynecháním úvodní lekce jarního bloku a tedy snížením celkového počtu lekcí na 5, čímž studentům přibude jeden volný týden na práci.

Z **grafu 38** je patrná i extrémní obtížnost třetí části lekce 2 (absolutně nejvyšší počet logů). Jak už jsem zmínila v přehledu lekcí, důvodem je chybějící dovednost práce s rezonančními strukturami, kterou si studenti během konzultací teprve postupně osvojovali. Pro další ročník toto řeším vytvořením speciálního studijního materiálu k teorii rezonance. Budu-li srovnávat průměrné aktivity vztažené na jednoho řešitele, nejobtížnější se vedle třetí části lekce 2 jeví také třetí část lekce 6. U těchto dvou částí studenti strávili i nejdelší dobu, průměrně 50, resp. 54 dní na řešitele. V lekci 6 byly důvodem velké náročnosti zdánlivě jednoduše formulované dotazy na princip fungování katalyzátoru, což studenty svádělo k přesvědčení, že stačí velmi povrchní odpověď (ignorovali dovětek „vysvětlí na základě chování jednotlivých částic“). Během konzultací bylo třeba odhalovat míru pochopení odpovědi, resp. různé miskoncepce. Pro příští ročník změním formulaci otázek a nejčastější miskoncepce, tedy že každá molekula ve vzorku je z hlediska energie izolovanou soustavou, zařadím přímo jako součást zadání.

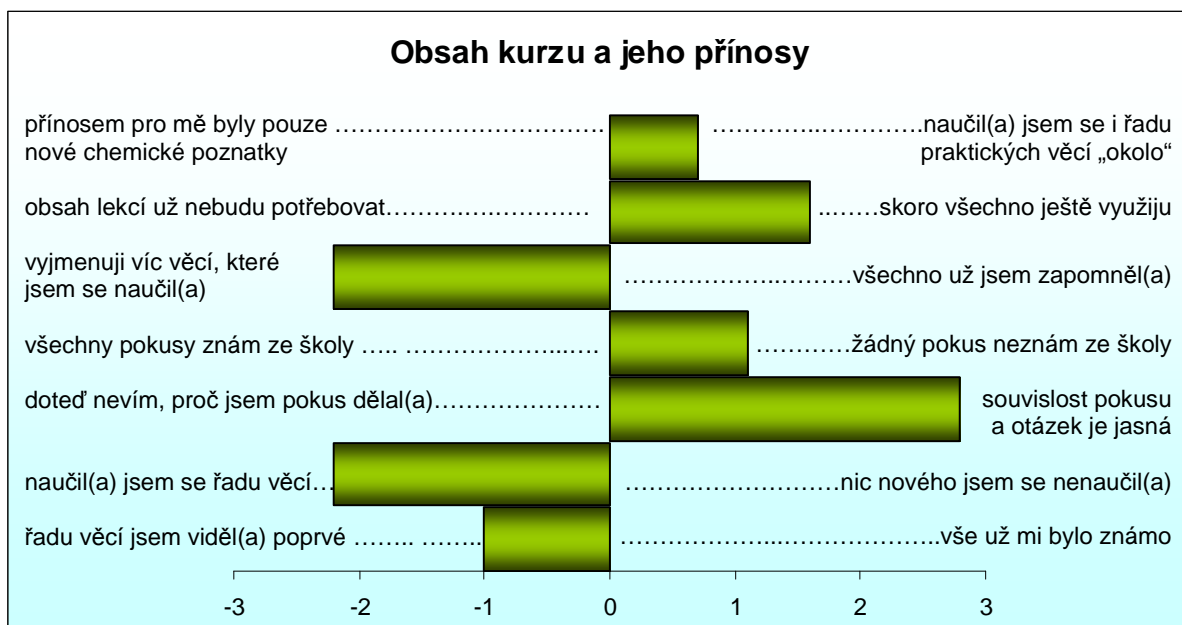
Naopak nejmenší náročnost (v přepočtu na jednoho řešitele) – potvrzenou i zkušenostmi instruktorů – lze přisoudit třetí částem lekce 3 a lekce 4, tedy dvěma lekcím o škrobu. Pro mnoho studentů byly zbytečně jednoduché a v dalším ročníku budou spojeny dohromady. Namísto toho vznikne nová lekce věnující se sacharidům, které dosud nebyly zařazeny mezi témata kurzu, přestože se zde nabízí celá škála zajímavých pokusů.

Výsledky studentského dotazníku

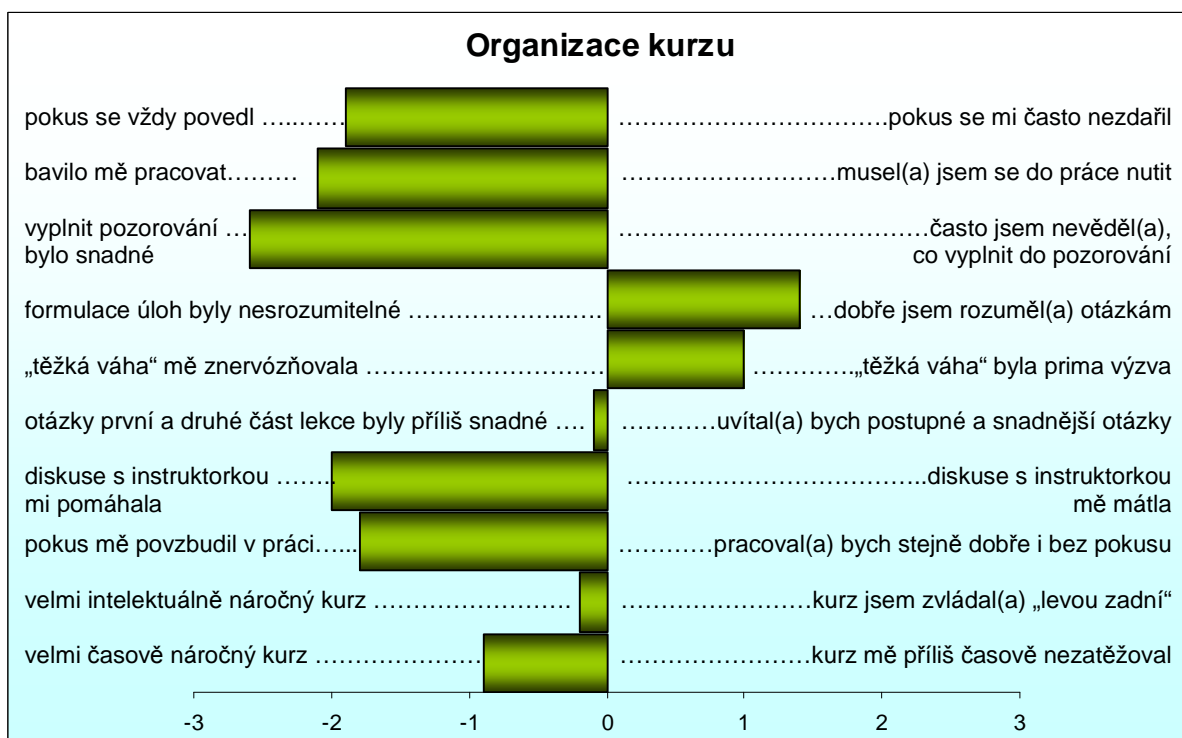
Na závěr zimního bloku výuky byl studentům zadán **dotazník** (uveden v příloze na straně 181), v němž měli možnost se vyjádřit k nejrůznějším aspektům práce v kurzu. Za účelem zvýšení motivace k vyplnění dotazníku bylo jeho odevzdání hodnoceno jako splněný úkol. Dotazník vyplnilo devět studentů, kteří kompletně ukončili zimní blok výuky. 24 otázek v dotazníku je možné rozdělit do tří kategorií:

- **obsah a přínosy kurzu** (přínosnost obsahu, nové dovednosti, užitečnost pro další studium...)
- **organizace kurzu** (časová a intelektuální náročnost, práce instruktořek, srozumitelnost formulací, názor na zařazení pokusů...)
- **osobní preference** (práce s literaturou vs. experimenty, způsob hodnocení v kurzu, postoj k vlastním chybám)

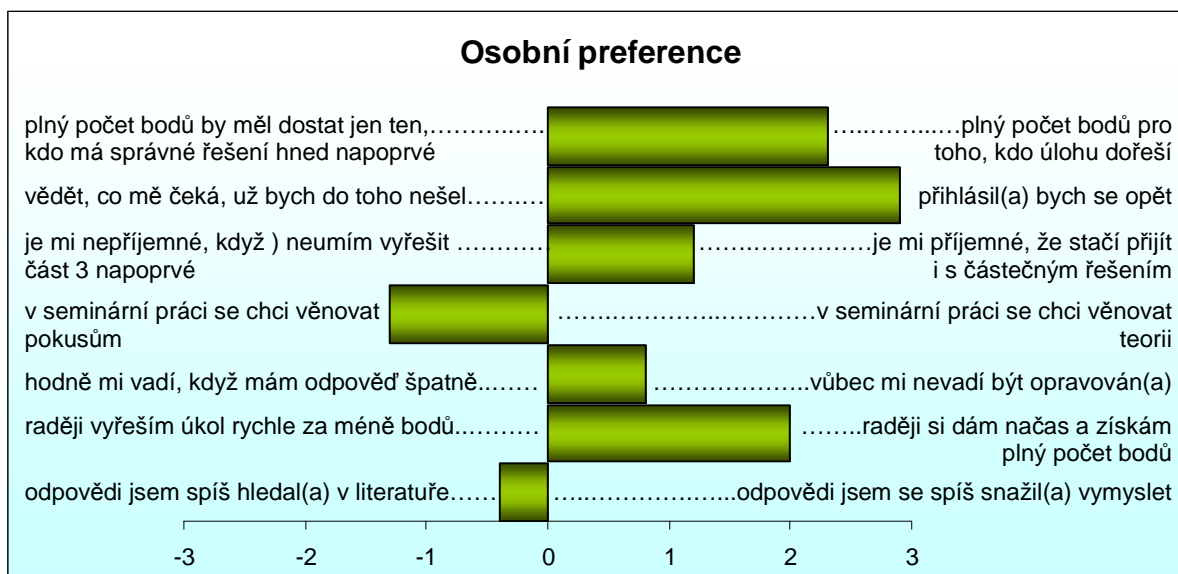
Otázky byly pokládány v podobě dvou extrémních tvrzení oddělených šestibodovou škálou (sudý počet – eliminace „únikové“ neutrální odpovědi), v rámci níž studenti vyznačovali míru ztotožnění se s daným výrokem. Dalo by se říci, že šlo o 33%, 67% či 100% ztotožnění se s daným tvrzením. Výsledky dotazníku jsou shrnuty v **grafech 39–41**.



Graf 39: Výsledky dotazníkového šetření mezi účastníky kurzu v kategorii „obsah a přínosy kurzu“



Graf 40: Výsledky dotazníkového šetření mezi účastníky kurzu v kategorii „organizace kurzu“



Graf 41: Výsledky dotazníkového šetření mezi účastníky kurzu v kategorii „osobní preference“

Za podstatné pro další směřování kurzu považují především to, že studenti bez potíží **přijali** jak uplatňovaný **způsob hodnocení** (všichni se ztotožnili s tvrzením, že plný počet bodů by měl dostat každý, kdo se nakonec úplného a správného řešení dobere, míra ztotožnění byla téměř u všech odpovídajících 100 %), tak především **výukovou metodu** zahrnující úkoly vysoké obtížnosti řešené v dialogu s instruktorem (pouze 2 studenty vysoké požadavky znervózňovaly, s tímto výrokem se ztotožnili z 33 % a 67 %, zbylých 7 studentů se přiklonilo k tvrzení, že vysoké požadavky pro ně představovaly „prima výzvu“; a opět 2 studentům bylo nepříjemné, že nedokážou přijít s úplným řešením ihned – míra ztotožnění byla 33 % a 100 % – zbylých 7 studentů vítalo možnost přijít s částečným řešením a dokončit problém v konzultaci s instruktory). Bude tedy možné tuto metodu uplatňovat i v budoucnu bez obav, že vyvolává ve studentech příliš mnoho stresu a nepříjemných pocitů.

Druhým významným zjištěním je fakt, že (podle mého očekávání) úvodní pokus je pro studenty podstatnou součástí lekce a **ovlivňuje pozitivně jejich motivaci** pro práci v kurzu (pouze 2 studenti se přiklonili k tvrzení, že by stejně dobře pracovali i bez pokusu – jeden vyjádřil míru ztotožnění 33 %, druhý 67 % – zbylých 7 studentů se ze 67 % či 100 % ztotožnilo s opačným tvrzením, tedy že pokus byl důležitý pro jejich motivaci a další práci).

Součástí dotazníku byl i prostor pro **volný komentář** k oblastem, které by bylo dobré změnit, k těm, které by měly být určitě zachovány, i prostor pro jakékoli další vzkazy a připomínky. Z odpovědí studentů cituji v nezměněné podobě:

Co změnit:

- *Osobne si myslim, ze vsetko bolo super, nevidim nic takeho co by som nejako menila, niekedy je to proste adrenalin, kde mame moc veci do skoly a stihnout vsetko odovzdat alebo viackrat odovzdavat, ale potom ten krasny pocit, ked to je dobre, stoji za to.*
- *Pokud se najde nekdo jako ja, kdo si nenajde cas pres vsedni dny a pracuje na ukolech jen o vikendech nebo volnych dnech, tak mu v nekterych situacich nebude vyhovovat zadavani dalších ukolu až po vikendu. Nekterý vikend totiž může stihnout více ukolu a nekterý zase žádné. To ale asi záleží na domluvě. (Jde o způsob, jakým jsou úkoly zadávány v celém Talnetu, ale navrhnou to organizátorům projektu.)*
- *Udělat některé pokusy trochu zajímavější (aby se nedalo hned předpokládat co a jak).*

- *Vynechat prefabrikované "pracovní listy", otázky nedávat do extra wordovských dokumentů, ale napsat je normálně do zadání úkolu v plánu. (To byl i můj původní návrh, který nakonec nebyl pro nepřehlednost realizován.)*
- *No, myslím si že občas by instruktor mohl uvést odkaz na nějakou odbornou literaturu, nebo internetovou stránku, kde student najde aspoň částečně vysvětlenou teorii o kterou v pokusu jde.*
- *Kurz pro mě byl velmi zajímavý, bohužel mě nenapadá nic nového, co by se dalo změnit, myslím si ale, že tento kurz patří k těm nejzajímavějším, které v talnetu jsou, a rozhodně stojí za to se ho zúčastnit. O zájmu instruktorů na tom, aby jejich kurz byl zajímavý a výživný pro nás středoškoláky, svědčí i tento dotazník. Zdaleka ne každý instruktor se neptá po našem názoru a nezajímá ho jeho ohodnocení v očích účastníků.*

Co zachovat:

- *Osobne si myslim, ze na tomto kurze boli velmi dobre pokusy, ktore suviseli s ulohami a nasledna komunikacia s inštruktorkami, ktore pomocnymi otazkami naviedli az k spravnej odpovedi, potom mal clovek z toho taky dobry pocit, ze sa mu to konecn podarilo :-)* a co sa tyka 3. ulohy je to jednoznacne vyzva s dost zaujímavymi zavermi, vela noveho ...
- *Na kurzu mi prišlo fajn, že i když byly vypsány termíny odevzdání, tak s námi měly inštruktorky trpělivost a nevadilo jim úkoly opravovat stále dokola.*
- *To, že součástí lekce je vždycky pokus*
- *Rozhodně bych v kurzu nechala pokusy a těžkou váhu, která je výzvou pro každého.*
- *Určitě zachovat experimentální charakter kurzu! Vyhledávání teoretických odpovědí v literatuře nikdy nemůže být tak zajímavé jako slintání do škrubu ;-)* Praxe a experimenty musí zvítězit nad googlováním a teorií!
- *Líbilo se mi schéma kurzu, tedy jak to na sebe navazovala - jednotlivá témata k sobě dobře pasovala.*
- *Určitě bych neměnila to, že na věci musíme přijít sami (s malou nápovědou lektorů).*

Prostor pro jakékoli další vzkazy:

- *Dakujem moc moc moc za prvú časť kurzu, veľmi sa mi pacil a myslim ze som sa naucila aj nove veci, ktore urcite v buducnosti zuzitkujem.*
- *Chtěla bych poděkovat za všechnu vaši trpělivost, někdy jsem byla vážně dost natvrdlá.*
- *Tady chci poděkovat za tento super kurz a velmi příjemnou spolupráci a hlavně trpělivost.*
- *děkuji :-)*
- *Děkuju, že jste se mnou měly trpělivost!*
- *Kurz byl pro mě velice přínosný a díky němu mě chemie začala ještě více bavit (nebylo to jen o teorii).*
- *Kurz je fakt super, pokusy mě hrozně baví a dovídáme se skutečně zajímavé věci.*

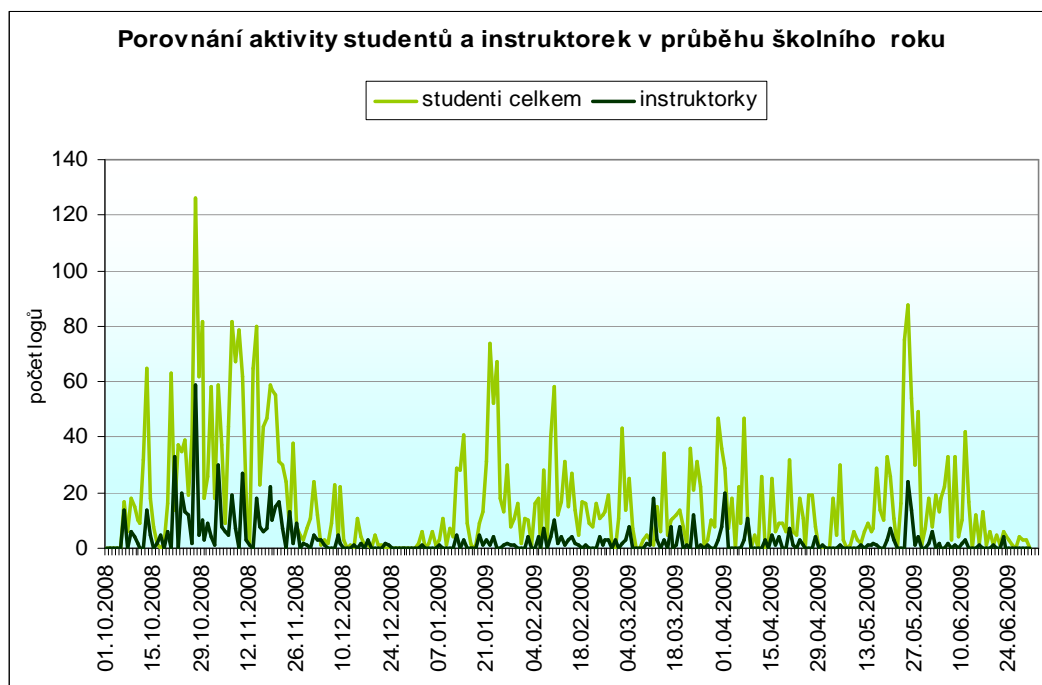
Také volné připomínky studentů potvrdily velmi pozitivní přijetí experimentálního charakteru kurzu a spokojenost s výukovou metodou, která vede maximum studentů k získání nových vědomostí a dovedností. Doporučení studentů, jako je častější uvádění odkazů na literaturu (rozhodně se nedá říci, že chybělo zcela, souvisí spíše s neochotou studentů odpověď vymyslet na základě zadaných faktů) nebo plánování pokusů tak, aby výsledky byly překvapivější, zohledním ve formulaci úloh pro příští ročník.

Dotazník nebyl opětovně zadán po jarním bloku výuky (jak bylo původně plánováno), neboť v té době byli aktivní pouze tři studenti. Zřejmě se osvědčil jeho zařazení do poloviny školního roku, kdy jsou už zkušenosti s kurzem dostatečné a aktivita studentů ještě příliš neopadla. Pro příští ročník chci rozšířit možnost volného vyjádření studentů i o příležitost k jejich **sebehodnocení** (navržení „známky“ za práci v kurzu a zdůvodnění návrhu), které může přispět jak k hlubší reflexi dosavadní práce studenta, tak k důkladnějšímu poznání jeho postojů a osobnosti ze strany instruktorek.

Zkušenosti instruktorek

V hodnocení kurzu se nelze omezit pouze na subjektivní pohled studentů, vyjádřený v závěrečném dotazníku. Během výuky instruktorky po mnoho měsíců sledují výkony studentů i průběh komunikace, která se kompletně archivuje, zájmy studentů, jejich učební strategie, úroveň osvojení vědomostí a dovedností či vyspělost slovního projevu. Hodnocení instruktorek je tak výsledkem systematického pozorování, které může o pokroku studentů napovědět výrazně více než jednorázový test [32]. Tyto informace „z druhé strany barikády“ jsou pro vyhodnocení kurzu stejně cenné jako vyjádření samotných studentů i objektivní údaje o jejich aktivitě a úspěšnosti.

Při vedením kurzu se mnou spolupracovala RNDr. Milada Roštejnská, Ph.D. Práce byla rozdělena tak, že já jsem se věnovala konzultacím řešení „těžké váhy“ (třetí části lekcí) a na samém konci roku, s potřebou opravit řadu úkolů, které studenti narychlo dodělávali, jsem převzala i starost o druhé části lekcí. Dr. Roštejnská se věnovala opravování prvních a druhých částí úkolů a dvěma závěrečným lekcím fotosyntézy, jejichž byla autorkou. Aktivita obou instruktorek v průběhu školního roku kopíruje aktivitu studentů, jak je vidět v **grafu 42**.



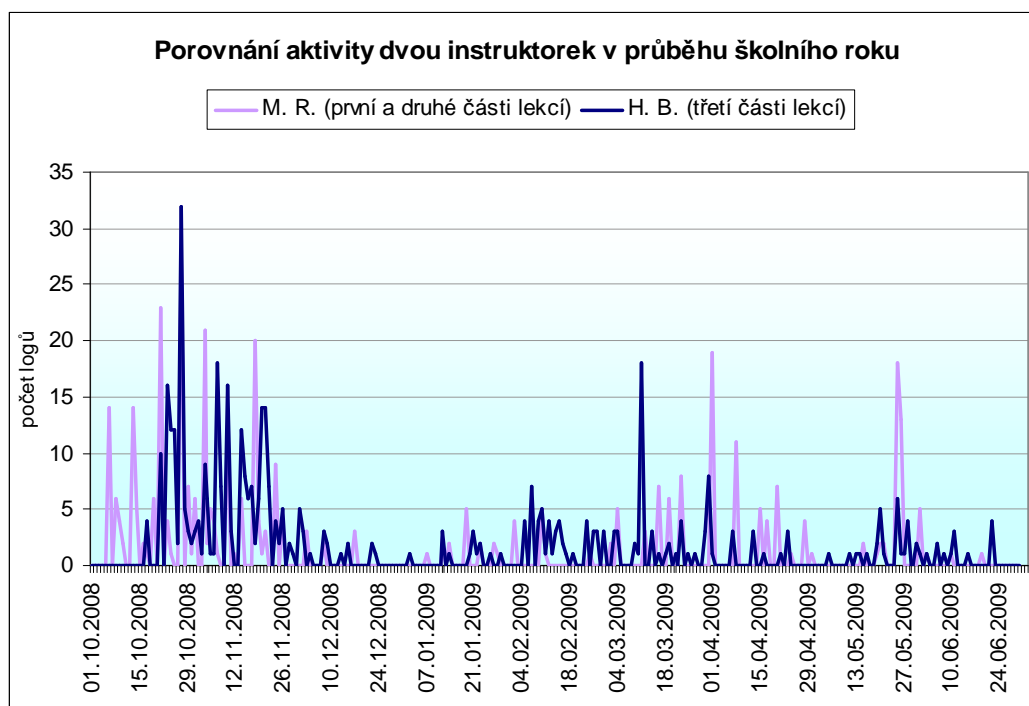
Graf 42: Průběh a míra aktivity studentů a instruktorek během kurzu

Přestože práce v kurzu byla formálně rozdělena tak, že jsem se věnovala jen necelé třetině úkolů, očekávaly jsme – vzhledem k velké náročnosti třetích částí lekcí – že výsledné pracovní vyřízení bude u obou instruktorek zhruba stejné. To se potvrdilo analýzou archivních

dat o počtu logů instruktorek během roku. Počet aktivit spojených s psaním textu (hodnocení úkolů, konzultace, příspěvky do diskusí) byl prakticky stejný, počet aktivit spojený pouze se čtením informací byl v mém případě téměř čtyřnásobný. To lze vysvětlit jednak tím, že jsem kvůli intenzivnější komunikaci se studenty musela častěji kontrolovat stav diskusí i vývoj jednotlivých pracovních verzí úkolů, a pak také faktem, že program pro správu kurzu jsem měla nainstalován na domácím počítači, takže vstupování do prostředí kurzu pro mě bylo mnohem pohodlnější a v důsledku i častější. Data o aktivitě obou instruktorek jsou shrnuta v **tabulce 26**, jejich časový vývoj v **grafu 43**. Tam si lze povšimnout určité prodlevy, kterou jsem měla na začátku roku (zhruba dva týdny) – byla způsobena potížemi s instalací příslušného programu, takže jsem po tuto dobu neměla k nástrojům instruktora přístup a své povinnosti jsem vykonávala s pomocí dr. Roštejské s využitím e-mailové komunikace.

Tabulka 26: Srovnání celkové míry aktivity obou instruktorek

Instruktor	Počet logů - psaní textu	Počet logů - pouze čtení textu	Počet logů celkem
Hana Böhmová (třetí části lekcí, na konci roku též druhé části lekcí)	334	112	446
Milada Roštejská (první a druhé části lekcí a závěrečné dvě lekce fotosyntézy)	348	30	378



Graf 43: Průběh a míra aktivity obou instruktorek během kurzu

Ze zkušeností instruktorek (zejména ze svých zkušeností s provázením studentů nejobtížnější částí lekce) mohou doplnit tyto informace podstatné pro hodnocení kurzu:

- studenti byli vedeni od pouhé práce s literaturou k **produktivnímu myšlení**. Vysvětlení odpovědí a jejich pochopení na hlubší úrovni bylo důsledně vyžadováno – u studentů, kteří odpovídali ihned správně, pomocí doplňující dotazů, u ostatních bylo

pochopení sledováno v průběhu rozhovoru. Postupně si studenti navykli odpovídat podrobněji, argumentovat důkladně o vztahu nalezené informace k zadané otázce, případně se pokusit řešení vymyslet přímo ze zadání. Opakovaně jsem se setkávala s případy, že studenti nedodržovali zadání (např. „vysvětlíte na základě strukturního vzorce...“) a jako řešení uváděli informace získané z literatury. Také důsledně neověřovali své nápady porovnáním se správnými závěry, ke kterým již došli, případně se zkušeností, což by jim ušetřilo mnoho času stráveného na konzultacích (např. domněnka, že za červené zbarvení karotenoidů a anthokyanů je zodpovědná přítomnost izoprenové jednotky ve vzorci). Na podobné potíže, jako je **nedůslednost v ověřování hypotéz**, jisté pohodlné „zkratky“ v myšlení či **nedostatečná argumentace**, upozorňují i další pedagogové pracující s nadanými žáky (např. příspěvek o řešení úloh matematické olympiády [101]) – vyskytují se samozřejmě i v běžné populaci žáků, obvykle se ale nemají příležitost tolik projevit vlivem odlišného stylu výuky, a pro množství výraznějších problémů nejsou dostatečně reflektovány a napravovány.

- intenzivní komunikace mezi instruktorkami a studenty vedla u některých k **rozvíjení odborných témat** souvisejících jen volně s obsahem lekce – tvorba rezonančních struktur u anthokyanů byla inspirací k dotazům na zachytávače volných radikálů, strukturní faktory projevující se na rozpustnosti škrobu byly inspirací k rozhovoru o vlivu struktury na rozpustnost, metabolismus glukosy vedl studenta k pátrání po funkci ATP a podstatě makroergických vazeb.
- pokud jde o reálné **přínosy v oblasti vědomostí a dovedností**, v souhlasu s výsledky dotazníků můžu potvrdit, že obsah lekcí byl pro studenty z větší části nový (zejména co se týká hlubšího pochopení třeba i známých pojmů a vztahů) a nové vědomosti i dovednosti si také postupně osvojovali. Výsledky tohoto osvojování se objektivně projeví v seminárních pracích. Dále byly zkoumány v průběhu druhého bloku výuky, kde se některé dříve osvojené vědomosti a dovednosti staly základem pro odvozování dalších, případně byly obsahem snadnějších úkolů. I výsledky studentů v jarním bloku (přestože šlo o poměrně malou část všech účastníků) potvrdily, že si nové vědomosti osvojili a umějí je využívat.
- pro obě instruktorky byla takto individualizovaná výuka velmi **náročná** na čas (zhruba 10 hodin práce týdně při počtu asi 9 aktivních studentů) i intelektuální kapacity. Rozhodně ji v této podobě nelze použít pro větší skupiny studentů, současně je ale velkým **obohacením** pro všechny účastníky výuky. Instruktor má možnost odhalit nejrůznější miskoncepce, seznámit se s učebními styly jednotlivých studentů a vyjít jim vstříc, přizpůsobit jim tempo práce i „cílovou laťku“. Studenti mají optimální příležitost naučit se něco nového, rozvinout své zájmy a zlepšit se právě v těch oblastech, kde pociťují problémy.
- objevily se problémy s **technickými dovednostmi** jako je úprava velikosti fotografií a komprimace obrázků v dokumentu (studenti odevzdávali dokumenty s velikostí mnoho megabytů jenom kvůli chybějícím či nesprávným úpravám velikosti a rozlišení obrázku), podobně by velkým přínosem byla i znalost některého programu na kreslení chemických struktur. Pro příští rok zamýšlím zařadit zvládnutí těchto dovedností do úvodní lekce. Přestože nesouvisejí přímo s tematickou náplní kurzu, jejich osvojení výrazně pomůže studentům v budoucím studiu.

Závěr – byly naplněny cíle kurzu?

1. Cíl: upevnit a rozvíjet zájem studentů o chemii – tento cíl byl naplněn, jak je zřejmé z vyjádření studentů v závěrečném dotazníku, z nápaditosti při zpracování i dalším rozšíření seminárních prací i z mnoha odborných diskusí, které vznikly mezi studenty a instruktorkami na témata jejich zájmu.
2. Cíl: rozšířit vědomosti a specifické dovednosti studentů v chemii – tento cíl byl naplněn, jak se ukázalo během sledování studijních pokroků účastníků kurzu, z výsledků řešení lekcí v jarním bloku výuky i z dotazů kladených instruktory. Potvrzují to i výsledky studentského dotazníku.
3. Cíl: podpořit rozvoj dovedností spojených s plánováním a realizací experimentů a využíváním vědeckých postupů – tento cíl byl postupně naplňován v rámci problémových úloh, které takový způsob myšlení a přístup vyžadovaly. Studenti navrhovali hypotézy a plánovali experimenty k jejich ověření, argumentovali pro a proti danému tvrzení na základě známých faktů, odvozovali své poznatky z výsledků experimentů, nikoli z literatury.
4. Cíl: poskytnout prostor pro vlastní aktivní práci studentů podle jejich zájmu a pro rozvoj jejich tvořivosti – tento cíl byl naplněn prostřednictvím ochoty instruktorek k diskusi nad zájmovými oblastmi studentů, vedením seminárních prací podle jejich výběru, podporou vlastní experimentální práce nad rámec instrukcí k pokusům a zadáváním divergentních úloh (navrhněte postup...).

3.2.7. Závěr

Cíle, které jsem si při vytváření online kurzu Biochemie – Přírodní látky kladla, byly během prvního ročníku kurzu naplněny a zvolené metody se ukázaly jako vyhovující. V průběhu kurzu studenti získali nejen nové vědomosti a specifické dovednosti týkající se obsahu lekcí, ale rostla i jejich samostatnost, schopnost plánovat si práci, konstruktivně využívat svých chyb k dalšímu učení, argumentovat či hodnotit své výsledky. Rozvíjela se i jejich důvěra v komunikaci s instruktorkami, na které se později mohli obracet i v jiných záležitostech svého zájmu. Podle vyjádření v závěrečném dotazníku byl kurz pro studenty poměrně časově náročný, intelektuální náročnost byla vnímána jako přiměřená. Studenti pociťovali silnou motivaci k práci, kterou významně podpořil domácí chemický pokus v úvodu každé lekce. Podle vlastních slov se v kurzu mnoho nového naučili (včetně praktických „věcí okolo“) a nové poznatky a dovednosti považují za využitelné i v budoucnu [102]. Tyto výsledky potvrzují také zkušenosti instruktorek nasbírané během celoroční komunikace se studenty.

Úpravy ve formulaci jednotlivých úkolů, změny ve struktuře kurzu nebo v některých organizačních aspektech, které vyplynuly z realizace kurzu, z připomínek instruktorek a studentů, budou zohledněny v následujícím ročníku. Podstatnější náměty pro úvahy o koncepci celého kurzu poskytla potřeba **diferenciace zadání** náročnějších úkolů – ukazuje se, že pro některé studenty je současné zadání optimální, řada dalších by ovšem uvítala určitou „vodící linku“ pro svůj myšlenkový postup. Jak tyto dva požadavky skloubit? Pro příští ročník jsem zvolila formu určitého „počátečního návodu“ (co je potřeba na počátku zjišťovat, odkud začít, nad čím se zamyslet) připojeného drobným písmem k velmi stručnému zadání úkolu. Kdo návod potřebuje, může podle něj začít postupovat a ušetří si zdržení nutné k první konzultaci s instruktorem i jisté nepříjemné pocity vycházející z toho, že je hned zpočátku nucen vyhledat pomoc. Kdo návod nepotřebuje, může ho snadno ignorovat. Dalším impulsem byly zjištěné **obtíže studentů s argumentací, odvozováním poznatků** z experimentální

práce apod., a namísto toho spoléhání na informace vyčtené z odborné literatury (jak jsou zřejmě navyklí ze školní výuky). Podobně v seminárních pracech kladli studenti důraz spíše na množství odborných informací než na jejich důkladné a srozumitelné zpracování a vyvození praktických důsledků. Na tento stav chci reagovat ještě silnějším důrazem na používání zmíněných dovedností při řešení jednotlivých úkolů.

Výuka v druhém ročníku kurzu byla zahájena 5. října 2009, přihlásilo se 14 studentů. V tomto ročníku nabídl Talnet svým instruktorům některé nové možnosti zkvalitnění práce v kurzech. Asi nejvýznamnější novinkou je zpřístupnění **diagnostických údajů o studentech**, získaných z vyjádření jejich doporučujících učitelů, od studentů samotných i z diagnostických testů zadávaných při vstupu studenta do projektu. Tyto informace mohou velmi pomoci při volbě vhodných prostředků komunikace se studenty, odhalování příčin pracovních obtíží či při výběru vhodných typů úloh a aktivit. Pochopitelně instruktor během výuky zjistí řadu těchto údajů o studentovi sám, ale tou dobou už může být zbytečně marněn čas, úsilí i zájem studenta například v nevhodně zvoleném typu činnosti.

Nové vzdělávací aktivity na Talnetu se v tomto roce orientují především na příležitost k **týmové vědecké práci**, ať je to podpora týmového řešení a vzájemného kritického hodnocení seminárních prací v průběhu jejich vytváření, nebo spolupráce na řešení netriviálních otevřených fyzikálních úloh s podporou externích vědeckých poradců v rámci projektu „Na fyziku v týmu“, s mezinárodním přesahem do soutěže International Young Physicists' Tournament (Turnaj mladých fyziků). Jako autorka kurzu Biochemie – Přírodní látky mám v úmyslu kooperativní činnosti zařadit i do letošních lekcí. Kromě využití studentské diskuse jako metody řešení problémových úloh (v lekci 6 – rychlost chemické reakce) se chystám vyzkoušet i možnosti vést seminární práce v malých skupinkách, kde by studenti měli příležitost upozornit své kolegy na možná zlepšení a rozšíření práce, ať už z pohledu odborného, nebo z hlediska pojetí a stylu práce. Do LMS LearningSpace byly před zahájením výuky v roce 2009/2010 doplněny nástroje umožňující snadnější diskusi mezi studenty a prezentování vlastních výsledků kolegům, takže se tyto snahy mohou opřít o funkční technickou podporu. Dále se v letošním roce spolupodílím na vzniku aktivity pracovně nazvané „Na biologii a chemii v týmu“, která si klade za cíl umožnit týmům mimořádně nadaných středoškoláků řešit otevřené úlohy z oblasti chemie a biologie s důrazem na systematickou vědeckou práci.

Podle výsledků hodnotících dotazníků i na základě zkušeností, které jsem získala jako instruktorka tohoto kurzu, je reálný chemický experiment velmi vítanou, výrazně motivující a atmosféru kurzu proměňující složkou distanční výuky, která zároveň nabízí bohatý zdroj impulsů pro následné teoretické úvahy. Bez ohledu na všechna materiální, časová i bezpečnostní omezení **zůstává chemický experiment fundamentální součástí přírodovědného vzdělávání** a tato skutečnost by se měla tak, jak je jen možné, odrazit i na obsahu distančních chemických kurzů. Doufám, že postupem času bude více tvůrců těchto kurzů osloveno přednostmi, které zařazení domácích experimentů do distanční výuky nabízí, a nechají se inspirovat zkušenostmi těch, kdo již nyní podobné kurzy vytvářejí.

4. Diskuse a závěry

V úvodu této disertační práce jsem si stanovila několik cílů: zjistit úroveň osvojení dovedností spojených s chápáním a používáním vědeckých postupů u českých žáků, mapovat reálný stav zařazování empirických poznávacích postupů, především chemických experimentů do výuky chemie, identifikovat překážky, které učitelům v zařazování experimentů do výuky brání, a s ohledem na tato zjištění vyvinout a propagovat náměty na jednoduché chemické experimenty a jejich využití v různých formách chemického vzdělávání. Postup a výsledky naplňování těchto cílů jsem popsala v jednotlivých kapitolách práce, stejně jako výsledky ověřování hypotéz, které jsem si v souvislosti se zaměřením práce formulovala. V návaznosti na jednotlivé cíle stanovené v úvodní kapitole tedy shrnuji:

Ad 1) Rozborem výsledků mezinárodních výzkumů přírodovědné gramotnosti PISA a TIMSS v letech 1999–2007, jejichž vyhodnocování se osobně účastním od roku 2005, jsem zjistila výrazný nepoměr mezi úspěšností českých žáků v oblasti prokazování a aplikace přírodovědných vědomostí a specifických dovedností (trvale vysoká úspěšnost) a jejich výsledky v oblasti dovedností spojených s využitím metodologie přírodních věd, vědeckými důkazy a experimenty, které jsou významně horší (kapitola 2.3). Tato zjištění potvrdila mou hypotézu, navrženou na základě mé vlastní zkušenosti s testováním žáků základních škol a nižších ročníků gymnázií v přírodovědných úlohách zaměřených právě na tyto kompetence.

Ad 2) Jsou-li výsledky českých žáků v oblasti dovedností spojených s metodologií přírodních věd, navrhováním a realizací experimentů, ověřováním hypotéz a vyvozováním závěrů na špatné úrovni, jako první možná příčina se nabízí nedostatek příležitostí k rozvíjení těchto dovedností v průběhu přírodovědné výuky. I mezinárodní srovnání výzkumu PISA ukázalo obdobné problémy v těch zemích, které s Českou republikou sdílejí podobnou tradici přírodovědného vzdělávání. V další fázi teoretické části práce (kapitola 2.5) jsem tedy zjišťovala stav zařazování empirických postupů do výuky chemie na českých školách na základě vlastních dotazníkových šetření prováděných v rámci mých možností mezi učiteli chemie a s pomocí dat z rozsáhlých průzkumů realizovaných v rámci projektů PISA a TIMSS. Výsledky mého vlastního průzkumu mezi učiteli se shodovaly se zjištěními výzkumů PISA a TIMSS: žáci mají poměrně často příležitost sledovat demonstrační experimenty, ovšem možnost jejich vlastních praktických činností je silně omezená a i v případě zařazování žákovských experimentů je obvykle kladen důraz na pouhé provedení pokusu, přičemž badatelská aktivita žáků a příležitost k vlastnímu plánování práce je potlačena. Samostatné navrhování a plánování experimentů či samostatné zpracování dat a vyvozování závěrů je velmi řídkým jevem. Potvrdila jsem tedy svou hypotézu, že čeští žáci nemají ve výuce chemie dostatek příležitostí k rozvíjení dovedností spojených s vědeckými postupy. Vedle toho se ukázala další, zřejmě související příčina: samotní učitelé nemají tyto dovednosti osvojeny dostatečně na to, aby je mohli účinně předávat svým žákům (viz kapitoly 2.3.3 a 2.3.4).

Ad 3) Tyto tendence, jak jsem zjistila, se výrazněji projevují zejména na základních školách v malých obcích. Na vině může být špatná finanční situace, dosluhující či chybějící materiální vybavení nebo neúplná odborná příprava vyučujících chemie, tedy obvyklé problémy spojované s tímto typem škol. Na mapování zmíněných příčin jsem se soustředila v závěrečné fázi teoretické části své disertační práce (kapitola 2.6). V rámci seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků jsem v letech 2007–2009 realizovala dotazníkové šetření i řadu neformálních rozhovorů s učiteli chemie v českých regionech, jejichž výsledky potvrdily mou hypotézu, že nejvýznamnějšími překážkami, s nimiž se učitelé při zařazování chemických

experimentů do výuky potýkají, jsou špatná materiální vybavenost škol pro praktické činnosti a nedostatečná nabídka vhodně přizpůsobených návodů (včetně zohlednění bezpečnostních předpisů), a to zejména na základních školách v menších obcích. Současně vyšly najevo dva další zajímavé aspekty: existuje řada škol v největších městech, které mají podobné problémy s materiálním vybavením jako školy v malých obcích, závislost vybavenosti škol na velikosti sídla není tedy jednoduše rostoucí. Dále jsem se, oproti svým předpokladům, setkala s nečekaným zájmem učitelů chemie o náměty pro zařazování chemických experimentů do výuky. Předpokládala jsem, že bude třeba se soustředit spíše na materiálně nenáročné modifikace tradičních laboratorních variant školních chemických pokusů. Ukázalo se však, že mezi učiteli v regionech je velmi silná poptávka po téměř jakýchkoli jednoduchých chemických pokusech (i těch nejznámějších) a o nejrůznější konkrétní náměty pro jejich zařazení do výuky. Zde vidím úkol zejména pro vysoké školy poskytující pregraduální přípravu budoucím učitelům chemie.

Ad 4–6) I přes popsané obtíže je zájem o zlepšení tohoto stavu mezi učiteli poměrně silný. Proto se moje další praktické aktivity zaměřily na tvorbu vhodných námětů, přizpůsobených obtížným materiálním podmínkám na vesnických školách a současně poskytujících širší prostor pro vlastní badatelskou aktivitu žáků a rozvíjení příslušných kompetencí. Tyto náměty na materiálně nenáročné experimenty s přírodními látkami jsem podle svých možností zařazovala do pregraduální přípravy středoškolských učitelů chemie i do řady seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků konaných na Katedře didaktiky a učitelství chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, případně publikovala v tištěné podobě a na internetu [38], [43]. Systematickou aktivitou v této oblasti byla realizace cyklu seminářů dalšího vzdělávání učitelů chemie v českých regionech pod názvem „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“ v letech 2007–2009 ve spolupráci s RNDr. Renatou Šulcovou, Ph.D. (kapitola 3.1).

Účastníci těchto seminářů – šlo z velké části právě o učitele chemie z nedostatečně materiálně vybavených škol v malých obcích – ve svém hodnocení zdůrazňovali vysoký praktický přínos této formy dalšího vzdělávání pro svou práci a projevovali, spolu s koordinátory z pedagogických center, velký zájem o další pokračování seminářů. Ukázalo se, že využitelnost navrhovaných experimentů ve výuce závisí nejen na jejich materiální náročnosti, ale i na vhodně formulovaných didaktických poznámkách, konkretizujících různé formy zařazení pokusu do výuky a tematické oblasti, kde jej lze použít. Velmi pozitivně na učitele působila vysoce názorná forma semináře, kdy veškeré experimenty byly fotograficky dokumentovány a většina z nich byla reálně předvedena, často s možností vlastního zapojení účastníků.

Ad 7) Jednoduché chemické experimenty s přírodními látkami, jsou-li do výuky zařazeny ve formě samostatné práce žáků a úloh problémového a heuristického charakteru, poskytují prostor pro rozvíjení tvořivosti, intelektuálních dovedností (a to i na velmi vysoké úrovni, vzhledem ke komplexnosti probíhajících procesů), senzomotorických dovedností spojených s realizací pokusu i organizačních a obecně regulačních dovedností, jako je plánování, řízení a hodnocení vlastní práce, a také dovedností spojených s vědeckými postupy a metodologií přírodních věd. Z těchto důvodů jsem jednoduché experimenty s přírodními látkami využila jako základ ročního distančního e-learningového kurzu chemie zaměřeného na rozvoj mimořádně přírodovědně nadaných středoškoláků z České a Slovenské republiky v projektu Talnet (kapitola 3.2). Cílem kurzu bylo upevnit a rozvíjet zájem studentů o chemii, prohloubit a rozšířit jejich vědomosti a specifické dovednosti z různých oblastí tohoto oboru, podpořit výše zmíněné dovednosti spojené s metodologií přírodních věd a vědeckým výzkumem a

poskytnout prostor pro jejich aktivní tvořivou práci podle vlastního zájmu. Na základě intenzivní celoroční komunikace se studenty, systematického sledování jejich pokroků, s pomocí objektivních dat získaných z výukového prostředí, v němž byl kurz realizován, i na základě výsledků studentských dotazníků mohu říci, že cíle, jež jsem si na tento kurz kladla, byly naplněny, a zvolené metody se ukázaly jako účinné. Potvrdila se má hypotéza, že i kurz distančního vzdělávání lze realizovat tak, aby se v něm efektivně uplatňovala vlastní experimentální práce studentů. Stejně tak se jednoduché chemické experimenty s přírodními látkami ukázaly být vyhovujícím základem i pro vzdělávání mimořádně nadaných středoškoláků. Studium v kurzu bylo díky specifické cílové skupině i zvolené formě výuky (domácí chemické experimenty, problémové a heuristické úlohy) zcela jedinečnou a obohacující zkušeností jak pro instruktorky, tak pro účastníky kurzu. Tato forma výuky není pochopitelně přenositelná do běžného středního či základního vzdělávání, přesto však může být inspirací pro rozšiřující vzdělávání nadaných žáků či žáků se zvláštním zájmem o přírodovědné předměty.

Ad 8) Pro svou další práci v oblasti podpory zařazování empirických poznávacích postupů do výuky chemie na základních a středních školách a rozvíjení s tím spojených kompetencí si odnáším několik významných podnětů. Především považuji za nutné zaměřit se na vzdělávání učitelů chemie v této oblasti, optimálně už v období pregraduálního studia. Jak ukázaly reakce vyučujících na testování žáků v oblasti dovedností spojených s vědeckými postupy, řada učitelů nemá tyto dovednosti osvojeny na dostatečné úrovni, natož aby je mohli účinně předávat svým žákům. Dále se ukázalo, že pro podporu zařazování experimentů do výuky chemie není potřeba vytvářet zcela nové návody. Poptávka je spíše po konkrétních námětech na zařazení již známých reakcí do výuky ve formě jednoduchých, aktivizujících variant, které pracují s látkami každodenní potřeby a s přírodními materiály. V současné době se tedy zaměřuji na postupné vytváření bezpečných a materiálně nenáročných modelových experimentů pro výuku chemie uhlovodíků a jejich derivátů, o které je mezi vyučujícími chemie velký zájem. Využívám také různé možnosti zařazování jednoduchých chemických experimentů s přírodními látkami do oblasti formálního i neformálního vzdělávání – jako úlohy pro zábavně-naučné vědecké centrum, články na portálu metodické podpory, náměty pro rozvíjení dovedností spojených s vědeckými postupy, nabízené pedagogům v rámci testování těchto dovedností jako inspirace pro výuku, a také další využití těchto experimentů v oblasti distančního vzdělávání, ať už jde o individuální výuku talentovaných středoškoláků, nebo jako základ jejich týmové vědecké práce.

Bez ohledu na všechna materiální, technická, časová i bezpečnostní omezení zůstává chemický experiment podstatnou součástí přírodovědného vzdělávání. Bez vhodně pojatého zařazování empirických postupů do výuky přírodních věd nelze naplnit cíle, které na přírodovědné vzdělávání kladou rámcové vzdělávací programy, a rozvíjet příslušné klíčové kompetence. Nejde zde jen o formální splnění požadavků závazných vzdělávacích dokumentů, nýbrž o to, aby přírodovědné vzdělávání vybavilo studenty obecnějšími dovednostmi, které jim umožní kritické posuzování informací a efektivní orientaci v budoucím občanském i profesním životě.

Souhrn

Ve své práci jsem se zaměřila na téma zařazování empirických poznávacích postupů do výuky chemie, na úroveň osvojení souvisejících kompetencí mezi českými žáky a na vyvíjení a podporu aktivit, které by přispěly ke zlepšení situace v chemickém vzdělávání na středních a základních školách v této oblasti.

Jednotlivé cíle, které jsem si pro svou práci stanovila, byly postupně naplněny. U českých žáků jsem zjistila nedostatečnou úroveň osvojení obecnějších složek přírodovědné gramotnosti – dovedností, jako je tvorba hypotéz, navrhování, plánování a realizace experimentů, zpracování dat, vyvozování platných závěrů či relevantní argumentace. Jednou z příčin této situace je malý počet příležitostí k rozvíjení zmíněných dovedností v rámci školní výuky přírodních věd, resp. konkrétně chemie. Ukázalo se, že žáci nemají dostatek příležitostí provádět samostatně experimentální práci a vyhodnocovat získaná data, natož navrhovat vhodné experimenty a drobné výzkumy.

V rámci dotazníkového šetření učitelé uváděli nevyhovující materiální vybavení škol a nedostatek vhodných námětů k experimentům jako nejdůležitější překážky v zařazování experimentální práce žáků do školní výuky chemie.

Na základě těchto zjištění jsem navrhla soubor jednoduchých experimentů s přírodními látkami, zaměřených na samostatnou experimentální práci žáků a vhodných i pro výuku na zcela nedostatečně materiálně vybavených školách. Využitelnost těchto námětů v praxi jsem posuzovala na základě informací od jednotlivých pedagogů, účastníků cyklu seminářů „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“. Reakce pedagogů ukázaly, že tyto náměty jsou pro jejich práci velmi přínosné, a také poskytly podněty pro některé modifikace a tvorbu dalších námětů.

Vybrané jednoduché experimenty s přírodními látkami jsem zvolila jako základ distančního chemického kurzu Biochemie – Přírodní látky, určeného pro rozvíjení mimořádně přírodovědně nadaných středoškoláků. Během ročního sledování práce studentů kurzu a intenzivní komunikace s nimi jsem si ověřila, že samostatná experimentální práce (ve formě domácích experimentů) je vhodným východiskem pro tento typ vzdělávání, její předností je výrazný motivační a aktivizační efekt i potenciál pro tvorbu intelektuálně náročných problémových a heuristických úloh. Na základě připomínek studentů a zkušeností instruktorek byl kurz před zahájením dalšího ročníku modifikován po obsahové i organizační stránce.

Summary

The doctoral thesis is focused on the problem of gaining empirical knowledge in chemistry education, on the acquirement of related competences, and on the activities which would contribute to the improvements in chemistry education in this area.

The aims set in the first part of the thesis were fulfilled. I have confirmed the insufficient level of the competences acquirement among the Czech students, such as formulation and verification of a hypothesis, planning and carrying out a simple experiment, interpretation of collected data or drawing conclusions. Main cause of this problem could be insufficient opportunity to develop these competences in school chemistry (or science) education at ground and high school level. Experimental activities of individual students are rare in Czech chemistry lessons. The teachers quote that the main problem responsible for this situation is missing equipment for practical activities in their schools and absence of suitable school experiments reflecting the given safety directives.

Considering these findings, I have created a set of simple chemistry experiments utilizing natural products and substances. The experiments are suitable for the individual work of students and for chemistry education even at schools without a laboratory or special science classroom. Chemistry teachers, participants of the further training workshops, appreciate the experiments as very motivating and beneficial for their work at school.

I have selected some simple experiments with naturally occurring materials as a base for the e-learning chemistry course Biochemistry – Natural substances. The aim of the course is to stimulate and further develop the talented high-school students from Czech and Slovak Republic in the natural sciences. The results of the first year of the course showed the motivating effect of the home chemistry experiments and their applicability for this type of education as a starting point for following problems and heuristic tasks. The course was also modified according to the student comments and the experience of instructors.

Seznam příloh

Vložené přílohy – dotazníky

1. Dotazník pro účastníky semináře „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“ (verze 1)
2. Dotazník pro účastníky semináře „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“ (verze 2)
3. Dotazník pro účastníky semináře „Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři“ (verze 3)
4. Dotazník pro studenty kurzu Biochemie – Přírodní látky (vyplněná ukázka)

Volné přílohy – tištěné

1. BÖHMOVÁ, H.: *Jednoduché experimenty s přírodními látkami*. Brožura s podrobnými návody.
2. MARTÍNEK, J.: *Biochemie klíčení semen*. Seminární práce v kurzu Biochemie – Přírodní látky.

Volné přílohy – CD

1. BÖHMOVÁ, H., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠULCOVÁ, R.: *Zajímavé experimenty z chemie kolem nás*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2009. ISBN 978-80-86561-43-1
2. BÖHMOVÁ, H., ŠULCOVÁ, R.: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2007. ISBN 978-80-86561-81-3
3. BÖHMOVÁ, H.: Online kurzy založené na domácích chemických experimentech. (kurz v přehledce online kurzů) In: *SCO 2009. Sborník příspěvků*. Brno: Masarykova univerzita 2009. ISBN 978-80-210-4878-2
4. BÖHMOVÁ, H., ŠULCOVÁ, R.: *Netradiční školní a domácí chemické experimenty a použití mikrovlnné trouby ve školní laboratoři. Presentace k seminářům dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků*.

Dotazník pro účastníky semináře (verze 1)

Škola:

Jméno vyučujícího:

Aprobace:

Strana 1 – vyplňte, prosím, na začátku semináře

1. Pro realizaci chemických experimentů ve výuce je ve Vaší škole (laboratoři) k dispozici:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Digestoř | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba |
| <input type="checkbox"/> Zábrusové aparatury | <input type="checkbox"/> UV lampa |
| <input type="checkbox"/> Plynové kahany | <input type="checkbox"/> Rychlovarná konvice |
| <input type="checkbox"/> Běžné laboratorní pomůcky a sklo v dostatečném množství | |

Jiné možnosti či Vaše poznámky ohledně vybavení laboratoře:

2. Jak často zařazujete experimenty do své výuky?

(pouze o laboratorních pracích – jak často je máte?, i v hodinách – demonstračně, jako samostatnou práci žáků, jako domácí úkoly...)

3. U kterých témat byste ocenili více návodů k nenáročným experimentům? (uvedte několik příkladů, které Vám nejvíce leží na srdci)

4. Které experimenty z nabídky vás zaujaly natolik, že je hodláte použít ve výuce?

1) Obsahovou náročnost experimentů jako celku hodnotíte jako:

příliš náročnou poměrně náročnou optimální méně náročnou málo náročnou

2) Motivační a aktivizační funkci experimentů odhadujete jako:

vynikající velmi dobrou dobrou poněkud slabší nedostatečnou

3) Použitelnost experimentů ve výuce hodnotíte jako:

velmi vysokou vysokou obvyklou nižší nízkou

4) Časová náročnost přípravy na výuku s těmito experimenty odhadujete jako:

velmi náročná náročná obvyklá méně náročná nenáročná

5. Vaše celkové hodnocení, další připomínky a komentáře:

Dotazník pro účastníky semináře (verze 2)

žena muž aprobační: Kolik let pracujete ve školství?.....

Typ školy, na které vyučujete:

ZŠ G – vyšší stupeň SOU
 G – nižší stupeň SOŠ jiné:

Obec, ve které vyučujete:

Pro realizaci chemických experimentů ve výuce je ve Vaší škole k dispozici:

chemická laboratoř/přírodovědná laboratoř není přítomna žádná zvlášť vybavená učebna
 chemická učebna/přírodovědná učebna

z vybavení:

digestoř mikrovlnná trouba
 zábrusové aparatury magnetická míchačka
 plynové kahany UV lampa
 běžné laboratorní pomůcky a sklo v dostatečném množství rychlovarná konvice
 běžné anorg. chemikálie v dostatečném množství
 běžné org. chemikálie v dostatečném množství

další poznámky k vybavení laboratoře/školy:

.....
.....
.....

Jakou formou a jak často zařazujete chemické experimenty do své výuky?

demonstrační pokusy – jak často?
 laboratorní práce – jak často?
 samostatná/skupinová práce žáků v hodině – jak často?
 domácí úkol pro celou třídu – jak často?
 domácí úkol pro jednotlivce, referát – jak často?
 rozsáhlejší domácí experiment, např. s pracovním listem atd. – jak často?
 jiná možnost:

.....
.....

U kterých témat byste ocenili více návodů k nenáročným experimentům?

(Uveďte jeden či více příkladů, které Vám zvlášť leží na srdci.)

.....
.....

Které experimenty z naší nabídky vás zaujaly natolik, že je hodláte použít ve výuce?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Kouzelné baňky | <input type="checkbox"/> Faraónovi hadi |
| <input type="checkbox"/> Chromatografie | <input type="checkbox"/> Tajné písmo |
| <input type="checkbox"/> Nylonové vlákno | <input type="checkbox"/> Cholesterol v pokrmových tucích a olejích |
| <input type="checkbox"/> Důkaz bílkovin v potravinách – biuretový test | <input type="checkbox"/> Štěpení bílkovin rostlinnými proteázami |
| <input type="checkbox"/> Rostlinná barviva jako pH indikátory | <input type="checkbox"/> Štěpení škrobu slinnými amylázami |
| <input type="checkbox"/> UV fluorescence rostlinných barviv | <input type="checkbox"/> Duha v rajčatové šťávě |
| <input type="checkbox"/> Důkaz škrobu v uzeninách a dalších produktech | <input type="checkbox"/> Inkoust z duběnek |
| <input type="checkbox"/> Vitamín C v ovoci a zelenině | <input type="checkbox"/> Barvení rostlinnými barvivy |
| <input type="checkbox"/> Důkaz cukrů v potravinách – Fehlingův test | <input type="checkbox"/> Kuřák |
| <input type="checkbox"/> Rozklad peroxidu vodíku bramborovou katalázou | <input type="checkbox"/> Gumový medvídek |
| <input type="checkbox"/> Formaldehyd v dřevotřísece | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba – sklo |
| <input type="checkbox"/> Hořící gel | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba - sacharidy |
| <input type="checkbox"/> Sloní zubní pasta | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba – kovy |
| | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba – faxový papír |

Vyzkoušel(a) jste si osobně některý experiment v průběhu semináře?

- Ano Ne

Obsahová přínosnost tohoto semináře

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> velmi mnoho nových námětů | <input type="checkbox"/> dost nových námětů | <input type="checkbox"/> několik nových námětů | <input type="checkbox"/> téměř všechny pokusy v tomto provedení znám |
|--|---|--|--|

Praktická využitelnost tohoto semináře

- | | | | |
|---|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> většinu pokusů mohu využít při výuce | <input type="checkbox"/> dost pokusů mohu využít při výuce | <input type="checkbox"/> několik pokusů by se dalo využít při výuce | <input type="checkbox"/> prakticky nic nemohu využít při výuce |
|---|--|---|--|

Motivační a aktivizační funkce nabízených experimentů

- | | | | |
|---|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> velmi motivující zpracování pokusů | <input type="checkbox"/> řada pokusů zpracována motivujícím způsobem | <input type="checkbox"/> některé pokusy zpracovány motivujícím způsobem | <input type="checkbox"/> většina pokusů není dostatečně motivující |
|---|--|---|--|

Vaše celkové hodnocení, další připomínky a komentáře:

.....

.....

.....

Dotazník pro účastníky semináře (verze 3)

žena muž aprobační: Kolik let pracujete ve školství?.....

Typ školy, na které vyučujete:

ZŠ G – vyšší stupeň SOU
 G – nižší stupeň SOŠ jiné:

Obec, ve které vyučujete:

Pro realizaci chemických experimentů ve výuce je ve Vaší škole k dispozici:

chemická laboratoř/přírodovědná laboratoř není přítomna žádná zvlášť vybavená učebna
 chemická učebna/přírodovědná učebna

z vybavení:

digestoř mikrovlnná trouba
 zábrusové aparatury magnetická míchačka
 plynové kahany UV lampa
 běžné laboratorní pomůcky a sklo v dostatečném množství rychlovarná konvice
 běžné anorg. chemikálie v dostatečném množství
 běžné org. chemikálie v dostatečném množství

další poznámky k vybavení laboratoře/školy:

.....
.....

Jakou formou a jak často zařazujete chemické experimenty do své výuky?

- | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| • předvádím demonstrační pokusy | <input type="checkbox"/> vůbec ne | <input type="checkbox"/> občas | <input type="checkbox"/> velmi často |
| • žáci mají laboratorní práce | <input type="checkbox"/> vůbec ne | <input type="checkbox"/> občas | <input type="checkbox"/> velmi často |
| • žáci provádějí pokusy samostatně nebo ve skupinách přímo při hodině | <input type="checkbox"/> vůbec ne | <input type="checkbox"/> občas | <input type="checkbox"/> velmi často |
| • třída dostane provedení pokusu za DÚ | <input type="checkbox"/> vůbec ne | <input type="checkbox"/> občas | <input type="checkbox"/> velmi často |
| • jednotliví žáci dostanou provedení pokusu za nepovinný DÚ nebo jako referát | <input type="checkbox"/> vůbec ne | <input type="checkbox"/> občas | <input type="checkbox"/> velmi často |
| • žáci dostanou provedení rozsáhlejšího pokusu a pozorování jako projekt nebo dlouhodobou práci na doma | <input type="checkbox"/> vůbec ne | <input type="checkbox"/> občas | <input type="checkbox"/> velmi často |

(pozn.: vůbec ne = nikdy nebo zcela výjimečně; občas = jednou za měsíc až za dva; velmi často = asi každý týden nebo častěji)

U kterých témat byste ocenili více návodů k nenáročným experimentům?

(Uveďte jeden či více příkladů, které Vám zvlášť leží na srdci.)

.....
.....

Které experimenty z naší nabídky vás zaujaly natolik, že je hodláte použít ve výuce?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Kouzelné baňky | <input type="checkbox"/> Faraónovi hadi |
| <input type="checkbox"/> Chromatografie | <input type="checkbox"/> Tajné písmo |
| <input type="checkbox"/> Nylonové vlákno | <input type="checkbox"/> Cholesterol v pokrmových tucích a olejích |
| <input type="checkbox"/> Důkaz bílkovin v potravinách – biuretový test | <input type="checkbox"/> Štěpení bílkovin rostlinnými proteázami |
| <input type="checkbox"/> Rostlinná barviva jako pH indikátory | <input type="checkbox"/> Štěpení škrobu slinnými amylázami |
| <input type="checkbox"/> UV fluorescence rostlinných barviv | <input type="checkbox"/> Duha v rajčatové šťávě |
| <input type="checkbox"/> Důkaz škrobu v uzeninách a dalších produktech | <input type="checkbox"/> Inkoust z duběnek |
| <input type="checkbox"/> Vitamín C v ovoci a zelenině | <input type="checkbox"/> Barvení rostlinnými barvivy |
| <input type="checkbox"/> Důkaz cukrů v potravinách – Fehlingův test | <input type="checkbox"/> Kuřák |
| <input type="checkbox"/> Rozklad peroxidu vodíku bramborovou katalázou | <input type="checkbox"/> Gumový medvídek |
| <input type="checkbox"/> Formaldehyd v dřevotřísece | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba – sklo |
| <input type="checkbox"/> Hořící gel | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba - sacharidy |
| <input type="checkbox"/> Sloní zubní pasta | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba – kovy |
| | <input type="checkbox"/> Mikrovlnná trouba – faxový papír |

Vyzkoušel(a) jste si osobně některý experiment v průběhu semináře?

- Ano Ne

Obsahová přínosnost tohoto semináře

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> velmi mnoho nových námětů | <input type="checkbox"/> dost nových námětů | <input type="checkbox"/> několik nových námětů | <input type="checkbox"/> téměř všechny pokusy v tomto provedení znám |
|--|---|--|--|

Praktická využitelnost tohoto semináře

- | | | | |
|---|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> většinu pokusů mohu využít při výuce | <input type="checkbox"/> dost pokusů mohu využít při výuce | <input type="checkbox"/> několik pokusů by se dalo využít při výuce | <input type="checkbox"/> prakticky nic nemohu využít při výuce |
|---|--|---|--|

Motivační a aktivizační funkce nabízených experimentů

- | | | | |
|---|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> velmi motivující zpracování pokusů | <input type="checkbox"/> řada pokusů zpracována motivujícím způsobem | <input type="checkbox"/> některé pokusy zpracovány motivujícím způsobem | <input type="checkbox"/> většina pokusů není dostatečně motivující |
|---|--|---|--|

Vaše celkové hodnocení, další připomínky a komentáře:

.....

.....

.....

Dotazník pro studenty kurzu Biochemie – Přírodní látky

Zaškrtni v každém řádku tu (**jednu**) z možností na škále, která nejlépe **vystihuje tvůj názor nebo tvou zkušenost** s tímto kurzem:
(pokud se tvé odpovědi liší lekci od lekce, odpověz podle toho, co spíš převažuje)

	-3	-2	-1	+1	+2	+3	
kurz byl velmi časově náročný	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kurz mě příliš časově nezatěžoval
kurz byl velmi intelektuálně náročný	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kurz jsem zvládal(a) levou zadní
celou dobu mě bavilo pracovat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	musel(a) jsem se do práce hodně nutit
řadu věcí jsem viděl(a) poprvé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vše už mi bylo dobře známo
pokus na začátku mě povzbudil v práci	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pracoval(a) bych stejně dobře i bez pokusu
neznámé řešení jsem hledal(a) v literatuře	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	neznámé řešení jsem zkoušel(a) vymyslet
naučil(a) jsem se spoustu věcí	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nic nového jsem se nenaučil(a)
pokus se mi povedl vždy bez potíží	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pokus se mi často nezdařil
diskuse s instruktorkou mi pomáhala	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	diskuse s instruktorkou mě dost mátlá
vyplnit pozorování o pokusu bylo snadné	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	často jsem nevěděl(a), co vyplnit do pozorování
doteď nevím, proč jsem pokus dělal(a)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	souvislost pokusu a otázek je mi zřejmá
otázky k pokusu v části x.1 a x.2 byly příliš „polopatické“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	postupné a snadnější otázky v částech x.1 a x.2 by mi vyhovovaly víc
všechny pokusy znám ze školy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	žádný z pokusů neznám ze školy

dovedu vyjmenovat více vědomostí, které jsem si z tohoto kurzu zapamatoval(a)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	všechno, co bylo v lekcích, už jsem zapomněl(a)
obsah lekcí už nebudu nikdy potřebovat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	skoro všechno určitě ještě využiju
z „těžké váhy“ jsem byl(a) hodně nervózní	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	„těžká váha“ byla prima výzva
stačí mi rychlé řešení za méně bodů	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	raději obětuju čas, abych měl(a) plný počet bodů
hodně mi vadí, když mám odpověď špatně	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vůbec mi nevadí, když mě instruktorka opravuje
řada otázek byla nesrozumitelně formulovaná	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	dobře jsem rozuměl(a) všem otázkám
v seminární práci chci dělat pokusy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	v seminární práci se chci věnovat teorii
přínosem kurzu pro mě byly pouze nové chemické poznatky	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	díky kurzu jsem se naučil(a) i řadu praktických věcí „okolo“
bylo mi nepříjemné, že v úkolu x.3 neumím napsat celé řešení správně hned napoprvé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bylo mi příjemné, že v úkolu x.3 stačí přijít i jen s částečným řešením
kdybych věděl(a), co mě čeká, nikdy bych do toho nešel(la)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	kdybych věděl(a), co mě čeká, určitě bych se přihlásil(a) znovu
když nemám řešení hotové napoprvé, neměl(a) bych získat plný počet bodů	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	všichni, kdo se nakonec doberou ke správnému řešení, by měli získat plný počet bodů

Zde napiš, co by podle tebe **bylo dobré změnit**, aby byl kurz pro další generace Talnetářů příjemnější a užitečnější: já jsem byla zcela spokojená - žádné změny bych nenavrhovala

Zde napiš, co zachovat a **určitě neměnit**, protože to funguje dobře a je to přínosné: líbilo se mi schéma kurzu, tedy jak to na sebe navazovala - jednotlivá témata k sobě dobře pasovala

Zde napiš **cokoli dalšího**, co chceš autorce či instruktorkám vzkázat: děkuju, že jste se mnou měly trpělivost!

Děkujeme za spolupráci! :o)

Seznam použité literatury a internetových odkazů

- [1] ČTRNÁCTOVÁ, H.: Obsah učiva chemie na začátku 21. století. In: *Current Trends in Chemical Curricula. Proceedings of the International Conference*. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science 2008. ISBN 978-80-86561-60-8
- [2] BOHRMANN-LINDE, C., TAUSCH, M. W.: Curriculum Modernization in Chemical Education. In: *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science 2007. ISBN 978-80-86561-85-1
- [3] BÖHMOVÁ, H., ŠULCOVÁ, R.: Alternativní využití experimentu v chemickém vzdělávání. In: *Alternativní metody výuky 2007 - 5. ročník*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2007. ISBN 978-80-7041-129-2
- [4] DRASAR, P., FRANKOWICZ, M., GROS, L., MACIEJOWSKA, I., WALLACE, R.: Equipping Secondary School Teachers with the Tools for Inspiring the Next Generation of Young Chemists. In: *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science 2007. ISBN 978-80-86561-85-1
- [5] BÖHMOVÁ, H., PISKOVÁ, D., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠULCOVÁ, R.: Nové přístupy k aplikované chemii ve vzdělávání. In: *Alternativní metody výuky 2008 - 6. ročník*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta a Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové 2008. ISBN 978-80-7041-454-5
- [6] BÖHMOVÁ, H., PISKOVÁ, D., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠULCOVÁ, R.: Aplikovaná chemie v kurzech celoživotního vzdělávání učitelů. In: *Current Trends in Chemical Curricula. Proceedings of the International Conference*. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science 2008. ISBN 978-80-86561-60-8
- [7] ŠULCOVÁ, R., PISKOVÁ, D.: *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008. ISBN 978-80-86561-66-0
- [8] BOHÁČOVÁ, J., KOCIÁNOVÁ, R., ŠIMKOVÁ, L.: Proč a čím se namazat? In: *Projektové vyučování v chemii. Sborník z 6. studentské konference*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta 2007. ISBN 978-80-7290-329-0
- [9] OPATRŇÝ, P.: Je ti zima? Ohřej se! In: *Projektové vyučování v chemii. Sborník z 6. studentské konference*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta 2007. ISBN 978-80-7290-329-0
- [10] CHUPÁČ, A.: Chemie každodenního života ve výukových projektech na ZŠ. In: *Soudobé trendy v chemickém vzdělávání. Aktuální otázky výuky chemie XVI*. Hradec Králové: Gaudeamus 2006. ISBN 80-7041-560-6
- [11] ČIPERA, J.: *Rozpravy o didaktice chemie I*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2000. ISBN 80-246-0134-6
- [12] PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V.: *Posun ve znalostech čtrnáctiletých žáků v matematice a přírodních vědách. Zpráva o výsledcích mezinárodního výzkumu TIMSS*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2001. ISBN 80-211-0385-x
- [13] TOMÁŠEK, V. A KOL.: *Výzkum TIMSS 2007. Obstojí čeští žáci v mezinárodní konkurenci?* Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2008. ISBN 978-80-211-0565-2
- [14] FRÝZKOVÁ, M., PALEČKOVÁ, J.: *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2007. ISBN 978-80-211-0540-9
- [15] PALEČKOVÁ, J. A KOL.: *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006. Poradí si žáci s přírodními vědami?* Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2007. ISBN 978-80-211-0541-6
- [16] STRAKOVÁ, J. A KOL.: *Vědomosti a dovednosti pro život. Čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost patnáctiletých žáků v zemích OECD*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2002. ISBN 80-211-0411-2
- [17] PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V.: *Učení pro zítřek. Výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2005. ISBN 80-211-0500-3
- [18] KOLEKTIV AUTORŮ: *Koncepce přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání 2006.

- [19] OECD: *PISA 2003 Assessment Framework - Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD 2000. ISBN 92-64-10172-1
- [20] BEATON, A. et al.: *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Boston: Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy, Boston College 1996. ISBN 1-889938-03-3
- [21] MARVÁNOVÁ, H.: *Nové trendy v učebních úlohách z chemie*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2007.
- [22] HARMON, M. et al.: *Performance Assessment in IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Boston: Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy, Boston College 1997. ISBN 1-889938-07-6
- [23] SCHINDLER, R. a kol.: *Rukověť autora testových úloh*. Praha: Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání 2006. ISBN 80-239-7111-5
- [24] DI FUCCIA, D. S., RALLE, B.: Lab Work and the Understanding of Science. In: *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science 2007. ISBN 978-80-86561-85-1
- [25] ČTRNÁCTOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, V., MARVÁNOVÁ, H., PISOVÁ, D.: *Přírodovědné předměty v kontextu kurikulárních dokumentů a jejich hodnocení*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2007. ISBN 978-80-86561-74-5.
- [26] KOLEKTIV AUTORŮ: *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze 2007. ISBN 978-80-87000-11-3
- [27] KOLEKTIV AUTORŮ: *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami provedenými k 1. 9. 2007)*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze 2007.
- [28] ŠULCOVÁ, R.: *Aktivizační metody a formy práce v chemickém vzdělávání v kontextu RVP – zaměřeno na přípravu učitelů chemie*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008.
- [29] MARTIN, M. O. et al.: *TIMSS 2007 International Science Report. Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Boston: TIMSS and PIRLS International Study Center, Boston College 2008. ISBN: 1-889938-49-1
- [30] SLAVÍK, J.: *Hodnocení v současné škole*. Praha: Portál 1999. ISBN 80-7178-262-9
- [31] ROTH, K. J. et al.: *Teaching Science in Five Countries: Results from the TIMSS 1999 Video Study. Statistical Analysis Report*. Washington: U.S. Government Printing Office 2006.
- [32] SKALKOVÁ, J.: *Obecná didaktika*. Praha: Grada 2007. ISBN 978-80-274-1821-7
- [33] BÖHMOVÁ, H., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠULCOVÁ, R.: Chemistry experiment in distance education. In: *Problems of education in the 21st century*. 2007, roč. 2, č. 2, s. 15-20.
- [34] ŠULCOVÁ, R., BÖHMOVÁ, H., PISOVÁ, D., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.: Present conception of laboratory activities in chemistry education. In: *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science 2007. ISBN 978-80-86561-85-1
- [35] BÖHMOVÁ, H.: *Kurs praktické alchymie (distanční vzdělávací kurz chemie)*. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2006.
- [36] BÖHMOVÁ, H., ŠULCOVÁ, R.: „Kurs praktické alchymie“ - ukázky z distančního elektronického kurzu. In: *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava: Ostravská univerzita 2006. ISBN 80-7368-244-3
- [37] BÖHMOVÁ, H., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠULCOVÁ, R.: Chemistry for society: New emphasis in education. In: *Problems of education in the 21st century*. 2009, roč. 11, č. 11, s. 21-27.
- [38] BÖHMOVÁ, H., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠULCOVÁ, R.: *Zajímavé experimenty z chemie kolem nás*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2009. ISBN 978-80-86561-43-1
- [39] HROBAŘOVÁ, E.: *Vitaminy v učivu chemie na ZŠ a SŠ*. Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008.
- [40] STRNADOVÁ, H.: *Potrava, přídatné látky a lidské zdraví v učivu chemie na ZŠ a SŠ*. Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008.
- [41] STREJČKOVÁ, M.: *Aktivizační Sacharidy v učivu chemie na ZŠ a SŠ*. Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008.

- [42] KUDRNOVÁ, T.: *Bílkoviny v učivu chemie na ZŠ a SŠ*. Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008.
- [43] BÖHMOVÁ, H., ŠULCOVÁ, R.: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2007. ISBN 978-80-86561-81-3
- [44] VACÍK, J. a kol.: *Přehled středoškolské chemie*. 2. vydání. Praha: SPN 1995. ISBN 80-85937-08-5
- [45] PROCHÁZKA, S. a kol.: *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia 1998. ISBN 80-200-0586-2
- [46] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 1*. Tábor: Osis 2002. ISBN 80-86659-01-3
- [47] GRAU, J. a kol.: *Trávy*. Praha: IKAR a Knižní klub 1998. ISBN 80-7202-260-1.
- [48] LÁNSKÁ, D., ŽILÁK, P.: *Jedlé rostliny z přírody*. Praha: Aventinum 2006. ISBN 80-86858-13-8
- [49] HENSCHEL, D.: *Plané rostliny k jídlu*. Praha: Granit 2004. ISBN 80-7296-033-4
- [50] VODRÁŽKA, Z.: *Biochemie*. 2. vydání. Praha: Academia 2002. ISBN 80-200-0600-1
- [51] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 2*. Tábor: Osis 2002. ISBN 80-86659-01-1
- [52] KINDL, H., WÖBER, B.: *Biochemie rostlin*. Praha: Academia 1981.
- [53] PACÁK, J.: *Stručné základy organické chemie*. Praha: SNTL 1975.
- [54] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 3*. Tábor: Osis 2002. ISBN 80-86659-02-X
- [55] KOLEKTIV AUTORŮ: *Remington: The Science and Practice of Pharmacy*. 21. vydání. Philadelphia: PA. Lippincott Williams & Wilkins 2005. ISBN 0-7817-4673-6.
- [56] ROBINSON, G. M., ROBINSON, R.: A survey of anthocyanins. I. *Biochemical Journal*, 1931, roč. 25, č. 5, s. 1687–1705.
- [57] ROBINSON, G. M., ROBINSON, R.: A survey of anthocyanins. II. *Biochemical Journal*, 1932, roč. 26, č. 5, s. 1647–1664.
- [58] ČERNOHORSKÝ, Z.: *Klíč k určování lišejníků ČSR*. Praha: ČSAV 1956.
- [59] HSIEH, B., MATSUURA, R., MORIYAMA, H., CHEN, R., SHIMAMURA, T., UKEDA, H.: Characterization of superoxide anion scavenging compounds in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract by electron spin resonance and LC/MS. *Food Science and Technology Research*, 2008, roč. 14, č. 4, s. 383.
- [60] REVILLA, E., GARCÍA-BENEYTEZ, E., CABELLOB, F., MARTÍN-ORTEGAA, G., RYANA, J. M.: Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. *Journal of Chromatography A*, 2001, svazek 915, č. 1-2, s. 53-60.
- [61] JULÁK, A., ŠTULÍK, K., VOHLÍDAL, J.: *Chemické a analytické tabulky*. Praha: Grada 1999. ISBN 80-7169-855-5
- [62] GREENWOOD, N. N., EARNSHAW, A.: *Chemie prvků I. a II.* Praha: Informatorium 1993. ISBN 80-85427-38-9
- [63] ANONYMUS: *Zlatá domácí kniha. Nevyčerpatelná pokladnice, domácí věrný rádce hospodářský pro každého, komuž domácnost jest milá*. Praha: Nákladem kněhkupectví Mikuláše a Knappa v Karlíně 1873.
- [64] BIDLOVÁ, V.: *Barvení pomocí rostlin*. Praha: Grada 2005. ISBN 80-247-1022-6
- [65] BREMNESSOVÁ, L.: *Bylinář*. Praha: Fortuna Print 2003. ISBN 80-7321-074-6
- [66] PORTER, L. J., HRSTICH, L. N., CHAN, B. G.: The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, 1986. roč. 25, s. 223–230.
- [67] BARTOLOMÉ, B., GÓMEZ-CORDOVÉS, C., MONAGAS, M.: Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. *Food Chemistry*, 2006, roč. 95, č. 3, s. 405-412.
- [68] BLADT, S., WAGNER, H.: *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. 2. vydání. Berlin: Springer-Verlag 1996. ISBN 978-3-642-00573-2
- [69] ZLÁMALOVÁ, H.: *Úvod do distančního vzdělávání*. Praha: Centrum pro studium vysokého školství 2000. ISBN 80-86302-10-5
- [70] KVĚTOŇ, K.: *Úloha e-learningu na školách – základní informace pro manažery vzdělávání*. Ostrava: Ostravská univerzita 2005.
- [71] NOCAR, D.: E-learning v distančním vzdělávání. In: *Distanční vzdělávání v České republice. Současnost a budoucnost. Sborník příspěvků ze III. národní konference*. Praha: Centrum pro studium vysokého školství a Národní vzdělávací fond o.p.s. 2004. ISBN 80-86302-02-4
- [72] KVĚTOŇ, K.: *Základy e-learningu*. Ostrava: Ostravská univerzita 2004.

- [73] ZLÁMALOVÁ, H.: *Příručka pro tutorý distančního vzdělávání*. Praha: Centrum pro studium vysokého školství 2000. ISBN 80-86302-24-5
- [74] BRDIČKA, B.: *Role internetu ve vzdělávání*. Kladno: Aisis 2003. ISBN 80-239-0106-0
- [75] HUNTEROVÁ, M.: *Účinné vyučování v kostce*. Praha: Portál 1999. ISBN 80-7178-220-3
- [76] KYRIACOU, CH.: *Klíčové dovednosti učitele*. Praha: Portál 1996. ISBN 80-7178-965-8
- [77] BÖHM, P., JERMÁŘ, J.: Wiki – snadný způsob sdílení informací. In: *Alternativní metody výuky 2009*. Hradec Králové: Gaudeamus 2009. ISBN 978-80-7041-515-3
- [78] BÖHMOVÁ, H.: Chemické experimenty v distančním vzdělávání - Enzymy. In: *Současné problémy v chemickém vzdělávání. Mezinárodní seminář doktorského studia 2007*. Ostrava: Ostravská univerzita 2007. ISBN 978-80-7041-214-5
- [79] BÖHMOVÁ, H., ROŠTEJNSKÁ, M.: On-line výuka chemie pro talentované studenty. In: *Alternativní metody výuky 2009*. Hradec Králové: Gaudeamus 2009. ISBN 978-80-7041-515-3
- [80] KSICHT: *Korespondenční seminář inspirovaný chemickou tematikou*. [online]. 2006 [cit. 2009-09-11]. Dostupný z WWW: <<http://ksicht.natur.cuni.cz>>.
- [81] DVOŘÁK, M., ČIPERA, J., TEPLÝ, P., KAMLAR, M.: Individualizace výuky a realizace ŠVP prostředky ICT v chemii. In: *Alternativní metody výuky 2007*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2007. ISBN 978-80-7041-129-2
- [82] LUSTIG, F.: Internetový laboratorní park. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 13. Sborník z konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni 2008. ISBN 978-80-7043-728-5
- [83] VÁLKOVÁ, L., SCHAUER, F.: Integrovaný e-learning vs. tradiční vyučování elektrochemie. In: *Aktuálně vývojové trendy vo vyučovaní chémie. Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis*. Trnava: Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta 2008. ISBN 978-80-8082-182-1
- [84] GVOŽDÍKOVÁ, K.: *Možnosti využití samostatného učení se žáků ve výuce chemie na ZŠ*. Diplomová práce. Ostrava: Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta 2006.
- [85] MACENAUEROVÁ, J.: *Chemické pokusy – hravě i doma*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta 2007.
- [86] *Pardubický kraj - Práce s talentovanými dětmi a mládeží*. [online]. 6.5.2009 [cit. 2009-09-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.pardubickykraj.cz/article.asp?thema=3355&item=52459>>
- [87] LOKAJČKOVÁ, M.: *Metodický portál – Talnet – online k přírodním vědám - aktualizovaná verze*. [online]. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 10.6.2008 [cit. 2009-09-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.rvp.cz/clanek/488/2372>>.
- [88] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J.: *Pedagogický slovník*. Praha: Portál 2001. ISBN 80-7178-579-2
- [89] DOČKAL, V.: *Zaměřeno na talenty aneb Nadání má každý*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny 2005. ISBN 80-7106-840-3
- [90] FOŘTÍK, V., FOŘTÍKOVÁ, J.: *Nadané dítě a rozvoj jeho schopností*. Praha: Portál 2007. ISBN 978-80-7367-297-3
- [91] VONDRÁKOVÁ, E.: Matematicky nadaní problémoví žáci. In: *Ani jeden matematický talent nazmar. Sborník příspěvků*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta 2007. ISBN 978-80-7290-332-0
- [92] GRECMANOVÁ, H., URBANOVSKÁ, E., V., NOVOTNÝ, P.: *Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků*. Olomouc: Hanex 2000. ISBN 80-85783-28-2
- [93] LOKŠA, J., LOKŠOVÁ, I.: *Tvořivé vyučování*. Praha: Grada 2003. ISBN 80-247-0374-2
- [94] OKON, W.: *K základům problémového učení*. Praha: SPN 1966.
- [95] KLIČKOVÁ, M.: *Problémové vyučování ve školní praxi*. Praha: SPN 1989. ISBN 80-04-23522-0
- [96] MAŇÁK, J., ŠVEC, V.: *Výukové metody*. Brno: Paido 2003. ISBN 80-7315-039-5
- [97] ROŠTEJNSKÁ, M.: *Biochemie ve středoškolském vzdělávání*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta 2008.
- [98] KULIČ, V.: *Chyba a učení*. Praha: SPN 1971.
- [99] ŠTECH, S.: *Škola stále nová*. Praha: Karolinum 1992. ISBN 80-7066-673-0
- [100] BÖHMOVÁ, H.: Domácí chemický experiment v distančním vzdělávání. In: *SCO 2009. Sborník příspěvků*. Brno: Masarykova univerzita 2009. ISBN 978-80-210-4878-2
- [101] ŠIMŠA, J.: Nad žakovskými protokoly jedné úlohy MO. In: *Ani jeden matematický talent nazmar. Sborník příspěvků*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta 2007. ISBN 978-80-7290-332-0

- [102] BÖHMOVÁ, H., ROŠTEJNSKÁ, M.: Chemistry for gifted and talented: On-line course on Talnet. In: *Problems of education in the 21st century*. 2009, roč. 11, č. 11, s. 14-20.
- [103] NAUGHT, M. C.: *Názvosloví sacharidů – doporučení IUPAC a IUBMC 1996*. Praha: Česká společnost chemická 2001. ISBN 80-86238-16-4

Použité učebnice a příručky pro učitele:

- AMANN, W. a kol.: *Chemie pro střední školy 2a*. Praha: Scientia 1998.
- AMANN, W. a kol.: *Chemie pro střední školy 2b*. Praha: Scientia 2000.
- BANÝR, J., BENEŠ, P. a kol.: *Chemie pro střední školy*. Praha: SPN 1995.
- BÁRTA, M.: *Jak (ne)vyhodit školu do povětří 1*. Brno: Didaktis 2004.
- BÁRTA, M.: *Jak (ne)vyhodit školu do povětří 2*. Brno: Didaktis 2005.
- BENEŠ, P. a kol.: *Chemicko-biologická praktika pro 8. ročník ZŠ*. Praha: SPN 1988.
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. Praha: Mladá fronta 1977.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy praktické chemie 1 pro 8. ročník základní školy*. Praha: Fortuna 1999.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy praktické chemie 1 pro 8. ročník základní školy. Pracovní sešit*. Praha: Fortuna 1999.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy praktické chemie 2 pro 9. ročník základní školy*. Praha: Fortuna 2000.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy praktické chemie 2 pro 9. ročník základní školy. Pracovní sešit*. Praha: Fortuna 2000.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy chemie 1*. Praha: Fortuna 2004.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy chemie 1. Pracovní sešit*. Praha: Fortuna 2004.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy chemie 2*. Praha: Fortuna 2003.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J.: *Základy chemie 2. Pracovní sešit*. Praha: Fortuna 1999.
- BÍLEK, M., RICHTERA, J.: *Chemie krok za krokem*. Praha: Moby Dick 1999.
- BÍLEK, M., RICHTERA, J.: *Chemie na každém kroku*. Praha: Moby Dick 2000.
- ČTRNÁCTOVÁ, H. a kol.: *Chemie pro 8. ročník základní školy*. Praha: SPN 2000.
- ČTRNÁCTOVÁ, H. a kol.: *Chemie pro 9. ročník základní školy*. Praha: SPN 2000.
- EISNER, W. a kol.: *Chemie pro střední školy 1a*. Praha: Scientia 1996.
- EISNER, W. a kol.: *Chemie pro střední školy 1b*. Praha: Scientia 1997.
- FLEMR, V., DUŠEK, B.: *Chemie pro gymnázia I (obecná a anorganická)*. Praha: SPN 2001.
- GANAJOVÁ, M.: *Chemické experimenty s vybranými produkty z obchodu. Vysokoškolské učebné texty*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach 2005.
- JANKŮ, Z.: *Školní pokusy z organické chemie*. Praha: Karolinum 2008.
- KARGER, I., PEČOVÁ, D., PEČ, P.: *Chemie II pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Olomouc: Prodos 1999.
- KARGER, I., PEČOVÁ, D., PEČ, P.: *Chemie II pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Pracovní sešit*. Olomouc: Prodos 2003.
- KARGER, I., PEČOVÁ, D., PEČ, P.: *Chemie I pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Olomouc: Prodos 2007.
- KARGER, I., PEČOVÁ, D., PEČ, P.: *Chemie I pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Pracovní sešit*. Olomouc: Prodos 2003.
- KLEČKOVÁ, M., LOS, P.: *Seminář a praktikum z chemie pro 2. stupeň základní školy*. Praha: SPN 2003.
- KOLÁŘ, K., KODÍČEK, M., POSPÍŠIL, J.: *Chemie pro gymnázia II (organická a biochemie)*. Praha: SPN 1997.
- KOLEKTIV AUTORŮ: *Chemické pokusy pro žáky základních škol*. Olomouc: Alga Press 2001.
- KOLEKTIV AUTORŮ: *Chemické pokusy pro studenty středních škol*. Olomouc: Alga Press 2001.
- LOS, P., HEJSKOVÁ, J., KLEČKOVÁ, M.: *Chemie se nebojíme*. Praha: Scientia 1996.
- LOS, P., HEJSKOVÁ, J., KLEČKOVÁ, M.: *Chemie se nebojíme. Pracovní listy*. Praha: Scientia 1996.

- LOS, P., HEJSKOVÁ, J., KLEČKOVÁ, M.: *Nebojte se chemie*. Praha: Scientia 1994.
- LOS, P., HEJSKOVÁ, J., KLEČKOVÁ, M.: *Nebojte se chemie. Pracovní listy*. Praha: Scientia 1994.
- MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc 1998.
- MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc 1998.
- MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc 2000.
- NOVOTNÝ, P. a kol.: *Chemie pro 8. ročník základní školy. Pracovní sešit*. Praha: SPN 1999.
- NOVOTNÝ, P. a kol.: *Chemie pro 9. ročník základní školy. Pracovní sešit*. Praha: SPN 1999.
- PACHMANN, E. a kol.: *Chemicko-biologická praktika pro 7. ročník ZŠ*. Praha: SPN 1987.
- PÁNEK, J., ŠKODA, J., DOULÍK, P.: *Chemie 8 pro základní školy a víceletá gymnázia. Pracovní sešit*. Plzeň: FRAUS 2006.
- PROKŠA, M.: *Chémia a my*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo 1997.
- SOLÁROVÁ, M.: *Chemické pokusy pro základní a střední školu*. Brno: Paido 1999.
- STRAKA, M.: *Kouzelnické pokusy z chemie*. Žďár nad Sázavou: Informační a metodické centrum 1997.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P.: *Chemie 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: FRAUS 2007.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P.: *Chemie 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: FRAUS 2006.
- ŠMÍD, M., ŠKODA, J., DOULÍK, P.: *Chemie 9 pro základní školy a víceletá gymnázia. Pracovní sešit*. Plzeň: FRAUS 2007.

Internetové odkazy:

- BÖHMOVÁ, H.: *Kurs praktické alchymie*. [online] 8.12.2006 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.prskavec.mysteria.cz/hlavnistranka/uvod.htm>.
- BÖHMOVÁ, H.: *Současné pojetí experimentální výuky chemie na SŠ a ZŠ*. [online] 12.6.2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.natur.cuni.cz/~kudch/main/JPD3>.
- EDUFOR S.R.O.: *MojeWiki.cz - jednoduchý wiki systém*. [online] 2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.mojewiki.cz>.
- iQpark*. [online] 7.9.2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.iqpark.cz>.
- Kalibro*. [online] 17.8.2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.kalibro.cz>.
- LÖFFLER, R., MACENAUEROVÁ, J.: *Chemické pokusy – hravě i doma*. [online] 14.11.2007 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.chempokusy.webzdarma.cz>.
- Metodický portál RVP*. [online] 2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.rvp.cz>.
- MOODLE.CZ*. [online] 13.8.2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://moodle.cz>.
- PISA*. [online] 2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.pisa.oecd.org>.
- Projekt CITIES*. [online] 2008 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://cities.eu.org>.
- ŘEHÁK, A.: *Skutečné fyzikální experimenty*. [online] 11.3.2008 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: http://www.ises.info/old-site/vzdal_exp.html.
- SCO 2009 - Konference o elektronické podpoře výuky*. [online] 2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://sco.muni.cz>.
- Talnet - online k přírodním vědám*. [online] 9.10.2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.talnet.cz>.
- TIMSS*. [online] 2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://timss.org>.
- Ústav pro informace ve vzdělávání*. [online] 5.10.2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: <http://www.uiv.cz>.
- Vzdialené riadené laboratórium*. [online] 2009 [cit. 2009-10-10]. Dostupný z WWW: http://kf.truni.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=76.