

Iva Stuchlíková & Tomáš Janík et al.

OBOROVÉ DIDAKTIKY: vývoj – stav – perspektivy

Masarykova univerzita, Brno 2015

Hana Čtrnáctová a Martin Bílek

7.1 Úvod

Didaktika chemie jako jedna z oborových didaktik je hraničním vědním oborem, který se zabývá specifickými otázkami výchovy a vzdělávání s chemickým obsahem. Má úzké vztahy k pedagogicko-psychologickým disciplínám i k jednotlivým vyučovaným oblastem chemie a jim příbuzným vědním oborům. V současném pojetí oborových didaktik již není možné vystačit (si) s charakteristikou oborové didaktiky jako průniku pedagogiky a daného oboru, ale je nutné odhalovat souvislosti a vazby mnohem širší. Je třeba brát v úvahu i poznatky z teorie poznání, filosofie, etiky, sociologie, dějin, metodologie příbuzných oborů, psychologie, informatiky atd. Každá oborová didaktika je bezesporu profilující disciplínou vysokoškolské přípravy učitelů a mělo by jí odpovídat adekvátní místo v učitelských studijních programech a grantových projektech příslušných pracovišť, které se touto přípravou zabývají. Zároveň je i disciplínou, jež by se měla výrazně podílet na utváření předmětu chemie na všech jeho úrovních, především na úrovni základního a středního vzdělávání.

Didaktika chemie
se představuje

V posledních letech se česká didaktika chemie postupně dostává z výrazného útlumu, který ji postihl na konci minulého tisíciletí. V období 1994–2004 nebyl v České republice akreditován žádný doktorský studijní program tohoto zaměření. Ojedinelá témata s didaktickochemickým zaměřením byla zpracovávána buď v rámci pedagogiky, nebo výjimečně v rámci chemického oboru. Ojedinelá byla i habilitační a jmenovací řízení; často uváděnými důvody tohoto stavu byly absence doktorských studijních programů, charakteristika didaktiky chemie jako „addenda“ k chemickým oborům nebo naopak k oborům pedagogickým. Otázka tedy zněla (Bílek, 2001a): Je třeba požadovat na pracovištích zabezpečujících přípravu učitelů chemie výhradně vědecko-výzkumnou a publikační činnost v chemických či pedagogických oborech, i když její uplatnění nenajde rezonanci v adekvátním studijním programu? Nebo by bylo potřeba podporovat a rozvíjet na těchto pracovištích vědecko-výzkumnou činnost v didaktice chemie, která bezprostředně zasahuje do profesionalizující oblasti absolventů? Tyto nejasnosti u nás výrazně rozptýlilo poslední období zejména kvalitativního, ale i kvantitativního rozvoje didaktiky chemie jako svébytného interdisciplinárního vědního oboru. Obor získal zázemí v doktorských studijních programech a oborech postupně již na třech univerzitních pracovištích v ČR. Dochází také k rozšíření a prohloubení mezinárodní spolupráce společně s dalšími příbuznými oborovými didaktikami. Didaktika chemie nachází své oprávněné místo v systému vědecko-výzkumné i vzdělávací činnosti.

Co tedy je didaktika chemie, má-li být (a to dle našeho názoru je) profesionalizující disciplínou vysokoškolské kvalifikace zaměřené na učitelství chemie a opěrnou disciplínou pro výuku chemie? Na toto téma bylo možné v počátku nového tisíciletí zaznamenat řadu příspěvků na konferencích, studií v odborných publikacích a diskuzí v méně i více zainteresovaných kruzích, které vyústily v roce 2003 monografií *Didaktika chemie: výzkum a vysokoškolská výuka* (Bílek, 2003). Ta se stala jedním z podkladů předpokládaných diskuzí na téma didaktiky chemie jako samostatného vědního oboru a možností vědecko-výzkumné činnosti k posílení jejího rozvoje. Díky vstřícnosti kolegů, kteří se ve své vědecké a odborné činnosti zabývají didaktikou chemie či alespoň výukou chemie, od nás i z blízkého zahraničí (zvláště ze Slovenska, Německa a Polska), se podařilo shromáždit řadu informací vztahujících se k charakteristice didaktiky chemie jako samostatného interdisciplinárního vědního oboru. Další soubor informací byl získán k doktorským graduacím z tohoto oboru (Čtrnáctová, 2008, 2013; Čtrnáctová & Klečková, 2011) včetně širokého výčtu témat dizertačních prací z uvedených zemí a v neposlední řadě to byla i charakteristika aktuálního „science environment“ pro rozvoj oboru tvořeného publikační základnou, řešeršními systémy, mezinárodními organizacemi apod. Ačkoliv žádný z publikovaných výčtů nebyl, a vzhledem k možnostem tehdejšího stavu oboru ani nemohl být, úplný, byly shromážděny dostatečné důkazy o legitimitě vědního oboru *didaktika chemie*. Po patnácti letech poměrně úspěšného rozvoje didaktiky chemie v České republice z těchto informací vycházíme i v této studii. V následujících kapitolách nejprve uvádíme historická východiska konstituování didaktiky chemie jako samostatné vědní disciplíny, dále se věnujeme reflexi jejího současného stavu a zamýšlíme se nad jejím dalším rozvojem.

7.2 Historický vývoj oboru v mezinárodním a národním kontextu

Pro porozumění současnému stavu oboru didaktika chemie považujeme za potřebné seznámit se nejprve s počátky tohoto oboru, jeho vznikem a vývojem v průběhu 19. a 20. století a postupným rozvojem a institucionalizací od poloviny 20. století až do současnosti.

7.2.1 Počátky oboru v průběhu 17.–19. století

Z historického pohledu lze počátky vedoucí k formování oboru didaktika chemie zvláště jeho základní komponenty – *experimentální metody* a tzv. *vědecké indukce*, spatřovat v Baconově systému metod vědeckého poznávání (Hellberg & Bílek, 2000a). Zakladatelé didaktiky chemie, za které lze považovat R. Arendta, F. Wilbrandta a E. Armstronga a jejichž přínos dále připomeneme, tento metodologický přístup postupně využili jako teoretické východisko při koncipování nového oboru. V historickém vývoji pak docházelo a dochází k tvorbě didaktických soustav na jedné straně preferujících vědeckou dedukci analogicky k axiomaticky pojatým didaktickým soustavám matematiky, na druhé straně didaktických soustav založených na základních metodologických nástrojích chemického poznávání, tj. na prostém a řízeném pozorování a na reálném experimentu.

Mezi oběma krajnostmi vznikají rozpory, které přetrvávají až do dnešní doby.

Současníkem F. Bacona byl český filosof a pedagog J. A. Komenský, který měl ucelený názor na význam přírodních věd v procesu vzdělávání mladého pokolení. Komenský byl v určitém slova smyslu žákem F. Bacona jako velkého propagátora vědecké indukce, která sehrála významnou roli ve formování chemické vědecké soustavy a později poznamenala i proces utváření chemických didaktických soustav. Komenského lze pokládat i za tvůrce metodik výuky přírodovědným předmětům. Tvrdí, že je nezbytné vytvořit u mladého člověka schopnost chápání jevů a jejich podstaty za současného rozvíjení jeho paměti a dovednosti používat jak rozum, tak i ruce. Roli učitele spatřuje především ve schopnosti objevovat v žácích jejich předpoklady pro příslušné činnosti. Proti tehdy panujícímu dogmatickému učení předkládá učení na základě důkazů s využitím všech smyslů a s požadavkem na uplatnění snahy pochopit podstatu věci.

Chemici
a pedagogové,
kteří předcházeli
didaktikům chemie

V druhé polovině 19. století sehrál důležitou roli jak pro chemii jako vědu, tak pro její didaktiku Justus Liebig. Poprvé zavedl tzv. *experimentální metodu* jako didaktickou, a tím převedl těžiště výuky z přednášek do laboratorních cvičení (Liebig, 1852, 1866). Jako první v historii vyučování chemii zavedl pojem *cíle* a porozuměl významu chemie pro všeobecné vzdělání. Podle něho chemie pomáhá rozvíjet intelektuální a manuální schopnosti, a to pomocí řízeného procesu pozorování a experimentování. *Experimentální metoda* je Liebigem pojímána tak, že s její pomocí je možné seznámit studenty se základními chemickými zákony, s vlastnostmi látek a s jejich praktickým použitím. Podle Liebiga výuka chemie připomíná studium cizího jazyka. Je třeba znát slova, jejich zapisování, gramatická pravidla a určitý algoritmus jejich praktického používání. Slova jako např. fosfor nebo rtuť je vždy nutno spojit s jejich podstatnou vlastností. Nástrojem k poznávání vlastností látek je chemický experiment. Je však nutno mít na paměti, že nejde jenom o poznávání vnější stránky věci, ale i o poznávání její podstaty. Tomu slouží teoretické vědomosti. Lze tedy říci, že podle Liebiga se v přednáškách má student naučit abecedě vědy a má být uveden do laboratorní činnosti. Jedině v laboratoři se však naučí číst „knihu přírody“ (Hellberg & Bílek, 2000a).

První „didaktici
chemie“ byli
především chemici

V rozpracování koncepce vysokoškolské výuky fyzikální chemie sehrál nezastupitelnou roli významný německý chemik Wilhelm Ostwald, který zastával názor, že chemie se nutně musí opírat o výsledky reálného experimentu, tedy o reálná fakta získaná naší vlastní zkušeností (Ostwald, 1900). V tomto ohledu se jeho názory shodují s Liebigovými. Pro potřeby elementárního chemického vzdělávání napsal Ostwald (1910) knihu, která byla přeložena do mnoha jazyků včetně češtiny, a sehrála významnou úlohu v šíření chemických vědomostí v širokých lidových vrstvách. Zajímavá je její forma. Je napsána jako scénář s otázkami, které klade žák a na které mu odpovídá učitel. Ostwald byl přesvědčen, že je možné vybudovat racionální strukturu obsahu vyučování chemii. Doporučuje zavést jen omezený, poměrně malý počet sloučenin a pomocí nich ukázat

význam obecných chemických zákonů a pravidel. V učebnici uplatnil princip jednoty všeobecně teoretického a faktografického učebního materiálu. Uveďme, že Ostwaldovy didaktické názory nesporně ovlivnily didaktické myšlení ve všech rozvinutých zemích tehdejšího světa. Didaktiku chemie však ještě nebylo v té době možné pokládat za samostatnou vědní disciplínu.

7.2.2 Vznik a vývoj oboru v první polovině 20. století

Prvním vědcem, který zpracoval základy didaktiky chemie, byl profesor polytechniky a gymnázia v Lipsku Rudolf Arendt. Ač byl především chemikem, měl značné vědomosti z pedagogiky a psychologie. Z pozice uvědomělého „herbartovce“ uznával výchovnou funkci výuky chemie. Jako první přímo vyhledával v oboru chemie výchovné elementy. Své pedagogické názory publikoval v roce 1894 v Lipsku (Arendt, 1894). Pro výuku chemie zdůrazňoval význam induktivní logiky. Byl přesvědčen o tom, že všechny chemické zákony jsou v podstatě dílem induktivního myšlení. Pro výuku chemie uznával jako optimální následující formy práce: hromadění faktů a abstraktních pojmů, uvědomělé hledání příčin studovaných jevů a vyvozování zákonů cestou indukce. Arendt byl prvním chemikem, který hovořil o zásadním rozdílu mezi vědeckým a didaktickým systémem chemie. Výuka chemie by podle něho měla začínat blízkými fakty a pojmy, a ne obecnými teoriemi. Byl vyznačem podobných principů, jako před ním zastával Komenský. Samostatná experimentální cvičení považoval za integrální součást výuky chemie.

Významnými pokračovateli Arendta, které je možné pokládat za spoluzakladatele didaktiky chemie, byli v Německu F. Wilbrand, H. Löwenhardt, K. Winderlich a zejména K. Scheid. Podle názorů Scheida (1927) by se výuka chemie měla dít v následujících etapách:

- pro žáky 10–13leté společná výuka integrované přírodovědy, jejíž součástí je i chemie; hlavním cílem je naučit žáky pozorovat přírodní jevy;
- pak následuje první, tzv. propedeutický stupeň výuky chemie, tento stupeň lze též označit jako metodický;
- systematický cyklus výuky chemie.

Liebig, Ostwald, Arendt, Löwenhardt, Wilbrand a Scheid vytvořili základy teorie a praxe vyučování chemii, které se staly východiskem pro řadu současných didaktických soustav chemie kontinentální Evropy. Existuje zde kontinuální rozvoj didaktiky chemie jako samostatné vědní disciplíny blízké chemii s úzkými vztahy k pedagogicko-psychologickým disciplínám a také k přírodovědným i ostatním oborovým didaktikám.

Velmi zajímavý byl vývoj chemie jako vědy a předmětu výuky v Anglii. Anglie značnou měrou přispěla k rozvoji chemické vědy (J. Dalton, M. Faraday, H. Moseley, T. Huxley, G. Stokes a další). Chemie zde byla prvním přírodovědným předmětem, který byl zaveden v rámci všeobecného vzdělávání, a příslušná komise doporučovala zavést i aplikované

disciplíny, jako je agrochemie (Hellberg & Bílek, 2000a). Do konce 19. století představovala výuka chemie na anglických středních školách v podstatě zredukovaný vysokoškolský kurz. První pokus o vytvoření na vědecké soustavě relativně nezávislé výuky chemie na střední škole pochází od E. Armstronga. Armstrong byl profesorem chemie různých vysokých škol v Anglii a nadšencem výuky přírodních vědám v podmínkách všeobecně vzdělávacích britských škol. Na základě poměrně komplikovaných didaktických výzkumů sestavil učební osnovy, které pak po dlouhá léta ověřoval a postupně zdokonaloval. O této své činnosti napsal zajímavé dílo *The Teaching of Scientific Method* (Armstrong, 1898). Uvádí, že význam přírodních věd a jejich vyučování spočívá především v jejich praktické hodnotě. Přírodovědné vyučování podle autora umožňuje specificky orientovaný rozvoj intelektu, čehož nelze dosáhnout ani literárním, ani čistě matematickým vzděláváním. Jde mu zejména o rozvoj schopností pozorovat, experimentovat a uvažovat. Armstrong využívá tzv. *heuristickou metodu*, tj. takový způsob výuky, při němž se žáci mohou relativně samostatně zmocňovat nových poznatků. Podle Armstronga věda vyžaduje absolutní svobodu myšlení, svobodu ducha zbavenou všech dogmat. Svoji metodu charakterizuje jako „obyčejný způsob vědeckého bádání“, realizovaný v podmínkách střední školy a zdůrazňuje, že žák musí samostatně dospívat k objevování faktů.

Jak se obor rozvíjel
v 19. století

Prudký rozvoj chemické vědy a techniky od počátku 20. století způsobil potřebu revize dosavadního způsobu výuky chemie. Obrovský rozvoj chemických oborů vedl ke snaze o vytvoření adekvátnějších didaktických systémů chemie, a to i pro všeobecné vzdělávání. Tak vznikly např. ve Spojených státech dvě konkurenční didaktické soustavy *CBA – Chemical Bond Approach Project* (1963) a *Chem Study – Chemistry and Experimental Science Study* (Chem Study, Teachers' Guide, 1963), ve Velké Británii známý projekt *Nuffield Science Teaching Projects* (1967) či později v Německu řada inovačních projektů v Leibnizově institutu pro pedagogiku přírodních věd (IPN) při Univerzitě v Kielu (Hellberg & Bílek, 2001b). Souběžně tedy dochází v polovině 20. století k rozvoji didaktiky chemie, kterou je možné již považovat za samostatnou vědní disciplínu s rozvinutou metodologií a definovaným vztahem k jiným disciplínám.

Co přinesla
didaktice chemie
první polovina
20. století

V Českých zemích a na Slovensku lze počátky didaktiky chemie sledovat od roku 1945, formování didaktiky chemie jako samostatného oboru však spadá až do 60. let 20. století. Ovšem již ve školním roce 1925/1926 byla na Univerzitě Karlově v Praze přednášena J. Křepelkou metodika vyučování chemie v rámci předmětu *Praktikum přednáškových experimentů spojené s přednáškou o metodice vyučování chemie* a ve školním roce 1927/1928 F. Křehlíkem již jako samostatná přednáška *Metodika vyučování chemie* (Holada, 1996). Poválečné formování didaktiky chemie pak probíhalo zvláště na pedagogických fakultách zakládaných od roku 1946, kde se stala pod označením *Metodika vyučování chemii* povinným předmětem učebního plánu i zkoušek učitelského studia chemie (Pachmann & Hofmann, 1981).

7.2.3 Rozvoj a institucionalizace oboru didaktika chemie u nás

Na těchto základech se u nás didaktika chemie na konci 60. a počátkem 70. let 20. století postupně institucionalizovala jako obor pod názvem *Teorie vyučování chemii*, v němž bylo možné skládat rigorózní a kandidátské zkoušky, obhajovat dizertační práce a také získat v příslušných řízeních vědecko-pedagogické hodnosti docenta a profesora (Pachmann & Hofmann, 1981). Především možnost vědecké přípravy byla pro rozvoj oboru velice významná. V rámci vědecké přípravy v oboru *Teorie vyučování chemii*, která probíhala na Univerzitě Karlově v Praze a Univerzitě Komenského v Bratislavě, studovalo v průběhu více jak dvaceti let (1972–1994) postupně téměř dvě stě studentů, z nichž přibližně 20 % studium úspěšně dokončilo. Od 70. let 20. století bylo v tehdejší Československu obhájeno celkem čtyřicet pět dizertačních (dle tehdejšího označování kandidátských, vedoucích k získání titulu CSc.) prací. Poslední práce z tohoto oboru byly v ČR obhájeny v roce 1994.

Didaktika chemie byla v tomto období díky práci didaktiků a absolventů vědecké přípravy již také poměrně obsáhle zastoupena řadou publikací zabývajících se tzv. *teorií a praxí výuky chemie*. Jednalo se zvláště o práce Vurma (1954, 1964), Přidala (1957), Přidala a Švehlíka (1962), Sotorníka (1962, 1965), Pachmanna (1970), Trtílka a Hofmanna (1971) a Halbycha (1971). Za shrnující publikaci didaktiky chemie tohoto období lze považovat knihu M. Paukové et al. (1971). V 70. a 80. letech minulého století na PedF UK v Praze k práci v oboru stále více přispívali především v oblasti chemického experimentu, vyučovacích prostředků, metod výuky a obsahu učiva chemie J. Banýr, P. Beneš, K. Holada a E. Pachmann, na PedF v Hradci Králové J. Hellberg a K. Kolář, na PŘF UP v Olomouci P. Los a M. Klečková a řada dalších pracovníků z celého Československa. Další soubor význačných prací, zaměřených především na systémově-strukturální zkoumání didaktického systému chemie, výběr a strukturu učiva, poznávací procesy žáků, didaktické testy a moderní vyučovací prostředky, zahrnoval práce J. Čipery, H. Čtrnáctové, J. Halbycha, H. Klímové, M. Vasilešské a dalších pracovníků z nově vytvořené katedry didaktik, metodologie a dějin přírodních věd na PŘF UK v Praze (Čipera et al., 1982; Čtrnáctová, 1982; Halbych, Čtrnáctová, & Novotný, 1985; Vasilešská, Čtrnáctová, & Klímová, 1986). Zatím poslední obsáhlejší a komplexní publikace – vysokoškolské učebnice didaktiky chemie jsou práce: Pachmann & Hofmann (1981) a Pachmann et al. (1986). Aktuálnější informace mají víceméně dílčí charakter, např. přehled vývoje výuky chemie v souvislosti s rozvojem didaktiky chemie u nás lze nalézt v publikaci Čtrnáctové a Banýra (1997), Beneše, Rambouska a Fialové (2005, 2008) nebo shrnutí problematiky učebních úloh v chemii v publikaci Čtrnáctové (1998, 2009) apod.

Odborným časopisem pro možnost publikování prací z didaktiky chemie byl časopis *Přírodní vědy ve škole* (společně s didaktikami biologie, geologie a zeměpisu), jehož vydávání však skončilo v 90. letech minulého století. Jeho nástupcem se stal pětikrát do roka vydávaný časopis *Biologie-Chemie-Zeměpis* orientovaný hlavně na školní praxi. Díky Kabinetu

pro modernizaci výuky chemie PedF UK v Praze byl vydáván *Informační bulletin pro didaktiku chemie* jako základní přehled o pracích z didaktiky chemie u nás i v zahraničí; soupisy bibliografií z oboru byly k dispozici i prostřednictvím Státní pedagogické knihovny v Brně (Pachmann & Hofmann, 1981). V současné době jsou tyto možnosti velmi omezené, ač je produkována řada např. sborníkových publikací i monografií. Další informace o domácích publikacích z oboru je možné získat na webových stránkách jednotlivých pracovišť připravujících učitele chemie v České republice a na webových stránkách některých didaktiků.

Od samého počátku konstituování oboru bylo potřebou didaktiků chemie či chemiků zabývajících se výukou chemie získat také vhodnou platformu pro kontakty a výměnu názorů nejen mezi sebou, ale i s odbornými chemiky, a mít možnost prezentovat své představy o směřování práce v tomto oboru. V roce 1965 byla v rámci *Československé společnosti chemické* (ČsSch) díky pochopení hlavního výboru a podpory jeho předsedy prof. F. Čůty, založena *Odborná skupina pro výuku chemie* (Banýr, 2002). U zrodu odborné skupiny byli prof. E. Pachmann, budoucí dlouholetý vědecký tajemník odborné skupiny, prof. R. Palouš, bývalý rektor UK, který v té době pracoval na katedře chemie PedF UK, a prof. S. Škramovský působící na PŘF UK v Praze a současně též první předseda odborné skupiny. Skupina si kladla za cíl působit především v těchto oblastech (Banýr, 2002):

- podílet se na modernizaci učiva a výuky chemie na základních a středních školách a při přípravě učitelů;
- pečovat o talentované žáky a studenty při různých formách zájmové činnosti (zejména při chemické olympiádě);
- rozvíjet didaktiku chemie jako vědní obor a jako předmět vysokoškolské přípravy učitelů chemie.

Činnost odborné skupiny zahrnovala zvláště následující aktivity (Banýr, 2002):

- celostátní konference a semináře, které byly od začátku 80. let 20. století nahrazeny sekcemi v rámci sjezdů ČsSch;
- regionální akce pořádané členy skupiny (přednášky, besedy, kurzy s aktuální tematikou aj.);
- celostátní semináře didaktiků chemie pořádané fakultami připravujícími učitele chemie (Brno, Hradec Králové, Praha, Ostrava, Banská Bystrica, Bratislava a další).

Odborná skupina se velmi aktivně podílela na rozvoji oboru především poskytováním platformy pro výměnu názorů a zkušeností, což bylo v době velmi omezených možností kontaktů s didaktiky, zvláště západních zemí, nesmírně cenné. Dá se říci, že díky tomuto pevnému svazku didaktiků chemie ze 70. a 80. let minulého století se podařilo překlenout pro obor méně příznivá následující léta devadesátá.

Jak přispěla
odborná skupina
ČsSch k rozvoji
oboru didaktika
chemie

7.2.4 Didaktika chemie v porevolučním období

Poslední dekádu 20. století je možné považovat za určité období stagnace didaktiky chemie jako oboru. Fungující zázemí, mj. vědecká příprava, vydávání didaktických časopisů i odborná setkání, bylo přerušeno. Didaktika chemie čelila tlaku jak ze strany chemie, která ji vytýkala, že obor není dostatečně „odborně chemický“, tak ze strany pedagogiky, která naopak požadovala užší vztah oboru k pedagogice a psychologii. Že se jednalo opravdu o stav kritický, kdy např. vědecko-výzkumná činnost byla jen omezeně prováděna v rámci oborových aplikací či v rámci doktorských studií z pedagogiky, dokládá např. i část záznamu ze zápisu Akreditační komise (AK) (1998) o hodnocení pedagogických fakult:

... Zkušenosti naznačují, že existuje nejméně dvojí nebezpečí: didaktika oboru je chápána některými jedinci jako jistá úniková cesta, jako možnost obejít tvrdé požadavky výchozího oboru a snadněji získat příslušný gradus; didaktika oboru je chápána některými jedinci jako přežitek totalitního období, který nemá právo na samostatnou existenci, neboť je třeba získávat grady v rámci tvrdé vědy.

Současně se však již ve stejném materiálu objevila i jistá pozitivní prognóza možné revitalizace oborových didaktik, tedy včetně didaktiky chemie (Akreditační komise, 1998):

... Realita u nás i ve vyspělých zemích ukazuje, že didaktiky oboru – pokud jsou ovšem provozovány na úrovni – jsou opodstatněné a je třeba se jim se vši vážností věnovat. Znamená to ovšem, že o příslušné doktorské studium nebude žádat každá fakulta. Znamená to také, že se posílí spolupráce mezi oborem a jeho didaktikou, mezi obecnou didaktikou a oborovými didaktikami, mezi různými oborovými didaktikami navzájem. V závislosti na aktuálním stavu a perspektivách rozvoje může existovat trojí řešení: Podpora samostatné mezioborové disciplíny. Pro každou didaktiku nosného oboru postačí ustavit jednu kvalitní oborovou radu složenou z nejlepších odborníků v ČR (žádoucí by byla účast i zahraničních odborníků). Doktorské studium situovat na tu fakultu vysoké školy (nemusí jít nutně o fakultu pedagogickou), která je zárukou nejkvalitnějšího doktorského studia a dostatečně náročného řízení habilitačního a jmenovacího. Rozvoj mezioborové disciplíny v rámci příslušného vědního oboru, např. didaktika chemie v rámci oboru chemie. Rozvoj mezioborové disciplíny v rámci oboru pedagogika s náležitými personálními i materiálními garancemi (posoudí Akreditační komise).

Pro udržení a rozvoj didaktiky chemie byla v té době velmi významná setkání didaktiků chemie v rámci mezinárodních konferencí na fakultách vysokých škol připravujících učitele chemie. Nejdelší tradici u nás má *Mezinárodní konference o výuce chemie* pořádaná katedrou chemie PedF UHK v Hradci Králové (Bílek, 2002). Konference, konané každoročně od roku 1991, operativně navazovaly na činnost dvou mezinárodních institucí, a to *Mezinárodního sympózia* (celkem devět sympózií od 70. let 20. století) a *Mezinárodní redakční rady* (knižní řada *Aktuální problémy teorie a praxe vyučování chemií*) v oboru didaktika chemie, kterou spoluzaložil prof. J. Hellberg před více než 25 lety na bázi spolupráce zemí střední a východní Evropy. Obě jmenované instituce měly ve své době unikátní status a význam pro rozvoj oboru. Vznikly paralelně se sekci výuky chemie GDCh (*Společnost německých chemiků*) a předstihly i podobně zaměřenou komisi UNESCO. Původní seminář působil nejprve

jako trilaterální pracovní setkávání didaktiků chemie pedagogických fakult z Hradce Králové (Česká republika), z Güstrowa (Německo) a z Opole (Polsko). Po ukončení činnosti fakulty v Güstrow pokračoval seminář jako bilaterální, aby znovu za účasti zahraničních kolegů ze Slovenska, Ruska, Polska a později i z Německa získal statut multilaterálního mezinárodního semináře a později konference.

V roce 1998 se také podařilo obnovit aktivitu odborné skupiny pro výuku chemie *České společnosti chemické* (ČSCH), jejíž činnost od počátku 90. let víceméně stagnovala. Nově zvolený výbor skupiny, v čele s předsedkyní prof. H. Čtrnáctovou, se iniciativně ujal odkazu práce skupiny z 80. let minulého století. Od začátku byla rozvíjena řada aktivit především v oblasti vzájemné spolupráce didaktiků chemie napříč Českou republikou, získání akreditace pro doktorské studium, spolupráce s výzkumnými ústavu MŠMT, spolupráce s učiteli chemie, zajišťování chemické olympiády a další. Významnou složkou činnosti výboru bylo od počátku pravidelné organizování mezinárodních konferencí a seminářů didaktiků chemie spolu s kolegy ze Slovenska a Polska.

Velmi důležitá se také ukázala možnost participace v evropských a světových organizacích zaměřených na chemické a přírodovědné vzdělávání. Od začátku 90. let získali didaktici chemie zastoupení v *Divizi pro chemické vzdělávání Federace evropských chemických společností* (*Division of Chemical Education FECS*), nyní *Divize chemického vzdělávání Evropské asociace pro chemické a molekulární vědy* (*Division of Chemical Education EuChemS*). Další spolupráce se postupně rozvíjela v rámci *Mezinárodní organizace přírodovědného a technického vzdělávání* (*International Organization for Science and Technology Education – IOSTE*) a účastí na jejích světových a regionálních sympóziích, účastí na *evropských konferencích o chemickém vzdělávání* (*European Conference on Chemical Education – ECCE*) a o *výzkumu v chemickém vzdělávání* (*European Conference on Research in Chemical Education – ECRICE*), na světových konferencích o chemickém vzdělávání *Mezinárodní unie pro čistou a užitou chemii* (*International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC*), na evropských konferencích *Evropské asociace pro výzkum v přírodovědném vzdělávání* (*European Science Education Research Association – ESERA*) a dalších akcích.

Jako jeden z příspěvků k revitalizaci didaktiky chemie byl v roce 2000 realizován na PedF UHK projekt, jehož cílem bylo analyzovat informace o doktorských studiích z didaktiky chemie a příbuzných oborů ve vybraných zemích Evropy a USA a připravit vhodné materiály, které by mohly být využity ke zpracování návrhu takového doktorského studia v České republice (Bílek, 2003). Výrazně se také po určitém období útlumu začala rozvíjet publikační činnost didaktiků chemie. Povzbuzující byla možnost prakticky okamžitého vydávání sborníků, článků, studijních textů i monografií na rozdíl od předchozího období, kdy i vydání skript vyžadovalo řadu povolení, a bylo realizováno v průběhu několika let. Didaktici chemie se také více zapojovali do vyhlašovaných projektů a grantů, zprvu národních, a posléze i mezinárodních a evropských. Všechny tyto

Obnovení činnosti odborné skupiny ČSCH a její význam pro didaktiku chemie

Didaktika chemie se zapojuje do mezinárodních organizací

aktivitu a zejména jejich výsledky vedly k oživení a postupně výraznému rozvoji oboru. Velkou podporou a hmatatelným výsledkem aktivity didaktiků chemie bylo získání akreditace doktorského studijního programu *Vzdělávání v chemii* (nyní obor *Didaktika chemie*) na PŘF UK v Praze na konci roku 2003, kterou následovaly v roce 2007 PŘF UP v Olomouci a v roce 2013 PŘF UHK v Hradci Králové s doktorským studijním oborem *Didaktika chemie* v programu *Chemie*.

Výraznou podporu získaly oborové didaktiky celostátně také ze strany MŠMT, konkrétně Akreditační komise, která v roce 2000 v textu známé *Výzvy pro deset milionů k přípravě Národního programu rozvoje vzdělávání* uvedla:

... Jedním z důležitých předpokladů profesně zaměřené přípravy učitelů je podpora teoretické a výzkumné práce a vývoje účinných výukových postupů ve všech oborových didaktikách. Těm by se v mnohem větší míře mělo dostat podpory AK v rámci výzkumných záměrů fakult a v resortních plánech pedagogického výzkumu.

Jakékoliv jednostranné zužování oborových didaktik na pouhé metodiky či „rukojeti“ vyučování jednotlivým oborům nemůže v současnosti obstát. Je pozitivní skutečností, že tato slova začínají padat na úrodnou půdu, a tradice české (československé) didaktiky chemie tak může pokračovat i v institucionalizované podobě vědeckého výzkumu. Jaké okruhy problémů didaktika chemie postupně řešila a jaké řeší v současnosti, si uvedeme v další části této kapitoly.

7.3 Reflexe současných problémů z pohledu didaktiky chemie

Pokud charakterizujeme didaktiku chemie jako vědní disciplínu, musíme odpovědět na takové otázky jako zda má svůj předmět výzkumu, zda má svou metodologii (vlastní či převzatou z jiných věd), zda má svou historii a má-li definován vztah k jiným vědám (Bílek, 2003). Touto problematikou se zabývala řada oborových didaktiků u nás i v zahraničí. Uvedme si nejprve stručnou charakteristiku nejvýznamnějších přístupů k předmětu tohoto oboru a jeho metodologii, dále pak výzkumná zaměření oboru a jejich klasifikace ve vybraných zemích, u nás a v zemích EU, od 2. poloviny 20. století až do současnosti.

7.3.1 Předmět oboru a jeho metodologie

Pfeifer, Häuster a Lutz (2002) charakterizuje oborovou didaktiku jako vědu o oborově specifickém vyučování a učení se ve škole a mimo ni. Důkladné oborovědidaktické vzdělání je nevyhnutelnou složkou vzdělávání učitelů, které má spojující funkci mezi vědami o výchově a vyučováním oborem. Didaktická rozhodnutí jsou orientována zvláště ve vztahu k učícím se, procesům zprostředkování poznatků, oborovým liniím a společenským potřebám. Učíci se je vždy středem těchto aktivit. Didaktiku chemie pak charakterizuje jako interdisciplinární vědní disciplínu s širokým spektrem vztahů se zvláštním zřetelem k chemii a k pedagogice. Vztahem pedagogiky, chemie a didaktiky chemie se u nás zabýval zvláště

Pachmann (Pachmann & Hofmann, 1981). Vytvořil jednoduchý množinový diagram, v němž je možné nazírat didaktiku chemie jako hraniční disciplínu chemie obecné, systematické a užité v průniku s pedagogikou a psychologíí. Tento přístup do jisté míry odpovídá tzv. *integračnímu pojetí* oborové didaktiky.

Rychtera (2002) se při hledání místa oborové didaktiky v systému vzdělávání učitelů chemie vrací ke Komenského *Didaktice veliké*:

... Veliká didaktika, vyličující všeobecné umění, jak naučiti všecky všemu: čili spolehlivý a vybraný způsob jak lze ve všech obcích, městech a vesnicích některého království křesťanského zřizovati takové školy, aby všechna mládež obojího pohlaví, nevýjimajíc nikde nikoho, mohla býti vzdělávána ve vědách, uhlazována ve mravech, naplňována zbožností a tím způsobem po léta mládí vedena býti ke všemu, co patří k životu přítomnému i budoucímu. (Komenský, 1948, s. 15)

Z tohoto vyjádření je patrné, že didaktika byla již tehdy považována za všeobecné umění s nejobecnějším cílem vést mládež k tomu, aby se naučila vše potřebné pro svůj současný i budoucí život. Didaktika chemie je tak řazena mezi tzv. oborové didaktiky, jejichž obecným teoretickým východiskem je obecná didaktika. Jejím prostřednictvím jsou v didaktice chemie uplatňovány poznatky obecné pedagogiky, pedagogické a vývojové psychologie a dalších pedagogických i psychologických disciplín, neboť každá z vědních disciplín má dnes interdisciplinární charakter. Prostřednictvím obecné didaktiky jsou v didaktice chemie naplňovány formativní složky cílů, stejně jako složky metodologické a informativní. To plně odpovídá tzv. *aplikačnímu pojetí* oborové didaktiky.

Integrační i aplikační funkce jsou důležitou součástí *oborových didaktik*, avšak ze současného pohledu nejsou s to podat jejich vyčerpávající charakteristiku. Fenclová (1982) ve svém tzv. *kommunikačním pojetí* definuje předmět a metodologii didaktiky fyziky (**Kapitola 5.3**), ale její závěry jsou zcela aplikovatelné i na didaktiky jiných přírodovědných oborů; příkladem je didaktika chemie. Z jejího pohledu lze nahlížet na didaktiku chemie jako na celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod chemického poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí. Proces, při němž k tomuto předávání a zprostředkování dochází, lze nazvat didaktickou komunikací chemie, kdy dochází nejen k přenosu informace, ale i k učení. Tak se odlišuje didaktická komunikace od komunikace vstupu chemického poznání do společnosti prostřednictvím technologie a výrobní praxe či prostřednictvím shromažďování, uchovávání a zpětného vyhledávání vědeckotechnických informací. Fenclová zde vymezuje i výzkumné metody pro řešení problémů oborové didaktiky. Provedla dělení výzkumných metod, kde za základní horizont považuje dělení na *metody empirické a teoretické*. Empirickými výzkumnými metodami rozumí postupy, které čerpají nové poznání bezprostředně z dané skutečnosti a užívají obvykle kvantitativního vyjadřování výsledků; patří mezi ně hlavně pozorování a experiment se souvisejícím měřením a metody explorativní (dotazovací). Jako teoretické výzkumné metody označuje postupy indukativní i deduktivní povahy zkoumající danou skutečnost zprostředkovaně.

Poznáváme různá pojetí didaktiky chemie

Co se rozumí metodologií našeho oboru

Jsou to metody analytické a syntetické, komparativní a historické; mezi specifické teoretické metody pak řadí zvláště modelování, analogii, predikaci a interpretaci. Z uvedeného pojetí obsahu a metodologie didaktiky chemie vycházejí i souhrnné publikace J. Čipery (Čipera, 2000, 2001).

Čtyři základní oblasti, kterými se didaktika chemie zabývá a kde uvedené metody využívá, a to v rovině predikce, realizace a evaluace, jsou (Čtrnáctová, 2009):

1. stanovení cílů a pojetí, k nimž by daná úroveň chemického vzdělávání měla směřovat;
2. výběr a uspořádání takových poznatků a činností oboru chemie, které zajistí dosažení stanovených cílů;
3. tvorba a využití nejrozličnějších metod, forem a prostředků, které lze k dosažení cílů chemického vzdělávání použít;
4. ověřování výsledků dané úrovně chemického vzdělávání a jejich porovnání se stanovenými cíli.

Podle věku a zaměření učících se pak můžeme rozlišit různé úrovně chemického vzdělávání (Čtrnáctová, 2009):

- propedeutika chemie na úrovni předškolní výchovy,
- výuka chemie v rámci primárního vzdělávání (1. stupeň základní školy),
- výuka chemie v rámci sekundárního vzdělávání (2. stupeň základní školy a střední školy),
- výuka chemie v rámci terciárního vzdělávání (vysokoškolská výuka chemie),
- chemické vzdělávání na úrovni specializačních kurzů pro odborníky a učitele,
- chemické vzdělávání na úrovni speciálních kurzů pro neoborníky.

Podle dané úrovně se přistupuje k řešení uvedených oblastí výzkumu didaktiky chemie specifickými metodami a prostředky, které mají umožnit optimální řešení daného problému.

7.3.2 Výzkumná zaměření oboru a jejich klasifikace v zahraničí

Máme-li podrobněji charakterizovat výzkumná zaměření oboru didaktika chemie, můžeme je ilustrovat na řadě přístupů ke klasifikaci dizertačních prací tohoto oboru, a tak se pokusit konkrétněji specifikovat její problémové okruhy. Vycházíme ze skutečnosti, že právě dizertační práce oboru představují celou šíři výzkumných problémů, které jsou v oboru řešeny. Zdrojem informací jsou zde především práce Nentwiga et al. (1983), Sumflethové a Niedderera (1992), Brockmeyerové-Fenclové (1997) a naše vlastní analýzy více než 300 témat dizertačních prací, převážně z didaktiky chemie, a to v ČR, ve vybraných zemích

Evropy a v USA, jejichž názvy byly souhrnně uvedeny s českým překladem v publikacích Bílka (2001b, 2003), Čtrnáctové (2008, 2013) a Čtrnáctová a Kličková (2011).

Nentwig et al. (1983) reprodukuje řadu souborů kritérií pro tematickou klasifikaci dizertačních prací a studií z didaktik přírodovědných oborů. Uvedme si příklady některých z těchto klasifikací, které mají platnost i do současnosti (cit. podle Nentwig et al., 1983). Freyova pragmatická klasifikace dělí přírodovědnědidaktické otázky podle úrovně jejich obecnosti na otázky prvního řádu (např.: *V jakých situačních vztazích je možné se zabývat přírodními vědami a jejich výukou?*), druhého řádu (např.: *Které typy reflexí příp. kritérií jsou použitelné pro určení „vědecké správnosti“ v různých oblastech přírodních věd?*) a třetího řádu (např.: *Která učební metoda je optimální pro stanovený cíl v daném tématu?*). Dahnke provedl analýzu řady výzkumných projektů v Německu a rozdělil je podle jejich zaměření do čtyř skupin, a to: (1) zdůvodnění a výběr kurikulárních obsahů, (2) vědecké aspekty inovací ve vzdělávacím systému, (3) psychologicko-sociálně motivované otázky a (4) evaluační studie. Kornhauserová zkoumala výzkumné oblasti didaktiky chemie a rozdělila je do pěti skupin zaměřených na: (1) obecný výzkum v chemickém vzdělávání, (2) obsahově orientovaný výzkum, (3) hledání optimálních metod chemického vzdělávání, (4) výzkum používání učebních pomůcek a technologie vzdělávání a (5) výzkum v hodnocení a evaluaci. Klasifikace podle Gabela zahrnuje osm tematických zaměření studií z přírodovědných didaktik: (1) učení a rozvoj, (2) výukové strategie, (3) kognitivní styl, (4) charakteristiky žáka/studenta, (5) přípravu učitelů a jejich chování, (6) evaluaci v přírodovědném vzdělávání, (7) koncepty a obsah a (8) různé jiné studie.

Na základě uvedených klasifikací provedl Nentwig et al. (1983) komplexní klasifikaci dizertací ve třech základních úrovních, a to: (1) úroveň vzdělávání, (2) výzkumná metodologie a (3) oblast oboru. Úroveň vzdělávání zahrnovala: primární vzdělávání (1. stupeň základní školy), sekundární vzdělávání (2. stupeň základní školy a střední školy), terciární vzdělávání (vysoké školy a vyšší odborné školy), mimoškolní vzdělávání a další vzdělávání učitelů. Podle výzkumné metodologie byly práce rozděleny do několika skupin, a to: (a) empirická zkoumání, (b) koncepční práce, (c) srovnávací studie, (d) vývojové studie, (e) analytické práce, (f) teoretické základy a (g) jiná pojednání. V rámci dělení podle oblasti oboru bylo navrženo celkem dvanáct kategorií (viz [Exkurs 7.1](#)).

Sledujeme
postavení a vývoj
oboru v Německu

Exkurs 7.1: Výzkumné zaměření podle oblastí oboru

Dělení výzkumného zaměření podle oblastí oboru, které provedl Nentwig et al. (1983) zahrnuje celkem 12 kategorií:

- didaktický systém přírodovědného předmětu a jeho varianty v kurikulu,
- výuka přírodních věd v různých vzdělávacích systémech,
- cíle výuky přírodovědného předmětu,
- využití poznatků dílčích disciplín přírodovědného oboru ve výuce,
- zkoumání různých didaktických přístupů k výuce přírodovědného předmětu,
- zkoumání žáků a vyučujících v rámci výuky přírodních věd,
- metody a různé formy výuky přírodních věd,
- výuka přírodních věd v souvislosti s jejich experimentálním charakterem,
- vyučovací a učební programy pro výuku přírodních věd,
- výukové prostředky, včetně aplikací ICT pro výuku přírodních věd,
- výsledky výuky přírodních věd a jejich hodnocení,
- vzájemné vztahy dějin přírodních věd a odpovídajících vyučovacích předmětů.

Podle úrovně vzdělávání byly dizertační práce z didaktiky chemie, obhájené v Německu v 70. a 80. letech (zahrnuto celkem 165 prací), primárně zaměřeny na sekundární úroveň vzdělávání (72,9 %), s velkým odstupem následovaly práce zaměřené na terciární úroveň vzdělávání (7,1 %). Nejmenší pozornost (2,9 %) byla věnována mimoškolnímu vzdělávání. Jiná byla situace např. v USA, kde převažovalo zaměření na terciární vzdělávání. Podle použité výzkumné metodologie lze největší množství dizertačních prací (zahrnuto celkem 380 prací z různých vysokých škol v Německu) zařadit do kategorie empirických zkoumání (26 %) a koncepčních prací (22 %), další početnou skupinu tvořila vývojová pojednání (14 %) a analytické práce (11 %). Méně prací bylo zaměřeno na teoretické základy (6 %) a srovnávací studie (5 %). Celkem 16 % prací nebylo možné jednoznačně zařadit do uvedených kategorií.

Rozdělení podle oblastí oboru bylo provedeno na základě obsáhlé analýzy dizertačních prací nejen z Německa, ale i z Velké Británie. Ukázalo se, že je velmi obtížné zvolit určitou oblast pro každou z prací. Proto byla použita metodika P. Häusslera (1980), v níž jsou jednotlivé práce přiřazovány k dané oblasti ve dvou krocích s odstupem několika měsíců a je počítán koeficient vyjadřující souhlas obou přístupů (průměrná hodnota koeficientu byla 0,81). Poté byl vypočítán počet prací dle průměrného rozložení pro každou oblast v obou zemích. Ze získaných výsledků byly formulovány následující závěry:

1. V Německu byl zaznamenán velký počet studií zaměřených na zkoumání různých didaktických přístupů k výuce přírodovědných předmětů, metod a forem výuky těchto předmětů, včetně používání ICT a možnosti využití poznatků dílčích oborových disciplín ve výuce.
2. Ve Velké Británii byl velký počet studií věnován zkoumání výsledků výuky přírodních věd a jejich hodnocení a historickým aspektům výuky přírodovědných předmětů, zatímco oblast využití poznatků dílčích oborových disciplín ve výuce byla zastoupena velmi málo.

3. V obou zemích byl poměrně značný počet studií zaměřen na didaktický systém přírodovědného předmětu, koncepce kurikula a kurikulární varianty, zatímco bylo možné zaznamenat poměrně malý počet komparativních studií zaměřených na různé vzdělávací systémy.

Novější tematické členění dizertačních prací, zpracovaných v SRN a v NDR v 90. letech, podle zkoumané oblasti oboru uvádí publikace Sumflethové a Niedderera (1992). Tato klasifikace zahrnuje celkem osm kategorií:

1. zpracování odborných chemických témat pro výuku chemie,
2. vývoj kurikula a modely výuky chemie,
3. způsoby učení v chemii a jejich hodnocení,
4. žákovy/učitelovy představy o výuce chemie,
5. zaměření a oblíbenost předmětu chemie,
6. výukové prostředky (učebnice, experimenty a další učební pomůcky, ICT),
7. historie didaktiky chemie,
8. vědecké teorie a jejich aplikace ve výuce chemie.

Porovnáváme postavení a zaměření didaktiky chemie ve středoevropských a anglosaských zemích

Podobně jako v analýze P. Nentwiga et al. (1983) v tomto období v SRN byla třetina prací zaměřena na zpracování odborných témat pro výuku chemie (30 %). Přibližně stejný počet dizertací byl věnován vývoji kurikula a modelům výuky (16 %), způsobům učení chemie (14 %) a výukovým prostředkům (13 %). Naopak v NDR se stále více než třetina prací orientovala na učebnice, experimenty a další učební pomůcky (35 %). Postupně byla pozornost věnována také vývoji kurikula a modelům výuky (26 %). Na způsoby učení v chemii se zaměřilo 15 % a na zkoumání představ o výuce chemie 10 % prací. Nejmenší pozornost byla v obou zemích věnována historii oboru didaktika chemie (SRN 5 %; NDR 0 %).

Jak již bylo uvedeno, zaměření dizertačních prací z didaktik přírodovědných předmětů podle úrovně vzdělávání se v Evropě a v USA lišilo. Studie realizované na amerických univerzitách se orientovaly na výzkum zejména terciární sféry vzdělávání. V USA byly první doktoráty v didaktice přírodních věd uděleny již v roce 1930 na *Pedagogické fakultě Columbijské univerzity* (Teachers College, Columbia University, N. Y.). V letech 1934–1960 přiznalo 54 různých institucí 564 doktorátů z didaktik přírodovědných oblastí. V roce 1979 přijalo 67 vysokých škol v USA 244 dizertačních prací z didaktik přírodovědných oborů, v letech 1970–1980 to bylo 2100 prací (Brockmeyerová-Fenclová, 1997); tzv. *Largest Doctoral Programs* bylo možné v letech 1960–1980 studovat na 35 vysokoškolských vzdělávacích institucích.

Yager (1978) publikoval na konci 70. let analýzu obhájených dizertačních prací s přírodovědnědidaktickou orientací podle klasifikace *Národního institutu vzdělávání* (National Institute of Education – NIE) a *Národní asociace pro výzkum v přírodovědném vzdělávání* (National Association

for Research in Science Teaching – NARST) (Yager, 1978). Tato klasifikace měla následující úrovně: vstupní podmínky, interakce a výsledky výuky.

Vstupní podmínky zahrnovaly charakteristiku žáka/studenta (např. zájem, zkušenosti, postoje, kognitivní vývoj), charakteristiku učitele (názory, příprava, osobnostní rysy atd.), přírodní vědy a jejich výuku (obsah, proces výuky, kurikulární struktura atd.), školní klima (byrokracie, politika, společenský vliv apod.), sociální imperativy (např. kvalita prostředí, společenský pohled na přírodní vědy a technologie, zdraví a zdravý životní styl), domácí prostředí (rodinné podmínky a funkce, názory aj.), vybavení pro přírodovědnou výuku (např. školní třída/laboratoř, rozpočet), cíle (filosofické postoje, školní rada a jiné vlivné skupiny atd.). Mezi interakce byly zařazeny: metodika výuky (např. postupy ke zlepšování výuky), vyučovací styl (např. rysy chování učitelů), sociální klima (způsoby interakcí mezi učiteli a žáky/studenty při skupinové výuce aj.), implementace kurikula (např. jaké je uspořádání učiva ve vztahu k žákům/studentům), systém pro změnu (školní politika, učitelovy a/nebo žákovy/studentovy vnitřní postoje atd.). Výsledky výuky obsahovaly výkony žáků/studentů (např. testové skóre, různá měření), postoje žáků/studentů (mínění o přírodních vědách a jejich výuce aj.), změny chování žáků/studentů, změny chování učitelů, přírodovědnou gramotnost (např. jaký smysl mají větší znalosti, limity a hodnoty přírodních věd), přípravu pro praktická povolání s přírodovědnou orientací, institucionální efektivitu, neočekávané jevy (nebo nechtěné a neplánované).

Další z institucí působících v USA – *Association for the Education of Teachers in Science* – AETS vydala v letech 1966 a 1974 základní doporučení pro realizaci doktorského stupně v přírodovědném vzdělávání (*AETS: Guidelines for the Doctorate in Science Education*, 1966; *AETS: Guidelines for the Doctorate in Science Education*, 1974). Původní směrnice AETS z roku 1966 kladla značný důraz na vzdělání v daném přírodovědném oboru a oborech souvisejících. Požadovala magisterské vzdělání v jedné z přírodních věd, tj. biologii, chemii, fyzice, geologii či geografii, studium historie nebo filosofie přírodních věd a také absolvování kurzu statistiky a matematiky. Důležitou součástí studia pak samozřejmě byly kurzy pedagogiky a psychologie, přehled o přírodních vědách a jejich místě v kurikulu přírodovědných předmětů, profesionální aktivity spojené s pedagogickou činností studenta i zapojení do výzkumných projektů s tematikou přírodovědného vzdělávání. V rámci dizertační práce bylo požadováno, aby student explicitně vyjádřil schopnost plánování a zpracování určitého významného tématu jako samostatné studie. Kvalita studie měla být na úrovni publikovatelné jako konferenční příspěvek nebo článek v odborném časopise. Upravené směrnice AETS z roku 1974 již zcela jednoznačně vymezovaly program doktorského studia zaměřeného na přírodovědné vzdělávání (viz **Exkurs 7.2**).

Exkurs 7.2: AETS – program doktorského studia zaměřeného na přírodovědné vzdělávání

AETS stanovila následující požadavky na program doktorského studia zaměřeného na přírodovědné vzdělávání:

1. Přírodovědné kompetence – studium by mělo mít dostatečný rozsah v přírodních vědách; celkové zaměření vědecké práce by mělo pomoci vytvořit integrující pohled na přírodní vědy a vzájemné souvislosti mezi nimi a společností.
2. Kompetence v oblasti sociálního kontextu učení – porozumění školní organizaci, sociálně-ekonomickým a politickým zájmům, které ovlivňují vzdělávání; porozumění změnám v procesu učení.
3. Kompetence v plánování a tvorbě kurikula – znalost principů z oborů sociologie, antropologie, psychologie a komunikační vědy a použití poznatků těchto věd k identifikaci cílů přírodovědného vzdělávání a plánování jeho kurikula.
4. Kompetence výukového procesu – dovednosti analyzování a hodnocení plánů pro tvorbu kurikula, výukových materiálů a vyučovacích strategií; znalosti obsahu a technologií se schopností jejich adaptace v nových situacích.
5. Kompetence hodnocení výuky – schopnosti objektivně interpretovat výsledky výuky ve vztahu k podmínkám jejich dosažení; schopnost komunikace s jinými učiteli při komparaci výukových postupů a výsledků.
6. Kompetence výzkumné činnosti – dovednosti odhalovat důležité otázky, transformovat je do operační formy, formulovat testovatelné hypotézy, využívat získávání a zpracování dat pomocí analytických postupů; schopnost účelně interpretovat a sdělovat výsledky bádání.
7. Kompetence v administraci – schopnost komunikovat s úřady a agenturami podporujícími výzkumnou činnost; dovednost administrace grantových projektů.
8. Kompetence dovedností jednání s lidmi – schopnost dalšího vzdělávání a zlepšování vlastních schopností, reflektivního myšlení a operativního přístupu ke změnám podmínek, dovednost naslouchání druhým a schopnost konstruktivních přístupů k řešení problémů.

AETS a její požadavky na program doktorského studia přírodovědného vzdělávání jsou inspirací i v současnosti

Lze konstatovat, že i když od vydání těchto směrnic uplynulo již čtyřicet let, jsou svým obsahem stále vysoce aktuální a přínosné i pro dnešní dobu. Nejenže získávání kompetencí 1–5 (viz **Exkurs 7.2**) patří i nyní ke standardům doktorského studia v rámci didaktiky chemie, ale ukazuje se, jak i rozvíjení kompetencí 6–8 je mimořádně důležité.

7.3.3 Výzkumná zaměření oboru a jejich klasifikace u nás

Podívejme se nyní na zaměření výzkumu v dizertačních pracích u nás. Dizertací obhájěných v období 1972–1994, kdy probíhala vědecká příprava v oboru *Teorie vyučování chemii* v České republice a na Slovensku, bylo vzhledem k počtu prací v USA a v Německu relativně málo, pouze čtyřicet pět. Z nich byla více než polovina zaměřena na sekundární úroveň vzdělávání (57,9 %), 11,2 % prací bylo věnováno některé oblasti v rámci vzdělávání učitelů. Zajímavý byl velký počet dizertací bez konkrétní specifikace na určitou úroveň vzdělávání (17,8 %). Jednalo se o dizertační práce zasahující jak úroveň sekundárního vzdělávání, tak úroveň přípravy a dalšího vzdělávání učitelů. Na mimoškolní vzdělávání se v uvedeném období u nás nezaměřovala žádná práce. Zaměření dizertací podle oblasti výzkumu bylo v průběhu více než 20 let, kdy tato vědecká příprava probíhala, poměrně různorodé, jak ukazuje **Tabulka 7.1** (Čtrnáctová, 2008).

Jaké bylo zaměření doktorského studia Teorie vyučování chemii u nás

Tabulka 7.1

Tematické zaměření dizertací z didaktiky chemie v Československu (1972–1994)

Tematické zaměření	Počet prací
Chemické kurikulum – vývoj a modely výuky	5
Inovace vybraných témat učiva chemie	8
Použití prostředků ICT ve výuce chemie	6
Výukové prostředky pro výuku chemie	3
Rozvoj myšlení a poznávacích činností žáků v chemii	9
Chemické experimenty ve výuce	10
Hodnocení a diagnostika ve výuce chemie	4

Převzato z Čtrnáctová (2008).

Sledujeme
významná
témata didaktiky
chemie řešená
u nás v období
1972–1994

Nejvíce dizertačních prací bylo v tomto období věnováno chemickým experimentům (22,2 %). Značná část dizertací byla zaměřena na zjišťování souvislostí mezi rozvojem myšlení žáků a jejich poznávacích činností a výukou chemie (20,0 %). Inovaci učiva chemie, tzn. převážně zpracování odborných témat pro výuku předmětu se věnovalo 17,8 % prací, na oblast diagnostiky a hodnocení výuky se zaměřilo jen 9 % prací. Využití ICT ve výuce chemie řešilo 13,3 % prací, další výukové prostředky pouze 6,7 %. Otázkám pojetí výuky chemie a chemického kurikula se věnovalo jen 11,1 % prací. Jedním z důvodů byla nepochybně nová koncepce výuky chemie, která byla v polovině 70. let 20. století stanovena MŠMT a postupně vcházela v platnost právě v letech 1976–1988.

V období následujících deseti let, jak již bylo zmíněno, nebylo doktorské studium v oboru didaktiky chemie v ČR akreditováno. V roce 2003 získala akreditaci doktorského studia Vzdělávání v chemii PŘF UK v Praze a v roce 2007 akreditaci doktorského studia Didaktika chemie PŘF UP v Olomouci. Obě fakulty byly úspěšné i při následné akreditaci tohoto studia v letech 2011 a 2012, tentokrát již pod společným názvem Didaktika chemie. V roce 2013 byla udělena akreditace doktorského studia oboru Didaktika chemie PŘF UHK v Hradci Králové.

Zahájení DS
v didaktice chemie
na začátku nového
třicetiletí

Uvedeme si stručnou rekapitulaci a přehled témat prací doktorského studia Vzdělávání v chemii za deset let jeho existence vzhledem k velkému počtu studentů i obhájených prací v tomto studiu (Čtrnáctová, 2013). Z celkového počtu 90 přijatých studentů jich 15, tj. 16,66 % ukončilo studium (většinou na vlastní žádost), aniž by ho úspěšně dokončili; z tohoto počtu bylo 70 % studentů kombinované formy studia a 30 % studentů prezenční formy studia. V akademickém roce 2013/2014 již 28 studentů, tj. 32 % z celkového počtu přijatých studentů, studium absolvovalo úspěšně a získalo titul Ph.D. Průměrný počet absolventů v jednom školním roce je tedy 2–4. Pouze dva studenti studium ukončili do tří let, osm studentů do čtyř let, čtyři studenti využili maximální dobu studia, tj. osm let. Průměrná doba studia úspěšných absolventů je v současnosti 5,46 roků. Témata prací doktorského studia Vzdělávání v chemii jsou poměrně různorodá a vycházejí za zájmu studentů a odborného zaměření jejich školitelů. V současnosti v tomto doktorském studiu působí celkem 22 školitelů, a to nejen z Přírodovědecké fakulty UK v Praze, ale

i z dalších šesti vysokých škol v ČR. Přehled zvolených témat dizertačních prací v období let 2004–2014 ukazuje **Tabulka 7.2** (Čtrnáctová, 2013).

7

Tabulka 7.2

Tematické zaměření dizertací z didaktiky chemie na PŘF UK v Praze (2004–2014)

Tematické zaměření	Počet prací
Chemické kurikulum v ČR a EU	5
Inovace vybraných témat učiva chemie	14
Prostředky ICT ve výuce chemie	18
Výukové prostředky pro výuku chemie	5
Aktivizace ve výuce chemie	16
Chemické experimenty ve výuce	9
Hodnocení a diagnostika ve výuce chemie	2
EVVO a mezipředmětové vztahy	4
Vzdělávání učitelů chemie	2

Poměrně malá část studentů (6,7 %) si zvolila jako téma dizertační práce srovnání a hodnocení chemického kurikula na úrovni primárního nebo sekundárního vzdělávání v České republice a ve vybraných evropských zemích. Větší pozornost (18,7 %) je věnována obsahové inovaci vybraných částí učiva chemie – nejčastěji je voleno učivo biochemie, dále pak učivo chemie analytické, anorganické a organické. Obvykle jsou tyto práce spojeny s teoretickou analýzou a praktickou tvorbou výukových materiálů k vybraným částem učiva chemie. V současnosti je nejvíce prací (24,0 %) zaměřeno na využití moderních informačních a komunikačních technologií (ICT) ve výuce chemie. Jde obvykle o multimediální podporu výuky chemie, jako jsou digitalizované experimenty, PowerPointové prezentace, animace, počítačové modelování, podcasty, databáze úloh či experimentů a další materiály. Aktivizaci a motivaci ve výuce chemie se věnuje 21,3 % prací. Zaměřují se na teoretické aspekty, tvorbu a praktické využití takových metod, jako jsou problémové úlohy a postup jejich řešení, didaktické hry, projektová výuka, výuka s využitím experimentu a v posledním období také badatelsky orientovaná výuka chemie na různých úrovních školy. Klasické výukové prostředky si jako téma práce zvolilo 6,7 % studentů. Jde zejména o tvorbu a využití modelů v chemii, demonstrace struktury chemických látek a dějů apod. Chemické experimenty a jejich uplatnění ve výuce chemie patří stále k vyhledávaným tématům dizertačních prací (12,0 %). Tyto práce se zaměřují na různé aspekty chemického experimentu – nejvýznamnějšího prostředku pro výuku chemie jak z hlediska obsahu, tj. vyhledávání nových experimentů, vhodných pro výuku nebo modifikace experimentů známých, tak z hlediska metodického, tj. různých způsobů zařazení a využití chemického experimentu ve výuce. Dosud pouze 5,3 % prací se zaměřilo na problematiku environmentální výchovy, vzdělání a osvěty (EVVO), mezipředmětové vztahy a integraci přírodovědných předmětů. Tématu hodnocení a diagnostiky ve výuce chemie a vzdělávání učitelů chemie se zatím shodně věnovala 2,7 % dizertačních prací.

Sledujeme významná témata didaktiky chemie řešená u nás v období 2004–2014

Porovnáme-li témata volená v období 1972–1994 a v letech 2004–2014, zjistíme, že zkoumané oblasti se rámcově příliš nezměnily, i když jejich obsah se postupně posouvá k aktuálním otázkám daných oblastí; nově se objevily oblasti environmentální výuky a komplexní přístup ke vzdělávání učitelů chemie. Zatímco zájem o zkoumání chemického kurikula u nás či v zahraničí, stejně jako oblast chemických experimentů, se v období 2004–2014 snížily na polovinu a oblast hodnocení výsledků výuky dokonce na třetinu, oblast inovace vybraného učiva, oblast poznávacích činností a aktivizace žáků ve výuce nebo oblast zkoumání výukových prostředků zůstala téměř na stejné úrovni. Výrazné zvýšení zájmu nastalo v oblasti ICT a jejich aplikací, a to na dvojnásobek ve srovnání s předchozím obdobím.

Základními problémy výzkumu, řešenými v didaktice chemie u nás, se z tohoto pohledu jeví:

- výzkumy zaměřené na prostředky ICT ve výuce chemie (zjišťování stavu v zabezpečení výuky chemie ICT, nové možnosti ICT v chemii, školní chemické experimenty s podporou ICT, prezentace a výukové programy a další);
- aktivizace ve výuce chemie (metody a formy aktivizace žáků, výukové materiály pro aktivní práci žáků, badatelsky orientovaná výuka chemie – zkoumání potřebných dovedností a tvorba metodických a výukových materiálů a další);
- inovace vybraných témat učiva chemie (analýzy našich i zahraničních kurikulárních dokumentů a učebnic s cílem vybrat vhodná témata pro aktualizaci a inovaci, učební texty zaměřené na aktualizaci témat výuky či zpracování nových témat učiva a další).

7.3.4 Výzkumná zaměření oboru v rámci EU

Podívejme se nyní na doporučení, která jsou k zaměření současného výzkumu v didaktice chemie formulována na úrovni Evropské unie (EU). De Jong et al. (2002) ve své studii o empirickém výzkumu v chemickém vzdělávání (v didaktice chemie), zpracované pro *Divizi chemického vzdělávání* EuCheMS, si kladou zásadní otázku: Proč provádět výzkum v chemickém vzdělávání? Odpověď není možná bez širšího zamyšlení, bez kontextu individuálních a společenských požadavků na chemické a v obecnější rovině na přírodovědné vzdělávání. Poznatky přírodních věd a nejrůznější technologie nás obklopují téměř na každém kroku. Stále více pracovních příležitostí vyžaduje přípravu v přírodovědných disciplínách. V médiích a v mnohých situacích každodenního života jsou lidé konfrontováni s vědeckými termíny, názory či výsledky výzkumu. Přírodovědné vzdělávání by jim mělo být s to pomoci při formování kritického pohledu na nejnovější technologie i situace každodenního života a jejich souvislosti. Přesto je výuka přírodovědným předmětům, včetně chemie, zvláště v rámci všeobecného vzdělávání doprovázena řadou problémů. Mnoho žáků ji považuje za obtížnou a nezáživnou, dokonce se vyskytují pochybnosti o její potřebnosti. I učitelé přírodovědných předmětů si

stěžují na přetěžování žáků při dodržování obecně závazných kurikulů na nejasnou strukturu učiva i na absenci aktuálních témat. Potřebné změny by zasluhovala i pregraduální příprava učitelů chemie orientovaná doposud více na obsah vzdělávání než na jeho metody, prostředky a formy, tedy hledat cestu k přípravě učitelů – profesionálů ve své činnosti.

Co je tedy v nejširším slova smyslu úkolem výzkumné činnosti v didaktice chemie? Hledání cest, na kterých se učitelé spolu s žáky zabývají chemií a z nichž si obě strany odnášejí pozitivní zkušenosti a vědomosti jako základ pro tzv. přírodovědnou gramotnost. Autoři uvedené studie považují v didaktice chemie za obzvlášť významné následující tři oblasti výzkumné činnosti:

1. učení (*learning*) – oblast se zaměřením na způsoby učení se chemie, v níž jde převážně o zkoumání žákova/studentova pojetí výuky, prekonceptů a konceptů chemických pojmů, způsoby řešení problémů, obtíže s abstraktním charakterem řady interpretací chemických jevů apod.;
2. vyučování (*teaching*) – oblast se zaměřením na způsoby vytváření optimálních podmínek pro učení, v níž jde hlavně o evaluaci nejrůznějších výukových prostředků (např. učebnic, experimentů, ICT aj.) a kurikulární tvorby;
3. podmínky výuky (*educational context*) – oblast se zaměřením na další faktory, které ovlivňují nebo mohou ovlivňovat výuku (tj. vyučování a učení se) chemii, kam patří kromě jiného studium výsledků učení v závislosti na pohlaví učících se, kulturních a sociálních vlivech, interakcích mezi jednotlivci, skupinové výuce a dalších.

Autoři studie zároveň konstatují, že téměř všechny evropské výzkumné týmy zabývající se chemickým vzděláváním jsou v současnosti relativně malé, i když evropská kooperace a koordinace projektů mezi těmito skupinami postupně narůstá. Tyto snahy a další komunikace vědeckých pracovníků na mezinárodních sympóziích, konferencích, seminářích a jiných akcích přispívají k budování tzv. “research community” didaktiky chemie.

Příkladem jsou pravidelné konference ECRICE (*European Conference on Research in Chemistry Education*) k výzkumu v chemickém vzdělávání a konference *European Variety in Chemistry Education* organizované Divizí chemického vzdělávání EuCheMS (dříve FECS), které se konají od roku 1992, resp. od roku 2001, evropské konference *Mezinárodní rady asociací přírodovědného vzdělávání* (ICASE), konané od roku 1988, konference *Evropské asociace výzkumu v přírodovědném vzdělávání* (ESERA), které se konají od roku 1995, nebo světová sympozia *Mezinárodní organizace pro přírodovědné a technické vzdělávání* (IOSTE), konané od roku 1986. Významné jsou i konference doktorandů z didaktik přírodovědných předmětů, jakou je např. Pan-evropská letní škola pro vědecké pracovníky v přírodovědném vzdělávání (*Pan-European Summer School for Researchers in Science Education*), pořádaná od roku 1993. Aktivní

Směry výzkumu
v didaktice chemie
jako inspirace
pro ČR

Využíváme
mezinárodní
setkání k navázání
vzájemné
spolupráce

účast našich didaktiků chemie na těchto akcích je bezesporu přínosná a dává nám možnost uplatnění v evropském a světovém kontextu, jak dokládají příklady publikací (Čtrnáctová & Čížková, 2002, 2006; Čtrnáctová et al., 2011).

Témata těchto konferencí a sympózií zároveň reprezentují trendy současného výzkumu v didaktice chemie, resp. v didaktikách přírodovědných předmětů (viz [Exkurs 7.3](#) a [7.4](#)).

Témata setkání
didaktiků chemie
a přírodních
věd inspirují
další směřování
výzkumu

Exkurs 7.3: Tematické okruhy konferencí ESERA

Nejvýznamnější výstupy z konferencí ESERA jsou v pravidelných intervalech publikovány jako souhrnné studie. Příkladem je publikace *Research and the Quality of Science Education* (Boersma et al., 2005), kde jsou uvedena tato hlavní témata výzkumu z období 2001–2005:

- kvalita přírodovědného vzdělávání (The Quality of Science Education)
- inovace v přírodovědném kurikulu (Science Curriculum Innovation)
- vzdělávání učitelů přírodních věd (Science Teacher Education)
- výukové sekvence v přírodovědném vzdělávání (Teaching-Learning Sequences in Science Education)
- výuka filosofie přírodních věd (Teaching the Nature of Science)
- modely, modelování a analogie v přírodovědném vzdělávání (Models, Modelling and Analogies in Science Education)
- diskurs a argumentace v přírodovědném vzdělávání (Discourse and Argumentation in Science Education)
- výuka přírodovědných konceptů (Teaching and Learning Scientific Concepts).

Exkurs 7.4: Tematické okruhy konference ECRICE

Jako příklad zcela aktuálních témat, která jsou řešena na úrovni EU v oblasti didaktiky chemie, lze uvést hlavní témata konference ECRICE 2014:

- nové trendy výzkumu v chemickém vzdělávání (New Trends in Chemistry Education Research),
- chemické vzdělávání zaměřené na žáky/studenty (Student-centered Chemistry Education),
- ICT v chemickém vzdělávání (ICT in Chemistry Education),
- nová učební prostředí (Novel Learning Environments),
- činnost a vnímaná profesní zdatnost žáka/studenta chemie (Chemistry Learner's Agency and Self-efficacy),
- učení a osvojování chemických dovedností (Learning and Acquiring Chemistry Skills),
- reprezentace a kontext (Representations and Context),
- hodnocení a evaluace (Assessment and Evaluation),
- nový chemický výzkum a chemické vzdělávání (Novel Chemistry Research and Chemistry Education).

Z uvedených tematických okruhů, které ukazují zaměření výzkumu v didaktice chemie u nás i v EU, je zřejmé, že jeho hlavním smyslem je vést ke zkvalitnění přípravy, realizace a hodnocení chemického vzdělávání na jeho jednotlivých úrovních. Nezbytným předpokladem naplnění tohoto cíle pak je neustálá pozornost, kterou je třeba věnovat pregraduálnímu a postgraduálnímu vzdělávání učitelů chemie.

7.4 Didaktika chemie v chemickém vzdělávání

Chemické vzdělávání se realizuje na více úrovních (Kapitola 7.3.1), ale zcela dominantní postavení má výuka chemie na základních školách a středních školách, která zasahuje prakticky celou populaci. Chemie byla mezi vyučovací předměty zařazena již v polovině 19. století, a to nejprve na středních školách a posléze i na měšťance (2. stupeň ZŠ). Zpočátku byla spojována s jinými přírodovědnými předměty (spojení chemie a fyziky, tzv. přírodopyt se na měšťance udržel až do konce 40. let 20. století), ale postupně se zcela osamostatnila. Dnes patří mezi přírodovědné předměty, které mají své stálé místo ve výuce na všech ZŠ a na většině SŠ v ČR. Svědčí o tom mimo jiné i její hodinová dotace v učebních plánech. Ta se v posledních čtyřiceti letech příliš nezměnila, podle učebních plánů platných v letech 1976–1990 i podle současně platných učebních plánů se chemie vyučuje obvykle dvě hodiny týdně ve dvou ročnících na ZŠ a v rozmezí od dvou až tří hodin týdně v jednom ročníku na některých typech SOŠ a SOU až ke dvou až třem hodinám týdně ve třech ročnících na gymnáziích a vybraných SOŠ a SOU. Na rozdíl od téměř neměnné hodinové dotace je zřejmé, že obsah a metody výuky chemie na úrovni ZŠ a SŠ by se měly měnit a odrážet nejen úroveň rozvoje chemických oborů a jejich aplikací v praxi a požadavky společnosti na výuku tohoto předmětu, ale také nové poznatky z oborů pedagogicko-psychologických a didaktiky chemie.

Význam oboru
pro výuku chemie
na ZŠ a SŠ

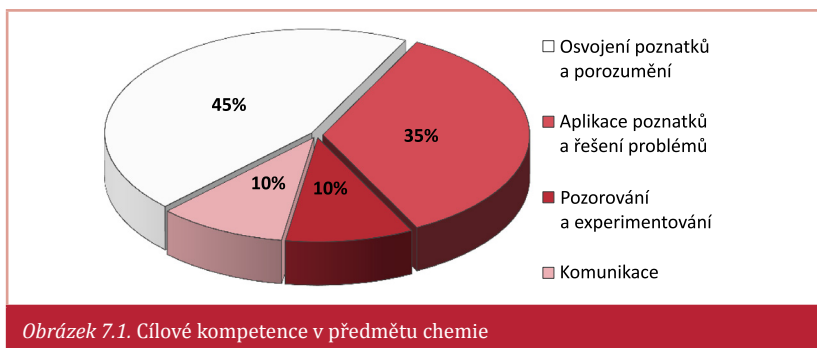
7.4.1 Pojetí výuky chemie – vývoj a současnost

Pojetí, obsah a metody výuky chemie na základních a středních školách určovaly v letech 1976–1990 závazné učební osnovy, podle kterých se poprvé začala chemie vyučovat na ZŠ ve školním roce 1982/1983 a na SŠ ve školním roce 1984/1985 v souvislosti s realizací dokumentu *Další rozvoj čl. výchovně vzdělávací soustavy* z roku 1976. Začátkem 90. let minulého století přestaly být podle rozhodnutí MŠMT tyto učební osnovy pro výuku chemie závazné a řada škol si sestavovala jejich nejrůznější modifikace. Úroveň výuky chemie se tak i na školách stejného typu začala dosti lišit. Proto v polovině 90. let přistoupilo MŠMT k vydání vzdělávacích standardů (*Standard základního vzdělávání*, 1995; *Standard vzdělávání ve čtyřletém gymnáziu*, 1996; *Standard středoškolského odborného vzdělávání*, 1997) a posléze i učebních plánů a učebních osnov pro ZŠ a SŠ (*Vzdělávací program Základní škola*, 1996; *Učební osnovy všeobecně vzdělávacích předmětů pro střední odborné školy*, 1998; *Učební dokumenty pro gymnázia*, 1999). Navzdory všem těmto změnám se koncepce výuky chemie zavedená v 80. letech minulého století, příliš nezměnila.

Charakterizujeme
současnou výuku
chemie na ZŠ a SŠ

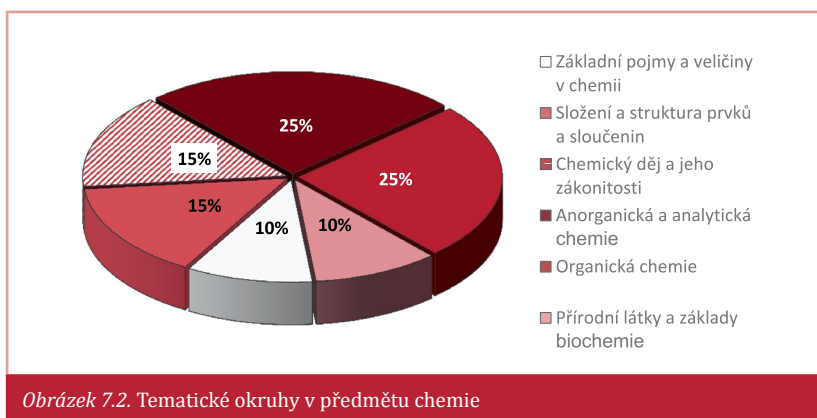
Určité změny v pojetí výuky chemie se pokusil vnést *Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky – chemie* (dále jen *Katalog*) (Čtrnáctová et al., 2000) vydaný poprvé na podzim roku 2000. *Katalog*, který byl samozřejmě primárně určen pro maturanty z chemie a jejich vyučující na rozdíl od učebních osnov neobsahoval pouze jednotlivé pojmy učiva, ale vymezoval cílové kompetence, tematické okruhy

a specifické cíle předmětu chemie. Cílové kompetence byly členěny podle úrovně osvojení učiva do čtyř kategorií: osvojení poznatků a porozumění, aplikace poznatků a řešení problémů, pozorování a experimentování, komunikace. Na jednotlivé kategorie byl přitom v chemii kladen rozdílný důraz, jak ukazuje **Obrázek 7.1**.



Dále byly stanoveny tematické okruhy předmětu chemie, jejichž zastoupení ve výuce chemie podle jejich rozsahu ukazuje **Obrázek 7.2**.

Hodnotíme kompetence a témata ve výuce chemie na SŠ dle Katalogu požadavků ke společné maturitě



Hlavní částí *Katalogu* pak byly specifické cíle, které vznikly rozpracováním jednotlivých témat uvedených v tematických okruzích podle kategorií cílových kompetencí a byly formulovány jako výstupní požadavky na vědomosti a dovednosti žáků SŠ. Původní počet 810 specifických cílů předmětu chemie byl postupně snížen na 510 specifických cílů, což představovalo výraznou redukci pojmů ve výuce chemie a posunutí důrazu na oblast porozumění, aplikace a řešení problémů, pozorování a experimentování a komunikace. Přestože termín společné maturity byl neustále oddalován (původně jím měl být rok 2004) a po jejím zavedení v roce 2011 byla po dvou letech možnost maturity z chemie, stejně jako z ostatních volitelných předmětů, zrušena, tvořil *Katalog* významný mezník v tvorbě nových kurikulárních dokumentů pro výuku chemie na počátku 21. století.

V návaznosti na přípravu společné maturity a v souvislosti s dalšími dokumenty ČR i EU, týkajícími se vzdělávání začala počátkem nového tisíciletí probíhat příprava kurikulárních dokumentů, které měly odrážet současné požadavky na výuku mladé generace. Jednalo se především o rámcové vzdělávací programy (RVP, 2005), které spojily přírodovědné předměty – fyziku, chemii, biologii, geografii a geologii do vzdělávací oblasti *Člověk a příroda* a měly žákům umožnit získat požadovanou úroveň moderního přírodovědného vzdělání (Maršák et al., 2007; Pumpr et al., 2005). Jeho nezbytným předpokladem bylo, že se do něj musí promítnout jak rozvoj dovedností využívat poznatky a metodologii současného přírodovědného poznávání, tak i jeho etické hodnoty a praktické aplikace. Cíle oblasti byly proto stanoveny na vysoké úrovni a vycházely z toho, že přírodovědné vzdělávání má žáky směřovat k hledání zákonitých souvislostí mezi poznávanými aspekty přírodních objektů či procesů, a nikoli jen k jejich pouhému zjištění, popisu nebo klasifikaci. Při studiu těchto objektů a procesů je pro komplexní poznání nezbytná integrace různých oborů (Kolářová, Čížková, & Čtrnáctová, 2003) a využití jejich společné metodologie, která používá souběžně empirické prostředky (tj. pozorování, měření a experimenty) a prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Společné jsou i hodnotové a morální aspekty přírodních věd, jejichž nejvyšší hodnotou by měla být objektivita a pravdivost poznávání. Dosažení těchto cílů v chemii tedy předpokládalo, že žák bude po absolvování výuky schopen porozumět chemickým pojmům, vztahům a zákonitostem, využívat je a integrovat při řešení problémů výzkumného i praktického rázu, provádět objektivní pozorování, měření a experimenty, zpracovávat a interpretovat získaná data a hledat mezi nimi vzájemné souvislosti, předvídat průběh vybraných chemických procesů a aktivit člověka a jejich dopadů na biosféru i sociosféru. K tomu měla napomoci i struktura oboru chemie, který zahrnuje očekávané výstupy a přehled učiva chemie.

Spojení
přírodovědných
předmětů
do oblasti Člověk
a příroda

I když se na přípravě RVP podíleli odborníci z různých disciplín včetně didaktiky chemie, ve výsledku v oboru chemie v oblasti *Člověk a příroda* převládaly především v RVP pro gymnázia (RVP G) požadavky škol ponechat stanovení obsahu a metod výuky víceméně na nich. Již z pouhého porovnání rozsahu textu, který specifikuje výuku chemie v kurikulárních dokumentech, je zřejmý značný rozdíl. Zatímco *Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky – chemie* uvádí specifické cíle výuky chemie na 8,5 stránkách, jsou očekávané výstupy a obsah učiva pro dva ročníky ZŠ v RVP ZV (2005) uvedeny na třech stránkách a v RVP G (2007) dokonce pouze na dvou stránkách textu. V učivu ZŠ jsou např. jako základní témata uvedena: Pozorování, pokus a bezpečnost práce; Směsi; Částicové složení látek a chemické prvky; Chemické reakce; Anorganické sloučeniny; Organické sloučeniny; Chemie a společnost. V učivu gymnázia je již provedena redukce pouze na názvy chemických oborů: Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie, Biochemie. Rámcové vzdělávací programy pro všeobecné základní a gymnaziální vzdělávání pro obor chemie tak nepřinášejí, co se týká obsahu a metod výuky, žádné zásadní změny oproti 90. letům 20. století. Obecné cíle stanovené

Čím přispívají RVP
a ŠVP k rozvoji
současné výuky
chemie na ZŠ a SŠ

v úvodní části oblasti *Člověk a příroda* zůstávají pouze výzvou, kterou je možné brát v úvahu. Iniciativa je víceméně v rukou škol při tvorbě vlastních školních vzdělávacích programů (ŠVP). Jak je patrné z jejich analýzy, většina ŠVP pokračuje ve stejné výuce chemie – obsahově i metodicky, jakou realizovala doposud.

7.4.2 Problémy výuky chemie a jak je překonat

Mezi hlavní problémy současné výuky chemie na ZŠ a SŠ bezesporu patří neúměrně rozsáhlý obsah učiva a způsoby jeho prezentace ve výuce. Obecně formulovaná hesla, uvedená v RVP jako očekávané výstupy a obsah učiva chemie, učitelé respektují, ale pro svou reálnou výuku je obvykle považují za málo dostačující. Proto se jim základem pro stanovení obsahu a rozsahu učiva chemie stávají rozmanité učebnice pro ZŠ a SŠ, kterých byla v posledních dvou desetiletích vydána v ČR celá řada. Autoři učebnic se často snažili uvést a popsat řadu i méně významných pojmů z daného tématu a uvádět pojmy další, které se staly součástí oboru v nedávném období. Příkladem může být souhrnná publikace *Přehled chemie pro základní školy*, která obsahuje více než 600 chemických pojmů a termínů (Čtrnáctová et al., 2006) nebo *Přehled středoškolské chemie*, který obsahuje dokonce více než 2000 odborných pojmů a termínů (Vacík et al., 1995). Navíc z mnoha výzkumů týkajících se používání učebnic ve výuce chemie mj. vyplynulo, že nejužívanější učebnice jsou ty, které obsahují pouze výklad jednotlivých pojmů, a to klasickým způsobem 80. let minulého století. Dalším kritériem pro obsah a rozsah učiva se ve výuce chemie na ZŠ a především SŠ stávají požadavky středních, resp. vysokých škol (VŠ) v přijímacím řízení na tyto školy. Proto se učitelé snaží seznámit žáky se značným množstvím pojmů, které jsou uváděny v učebnicích a které učitelé považují za danou normu, aniž by byl dán čas a prostor pro dostatečné osvojení těchto pojmů. Pojmy jsou navíc většinou uváděny pouze teoreticky a často zcela chybí prostor pro jakékoliv jejich praktické ověření. Převažující metodou výuky je stále výklad učitele doprovázený v současnosti prezentací či videoukázkou a propojený s otázkami pro žáky, na které by dle učitele již měli znát správnou odpověď. Důsledkem je pak pouze krátkodobé mechanické zapamatování poznatků bez jejich hlubšího pochopení, bez uvědomění si jejich vzájemných vztahů a schopnosti je dále využívat (Čtrnáctová, 2002; Čížková & Čtrnáctová, 2003).

Které zásadní problémy je třeba řešit v didaktice chemie v souvislosti s výukou chemie na ZŠ a SŠ

V souvislosti s neustálým nárůstem chemických poznatků v posledních desetiletích 20. století a ve snaze zachytit tyto trendy ve výuce chemie byl obsah učiva chemie neúměrně rozšiřován především dalšími teoretickými poznatky a fakty a čas na porozumění a využití těchto pojmů se tím více zkracoval. To vedlo postupně k tomu, že výuka tohoto předmětu na základních a především středních školách se stále více vzdalovala poznatkům a zkušenostem běžného života a ztrácela experimentální charakter. Jedním z perspektivních přístupů pro inovaci obsahu a metod výuky chemie a jejich přiblížení k současným cílům přírodovědného vzdělávání se jeví badatelsky orientovaná výuka – *Inquiry Based Science*

Education (IBSE). Je považována za jeden z přístupů, který může výsledky výuky chemie výrazně zlepšit, a to nejen u nás, ale i v rámci jiných zemí EU. V současnosti se touto skutečností zabývá i EU a věnuje v rámci evropských projektů nemalé prostředky na podporu změny a rozvoje přírodovědného vzdělávání. Za významný mezník pro změny ve výuce přírodních věd se považuje zpráva *Science Education Now* (Rocard et al., 2007), která oficiálně pojmenovala problémy výuky přírodních věd a naznačila způsoby jejich řešení. Jako jedno z východisek současného stavu se jeví právě aplikace přístupu IBSE, což se do češtiny nejčastěji překládá jako *badatelsky orientovaná výuka*. IBSE představuje výuku založenou na vlastním zkoumání žáků, v rámci chemie je to především provádění experimentů, při kterém se uplatňuje řada aktivizujících metod. Jedná se o proces stanovení problému, vyhledávání informací, stanovení a ověřování hypotéz, plánování výzkumu, vlastní experimentování, tvorby modelů, odvození závěrů, diskuze aj. (Čtrnáctová et al., 2013). Lze konstatovat, že tento přístup má všechny předpoklady řešit mnohé nedostatky současné výuky chemie. Proto je mu věnována pozornost v rámci řešení národních i evropských projektů. Příkladem jsou projekty MŠMT: *Podpora technického a přírodovědného vzdělávání* či *Věda není žádná věda* nebo EU: S-TEAM, ESTABLISH, Fibonacci, PRIMAS, MaSciL, PROFILES, TEMI a další, na jejichž řešení se podílejí čeští didaktici chemie. Nové pojetí výuky chemie by podle názoru odborníků na chemické vzdělávání i samotných chemiků mělo splňovat především tato kritéria:

- orientovat výuku chemie k běžnému životu, k využití poznatků chemie v hospodářství, ve farmacii a medicíně, k ochraně a tvorbě životního prostředí, k uplatňování zdravého životního stylu každého člověka i společnosti;
- více využívat jako základ pro výuku chemie experimentální výuku;
- používat pro výuku chemie nejrozličnější způsoby a prostředky včetně ICT.

Vybavení škol pro použití ICT ve výuce se v poslední době dostalo na velmi dobrou úroveň. Běžné jsou počítače a dataprojektory ve třídách, časté jsou i interaktivní tabule a bezdrátové připojení k internetu. Pokud se týká zjištění úrovně materiálního a technického zabezpečení experimentální výuky chemie, byla provedena řada výzkumů a rozsáhlých dotazníkových šetření na ZŠ a SŠ. Z výsledků těchto šetření vyplývají zajímavé závěry. Navzdory našim předpokladům bylo zjištěno, že převážná většina sledovaných škol má odpovídající materiální a technické vybavení a učitele, kteří si jsou vědomi významu experimentální práce ve výuce chemie. Reálně však takovou výuku vede pouze malý počet dotázaných. Jedním z důvodů je již zmíněné množství učiva, druhým je skutečnost, že se vyučující necítí pro takový způsob výuky dostatečně připraveni (Švandrlíková, 1999; Sloup, 2014). Tato zjištění nás přesvědčila o nutnosti podílet se na jedné straně na dalším rozpracování nového obsahu a metod výuky chemie na ZŠ a SŠ a na druhé straně připravovat takové studijní programy pregraduální i postgraduální didaktické přípravy učitelů chemie, které zajistí jejich připravenost na současnou výuku.

Nové přístupy
k výuce chemie
v rámci EU

Rozvíjení nových
výukových
přístupů ve výuce
chemie u nás

Vzdělávání učitelů chemie má dvě úrovně, kterým je třeba věnovat intenzivní pozornost, a to úroveň: (1) pregraduálního a (2) postgraduálního studia učitelů chemie.

7.5.1 Pregraduální studium učitelů chemie

Vzdělávání budoucích učitelů chemie má v ČR dlouholetou tradici. Učitelé základních škol byli pro svou profesi připravováni od 50. let 20. století ve čtyřletém studiu na pedagogických fakultách, učitelé středních škol v pětiletém studiu na fakultách přírodovědeckých. S přijetím dokumentu *Další rozvoj čsl. výchovně-vzdělávací soustavy* v roce 1976 došlo v souvislosti se zásadními změnami v celém vzdělávacím systému i ke změně ve vzdělávání budoucích učitelů chemie. Výuka na pedagogických a přírodovědeckých fakultách byla sjednocena jak po formální, tak i obsahové stránce. Budoucí učitelé byli na obou typech škol připravováni pro výuku v 5.–12. ročníku, tj. na 2. stupni ZŠ a na všech typech SŠ, ve dvouoborových aprobačních v pětiletém vysokoškolském studiu, od 90. let 20. století pak formou souvislého pětiletého magisterského studia. V této době začala také pracovat při MŠMT Akreditační komise, která hodnotila výuku na jednotlivých školách a některým pedagogickým fakultám doporučila pouze přípravu učitelů základních škol. Studijní plány učitelů chemie zůstávaly však podobné; byla v nich zastoupena odborná příprava ve dvou aprobačních předmětech, příprava pedagogicko-psychologická a příprava oborovědidaktická. Na počátku nového tisíciletí dochází v souvislosti s přijetím *Boloňské deklarace* ve vysokoškolském studiu učitelství k zásadní změně – studium učitelství je na jednotlivých fakultách postupně (podobně jako ostatní obory) rozděleno na studium dvoustupňové, tj. bakalářské a navazující magisterské studium.

Pregraduální vzdělávání učitelů chemie všeobecného zaměření u nás zajišťuje v současnosti čtrnáct fakult na devíti vysokých školách univerzitního typu, které mají přírodovědné nebo pedagogické zaměření. Na všech uvedených fakultách probíhá příprava učitelů chemie ve strukturované formě studia; bakalářské studium je tříleté, navazující magisterské studium dvouleté. Již samotné názvy akreditovaných bakalářských a navazujících magisterských studijních oborů jsou však poměrně rozdílné a tento rozdíl se pak projevuje i v různorodosti jejich studijních plánů. Na pedagogických fakultách je v bakalářském studiu většinou hlavním programem Specializace v pedagogice, na přírodovědeckých fakultách pak Chemie; jednotlivé obory se často nazývají Chemie se zaměřením na vzdělávání. Už z názvu je tak patrný důraz na obor chemie v tomto studiu. V navazujícím magisterském studiu opět většina pedagogických fakult nazývá hlavní program Učitelství pro základní, resp. střední školy, na přírodovědeckých fakultách pak obvykle je hlavním programem Chemie; jednotlivé obory se většinou nazývají Učitelství chemie pro 2. stupeň základní školy nebo Učitelství chemie pro střední školy. Důraz v tomto studiu je kladen na profesi učitelství, tedy na pedagogicko-psychologické disciplíny a didaktiku chemie. Studenti obvykle v obou

Charakterizujeme
současnou
pregraduální
přípravu učitelů
chemie v ČR

stupních studia zároveň studují další obor zaměřený na vzdělávání, resp. učitelství pro základní nebo střední školy – v kombinaci s chemií nejčastěji biologii, fyziku či matematiku (Čerňanská, 2011). Počet studentů se pohybuje v bakalářském studiu v rozmezí 5–25 studentů v ročníku, v navazujícím magisterském studiu v rozmezí 0–20 studentů v ročníku. Zajímavé je, že více studentů vykazuje vysoké školy na Moravě, zatímco nízký počet studentů je typický pro oblast severních, jižních a západních Čech. S tím pak souvisí obtížná zaměstnatelnost učitelů chemie na území Moravy a jejich nedostatek v uvedených oblastech Čech. Z uvedených údajů je také patrné, že na obory učitelství chemie se příliš mnoho studentů nehlásí, takže téměř každý zájemce je přijat, což samozřejmě kvalitu učitelů chemie značně limituje.

Dalším problémem je, že v rámci strukturovaného studia dochází k oddělení odborné přípravy, která probíhá převážně v bakalářském studiu, a přípravy pedagogické, psychologické a didaktické, která je převážně realizována v navazujícím magisterském studiu. Jak vypadá reálná situace ve výuce chemie a didaktiky chemie bylo zjišťováno dotazníkovým šetřením AK v letech 2013–2014, jehož výsledky shrnuje publikace Čtrnáctové (2014). Z provedené analýzy je patrné, že v bakalářském studiu zcela převažují předměty odborné chemie a dalšího oboru (obvykle biologie, fyzika nebo matematika). Pedagogika, psychologie a didaktika chemie, tedy významné obory studia učitelství, jsou zastoupeny v učebních plánech minimálně, nebo se dokonce v bakalářském studiu neobjevují vůbec. Bakalářské studium je zakončeno státní zkouškou z chemie a také témata bakalářských prací si studenti většinou volí z jednoho oboru. Je tedy zřejmé, že bakalářské studium budoucích učitelů chemie je věnováno především odborné přípravě studentů v oborech, které budou po ukončení magisterského studia tvořit jejich aprobaci, zatímco jejich budoucí učitelská kvalifikace se ve studiu uplatňuje minimálně. Náročnost tohoto studia tak spočívá především v tom, že studenti učitelství musí za tři roky zvládnout na poměrně vysoké úrovni dva obory. Z analýzy dotazníkového šetření dále vyplynulo, že ve studijních plánech navazujícího magisterského studia všech fakult je zahrnuta celá řada didaktickochemických předmětů, a to povinných, povinně volitelných i volitelných. Jejich počet se pohybuje v rozmezí 4–18 předmětů na jedné fakultě; celkem bylo uvedeno 120 předmětů, v průměru tedy vychází na jednu fakultu 12 předmětů didaktickochemického zaměření. Z uvedených předmětů je 70 předmětů, tj. 58 % označeno jako povinných. Prakticky ve všech studijních plánech se setkáváme s úvodní obecnou didaktikou chemie (obvykle jeden kurz), po níž následují didaktika obecné a anorganické chemie a didaktika organické chemie a biochemie (obvykle 1–2 kurzy). Nedílnou součástí plánů jsou pak experimenty k jednotlivým částem chemie (obvykle rozdělené na dva kurzy), využití informačních a komunikačních technologií ve výuce chemie a pedagogická praxe.

Z charakteristiky bakalářského a navazujícího magisterského studia plyne, že bakalářské studium je zaměřeno především na chemickou stránku studia, zatímco navazující magisterské studium obsahuje především

Které problémy je třeba řešit v didaktice chemie v souvislosti s pregraduální přípravou učitelů chemie

předměty pedagogicko-psychologické a oborovědidaktické. Obtížnost bakalářského studia spočívá v tom, že veškeré odborně chemické předměty, které byly původně rozloženy do pěti let studia, jsou nyní vyučovány pouze ve třech letech spolu s dalším oborem aprobace. Studenti v závěrečném semestru tohoto studia musí složit bakalářskou zkoušku z obou oborů aprobace, obhájit bakalářskou práci a uspět u přijímací zkoušky do navazujícího magisterského studia, jehož součástí je složení magisterské zkoušky z obou oborů, obou didaktik oborů aprobace a obhajoba diplomová práce. Student tak obhazuje během pěti let dvě rozsáhlé odborné práce, práci bakalářskou a diplomovou, a skládá, mimo zkoušek daných studijním plánem, celkem šest státních zkoušek. Vedle značné náročnosti studia tak lze za hlavní problém strukturovaného studia učitelství považovat především oddělení odborné a pedagogicko-psychologické a oborovědidaktické složky studia. Zatímco v prvním stupni studia je prakticky jeho absolvent odborný chemik, ve druhé je kladen důraz fakticky pouze na pedagogickou složku profese učitele. Nastávají tak paradoxní situace, v nichž studenti, kteří z nejrůznějších důvodů neprošli oběma stupni studia zaměřenými na vzdělávání, jsou buď jen chemiky bez pedagogické kvalifikace, nebo pedagogy bez znalosti chemie. O to větší význam pak získává další vzdělávání učitelů chemie, které v řadě případů umožní zajistit plnou kvalifikaci učitele nebo průběžné zvyšování této kvalifikace.

7.5.2 Postgraduální studium učitelů chemie

Ukončením vysokoškolského studia vzdělávání učitelů nekončí. Další vzdělávání pedagogických pracovníků (DVPP) není pouze otázkou jejich zájmu, ale je stanoveno *Zákonem o pedagogických pracovnících* z roku 2004 a jeho novelami jako jejich povinnost. Učitelé si musí upevňovat, obnovovat a doplňovat svou kvalifikaci. V rámci postgraduálního studia jsou definovány tři druhy dalšího vzdělávání:

- studium ke splnění kvalifikačních předpokladů,
- studium ke splnění dalších kvalifikačních předpokladů,
- studium k prohloubení odborné kvalifikace (průběžné vzdělávání).

Programy, které jsou připravovány a realizovány pro učitele chemie v rámci jejich dalšího vzdělávání, patří především do prvního a třetího okruhu studia. V rámci splnění kvalifikačních předpokladů se jedná o různé typy doplňujícího pedagogického studia (DPS) chemie realizovaného VŠ, které je určeno odborným chemikům k dosažení učitelské kvalifikace. Jeho náplň je velmi podobná navazujícímu magisterskému studiu učitelství chemie a tvoří ji vedle předmětů pedagogicko-psychologických především předměty z didaktiky chemie. Hlavní rozdíl spočívá ve formě studia, které v případě DPS probíhá kombinovanou formou.

Průběžné vzdělávání učitelů chemie k prohloubení odborné kvalifikace nabývá na významu zejména v současnosti, kdy by mělo dojít k usku-tečňování řady změn ve výuce chemie, jak plyne z obecných cílů RVP,

Jaké je současné
postgraduální
studium učitelů
chemie u nás

a kdy nositeli těchto změn by měli být především učitelé. Mnozí z učitelů chemie působící v praxi byli připravováni na odlišnou koncepci výuky a nové přístupy jsou pro ně neznámé a často vzbuzují jejich obavy. RVP sice v obecné rovině nabízejí inovaci obsahu výuky, prostor pro propojení přírodovědných předmětů, možnost uplatnění aktivních metod a forem práce i využití moderních technologií ve výuce, ale jejich transformace učiteli do ŠVP často tyto aspekty nereflektuje. Je třeba, aby učitelé byli lépe připraveni na kvalitní přípravu a realizaci ŠVP v praxi. Na nich v současnosti záleží, jak změní způsob výuky, jak modifikují obsah, jaké metody použijí, zda se jim podaří žáky zaujmout, vést je k aktivitě, tvořivosti, odpovědnosti a motivovat je k učení jak ve škole, tak i v dalším životě. Problémem je chybějící jednotná koncepce průběžného vzdělávání, které v současnosti mohou nabízet právnické i fyzické osoby, jako jsou vysoké, střední i základní školy, zařízení pro DVPP, občanská sdružení a nadace, firmy i soukromé osoby. Hlavními formami jeho realizace jsou přednášky, semináře, praktická cvičení či workshopy, často propojené do různých rozsáhlých kurzů (Vašutová, 2004a, b; Čerňanská 2011).

Obsah vzdělávacích programů bývá velmi rozmanitý. Reflektuje nové poznatky z pedagogiky, psychologie i obecné didaktiky a nové poznatky z vědních oborů a jejich oborových didaktik. Dále nabízí oblast nejrozličnějších způsobů využití ICT ve výuce, ochrany životního prostředí, práce s různými skupinami žáků, jazykové vzdělávání učitelů a mnohé další. Cílem působení didaktiků chemie v rámci tohoto postgraduálního studia je především zajištění takového obsahu kurzů, který bude v souladu se současnými potřebami rozvoje přírodovědného vzdělávání. Průběžné vzdělávání učitelů by mělo být zaměřeno na aktuální teoretické a praktické otázky výuky chemie, především na oblast inovace obsahu a metod výuky. Pracovníci fakult připravující učitele chemie, kteří mají teoretické zázemí i praktické zkušenosti v oblasti chemického vzdělávání, se dlouhodobě snaží takové formy průběžného vzdělávání učitelů chemie zajistit (Vašutová, 2004a, 2004b; Čerňanská 2011). V 90. letech to byly především jednotlivé odborné přednášky a exkurze, následně cykly seminářů k aktuální problematice jako byla bezpečnost práce ve školní chemické laboratoři či aplikace ICT ve výuce chemie, v posledních deseti letech pak souvislé kurzy DVPP organizované s podporou Evropského sociálního fondu (ESF) nebo s přímou podporou EU v rámci projektů 7. RP. Příkladem vzdělávacích programů realizovaných s podporou ESF byly v období 2005–2007 kurzy chemie v rámci projektů *Modulární systém dalšího vzdělávání učitelů základních a středních škol, Přírodovědná gramotnost – rozvoj klíčových a specifických kompetencí v přírodovědných předmětech* či *Otevřená věda – zkvalitnění vzdělávání učitelů středních škol v technických a přírodovědných oborech*, v letech 2008–2014 pak projekty *Program pro pedagogy přírodovědných předmětů* nebo *Přírodní vědy a matematika na středních školách: aktivně, aktuálně a s aplikacemi*. Již z názvů projektů je patrné, že cílem kurzů bylo především seznámení s novým pojetím obsahu učiva chemie a s novými aktivizujícími metodami a formami výuky chemie. V rámci nového učiva se jednalo hlavně o současné aplikace chemie, jako jsou nové materiály, nanotechnologie, instrumentální analytické metody, základy farmakologie a chemie

Charakteristika
a řešení problémů
postgraduálního
studia učitelů
chemie

potravin a další, v rámci metod a forem výuky pak o různé způsoby skupinové, kooperativní či projektové výuky chemie. Příkladem programů realizovaných s podporou EU jsou kurzy chemie v projektu ESTABLISH či TEMI, v nichž se vyučující formou workshopů seznamují s badatelsky orientovanou výukou v chemii.

Je tedy zřejmé, že v současnosti existuje (nepochybně i díky dotacím EU), v přípravě a realizaci vzdělávacích programů pro učitele chemie značná iniciativa různých institucí, tj. škol, ústavů, asociací, firem apod., i když různé kvality a odborné úrovně. Stále však chybí jednotící koncepce a pojetí celoživotního vzdělávání učitelů. Ta by samozřejmě nevyklučovala rozmanitost nabídky a různorodost vzdělávacích institucí, avšak vyžadovala by promyšlený obsah a koordinaci jednotlivých programů vztahujících se k řešení současných problémů výuky chemie na našich školách.

7.6 Perspektivy dalšího vývoje didaktiky chemie

Perspektivy
dalšího rozvoje
didaktiky chemie
v ČR

V jednotlivých částech této kapitoly jsme se postupně seznámili s vývojem a současným stavem oboru didaktika chemie, a to z hlediska teoretického řešení problémů oboru i jeho praktických aplikací. Je zřejmé, že didaktika chemie se u nás díky úsilí několika generací odborníků, které se jí postupně zabývaly, rozvinula ve vědecky a institucionálně zajištěný obor. Je nejen svébytnou vědou, ale i významným předmětem výuky budoucích a stávajících učitelů chemie a také neopominutelným hlediskem při přípravě a realizaci výuky chemie. Jaké jsou její další perspektivy a možnosti v oblasti teoretického i aplikačního rozvoje?

Semináře studentů
DS jako zdroj
pro směřování
jejich bádání

V České republice se především v poslední době zvýšil počet příležitostí k prezentaci vědecko-výzkumné a další odborné činnosti v didaktice chemie. Pravidelně je pořádána řada konferencí a seminářů prezentujících aktuální problémy didaktiky chemie s účastí odborníků z tuzemska i ze zahraničí. Jednou až dvakrát ročně se uskutečňují mezinárodní konference didaktiků chemie v rámci středoevropského regionu (Česko, Slovensko, Polsko). Jejich koordinátorem jsou většinou odborné skupiny chemického vzdělávání národních chemických společností. Již desetkrát byl realizován mezinárodní seminář studentů doktorského studia oboru didaktika chemie, který pořádají střídavě jednou ročně vysoké školy z České republiky nebo ze Slovenska a na kterém studenti z ČR, SR a Polska prezentují výsledky výzkumu své dizertační práce. Členové vědeckého výboru semináře velmi zodpovědně přistupují k recenzi příspěvků jednotlivých doktorandů a svými konstruktivními kritickými připomínkami směřují mladé začínající badatele na jejich vědecké dráze. Zajímavý nový přístup k motivaci studia didaktiky chemie studentů učitelství se objevil v posledních letech na katedře chemie a didaktiky chemie PedF UK, a to studentské konference na téma *Projektová výuka v chemii*; významná je i příležitost prezentovat svou diplomovou práci na konferenci *Studentské vědecké a odborné činnosti v sekci Didaktika přírodních věd*.

Jaké mezinárodní
organizace
napomáhají naší
spolupráci

Z domácích odborných společností pro podporu didaktiky chemie (přírodních věd) a chemického (přírodovědného) vzdělávání jmenujme *Odbornou skupinou pro chemické vzdělávání (ČSCH)*; další možnosti

skýtají i platformy pedagogických společností např. ČAPV (*Česká asociace pedagogického výzkumu*), ČPdS (*Česká pedagogická společnost*), česká pobočka IGIP (*Mezinárodní společnost pro inženýrskou pedagogiku*) aj. Ze zahraničních společností můžeme jmenovat také řadu organizací, v nichž jsou zapojeni čeští didaktici chemie. Jde např. o již zmíněnou *Division of Chemical Education* EuCheMS, IUPAC CCE – *Committee on Chemistry Education*, ICASE (*International Council of Associations for Science Education*), ESERA (*European Science Education Research Association*), IOSTE (*International Organization for Science and Technology Education*), ISATT (*The International Study Association for Teachers and Teaching*), E.I.B.E. (*European Initiative for Biotechnology Education*), GDCh (*Gesellschaft Deutscher Chemiker – Fachgruppe Chemieunterricht*), PSNPP (*Polskie Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych*) aj.

Další možnosti kontaktů nabízejí odborné skupiny zaměřené na výuku chemie, které jsou součástí chemických společností jednotlivých zemí sdružených v EuCheMS. Jejich seznam je možné získat na adrese <http://www.chemsoc.org/>

Také publikační možnosti v oblasti didaktiky chemie a výuky chemie se postupně rozšiřují. Prakticky v každé zemi existují časopisy zaměřené na vzdělávání v chemii, resp. v přírodních vědách. Příkladem je *Biologie – Chemie – Zeměpis* (ČR), *Biológia – Chémia – Ekológia* (Slovensko), *Chemia w szkole* (Polsko), *Chemie & Schule* (Rakousko), *Chimia v škole* (Rusko) nebo *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* (Německo). Kromě toho existuje v současnosti již celá řada mezinárodních časopisů jako je CERAPIE: *Chemistry Education – Research and Practice in Europe* (Řecko), *Chemical Education International – IUPAC* (USA), *Chemical Education Journal* (Japonsko), *International Journal of Science Education* (USA), *Journal of Chemical Education* (USA), *Journal of Baltic Science Education* (Litva), *Journal of Research in Science Teaching* (USA), *Journal of Science Education* (Brazílie) a mnoho dalších.

Mezinárodní platforma pro spolupráci ve výzkumu i ve vzdělávání v didaktice chemie v současné době orientuje svoji činnost na řadu oblastí. S oporou v posledním vydání *Handbook of Research on Science Education* (Abell & Lederman et al., 2007) a v publikaci *Misconceptions in Chemistry. Addressing Perceptions in Chemical Education* (Barke, Hazari, & Yitbarek, 2009) můžeme tyto oblasti vymezit následujícím způsobem:

- badatelsky orientovaná výuka přírodovědných předmětů/chemie (IBSE – *Inquiry Based Science/Chemistry Education*);
- prekoncepty a miskoncepty žáků ve výuce chemie;
- sociální aspekty chemického vzdělávání (genderová problematika, socio-ekonomické aspekty chemického vzdělávání, kulturně-jazykové aspekty chemického vzdělávání, komunikace v chemickém vzdělávání apod.);
- žáci se speciálními potřebami a talentovaní žáci v chemickém vzdělávání;
- filosofie přírodních věd v chemickém vzdělávání;

Jaké jsou publikační možnosti v oblasti didaktiky chemie a přírodních věd

Kam směřuje vývoj didaktiky chemie a její výzkum a aplikace

- environmentální aspekty chemického vzdělávání (např. „green chemistry“, trvale udržitelný rozvoj);
- orientace přípravy učitelů chemie na pedagogické/didaktické znalosti obsahu (PCK – *Pedagogical Content Knowledge*);
- e-learning v chemickém vzdělávání (např. LMS, modelování struktury a reaktivity chemických látek, počítač v chemickém výukovém experimentu, vzdálené a virtuální laboratoře);
- metody chemického výzkumu a jejich aplikace v oblasti výuky (výzkum tvorby a inovace výukových experimentů, chemie materiálů, bioorganické modely apod.);
- vazby chemického vzdělávání na každodenní život a svět práce.

Aktuální problémy řešené u nás v rámci oborové didaktiky chemie odpovídají evropským a světovým trendům. Stálý zájem je věnován pojetí a cílům chemického vzdělávání na jeho jednotlivých úrovních, stanovení kritérií pro výběr a strukturaci učiva a vymezení obsahu a rozsahu tohoto učiva. S tím souvisí transformace oborových poznatků na určitou úroveň při respektování souvisejících podmínek (elementarizace, zpřístupňování učiva, didaktická redukce). Významné je také zkoumání metod a forem zprostředkování učiva, srozumitelná, aktuální a zajímavá prezentace učiva. Důležitá jsou i výzkumná šetření dopadu různých obsahů učiva, eliminace zastaralých pojmů i transformace nových zásadních vědeckých poznatků oboru do výuky. Existuje rozsáhlý výzkum metod, forem a evaluace výuky, studium interpretace výsledků a zapojování se do různých forem oborovědidaktické vědecko-výzkumné činnosti, např. se zřetelem na vyučovací a učební materiály nebo posílení integrace přírodovědných poznatků v celém systému vzdělávání.

Zkoumání a bádání v oblasti didaktiky chemie by svým zaměřením i v budoucnu mělo směřovat k takovým aplikacím v reálné praxi, které povedou ke zlepšení výuky chemie. Především by mělo vést k přípravě a realizaci chemického vzdělávání na jeho jednotlivých úrovních, které by umožnilo dosažení stanovených cílů výuky, jednak jako součást pregraduálního i postgraduálního vzdělávání učitelů chemie by mělo přispět ke zkvalitnění této přípravy.

Literatura

- Abell, S. K., & Lederman, N. G. et al. (2007). *Handbook of research on science education*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- AETS: Guidelines for the doctorate in science education. (1966). *The Science Teacher*, 32–35.
- AETS: Guidelines for the doctorate in science education. (1974). *The Science Teacher*, 29–31.
- Akreditační komise. (1998). *Hodnocení pedagogických fakult – Hodnotící zpráva pracovní skupiny AK o výsledcích akreditace pedagogických fakult v ČR v roce 1998*. Dostupné z www.msmt.cz
- Arendt, R. (1894). *Bildungselemente und erzieherischer Wert des Unterrichts an niederen und höheren Lehranstalten*. Leipzig: Voss.
- Armstrong, E. (1898). *The teaching of scientific methods and other papers on education*. London: Forgotten Books.
- Banýr, J. (2002). Odborná skupina pro výuku Chemie ČSCh a vývoj koncepce a obsahu výuky chemie v ČR. In M. Bílek (Ed.), *Aktuální otázky výuky chemie XII* (s. 68–71). Hradec Králové: Gaudeamus.

- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry*. Berlin, New York: Heidelberg, Springer.
- Beneš, P., Rambousek, V., & Fialová, J. (Eds.). (2005). *Vzdělávání pro život v informační společnosti I. a II.* Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Beneš, P. (2008). Modernizační trendy v didaktice chemie. In *Učitelská profese v měnících se požadavcích na vzdělávání* (s. 231–238). Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Bílek, M. (2001a). Jsou oborové didaktiky profilující disciplíny vysokoškolské přípravy učitelů? Úvaha nad současným stavem didaktiky chemie. In *Eseje na téma Standard kvalifikace učitele chemie, projekt z programu Podpora rozvoje učitelských vzdělávacích programů a jiných vzdělávacích aktivit pro rok 2001* (s. 11–14). Praha: PedF UK.
- Bílek, M. (2001b). Komparační analýza vědecko-výzkumné činnosti v didaktice chemie na příkladu tematického zaměření disertačních prací v ČR a v Německu. In H. Lukášová & P. Květoň (Eds.), *Nové možnosti vzdělávání a pedagogický výzkum* (s. 52–56). Ostrava: Ostravská univerzita.
- Bílek, M. (2002). Mezinárodní konference o výuce chemie v Hradci Králové – tradice, současnost a perspektivy 1991–2002. In M. Bílek (Ed.), *Aktuální otázky výuky chemie XII.* (s. 29–33). Hradec Králové: Gaudeamus.
- Bílek, M. (2003). *Didaktika chemie: výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Boersma, K., Goedhart, M., De Jong, & Eijkelhof, H. (2005). *Research and the Quality of Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Brockmeyerová-Fenclová, J. (1997). Vývoj oborových didaktik v Německu. In *Didaktika fyziky po čtyřiceti letech – sborník k jubileu Jitky Brockmeyerové-Fenclové* (s. 33–36). Plzeň: ZČU.
- CBA – Chemical Bond Approach Project. (1963). New York.
- Čerňanská, B. (2011). *Proměna vzdělávání učitelů chemie v České republice* (Dizertační práce). Praha: Univerzita Karlova.
- Čípera, J. (2000). *Rozpravy o didaktice chemie I.* Praha: Karolinum.
- Čípera, J. (2001). *Rozpravy o didaktice chemie II.* Praha: Karolinum.
- Čípera, J., Blažek, J., Čtrnáctová, H., Klímová, H., & Melichar, M. (1982). *Teoretická a metodologická východiska tvorby speciální didaktiky chemie*. Praha: VÚOŠ.
- Čížková, V., & Čtrnáctová, H. (2003). Development of logical thinking in Science subjects. *Journal of Baltic Science Education*, 2(2), 12–20.
- Čtrnáctová, H. (1982). *Výběr a struktura učiva chemie*. Praha: SPN.
- Čtrnáctová, H. (2002). Chemie jako součást přírodovědného vzdělávání na gymnáziu. *Chemické listy*, 96(6), 447–448.
- Čtrnáctová, H. (2008). Doktorské studium: Vzdělávání v chemii v České republice – vývoj a současnost. In 4. Mezinárodní seminář doktorského studia: *Smerovanie výskumu v dizertačných prácach z didaktiky chémie a biológie (sborník příspěvků)* (s. 8–13). Bratislava: PFF UK.
- Čtrnáctová, H. (2009). *Učební úlohy v chemii*. (2. vyd.) Praha: Karolinum.
- Čtrnáctová, H. (2013). Doktorské studium: Vzdělávání v chemii a jeho realizace v České republice. In 8. Mezinárodní seminář doktorského studia: *Aktuálne smerovanie výskumov v dizertačných prácich z didaktiky chémie (Sborník příspěvků)* (s. 8–13). Bratislava: PFF UK.
- Čtrnáctová, H. (2014). *Pregraduální vzdělávání učitelů chemie*. Praha: MŠMT – Národní ústav pro vzdělávání.
- Čtrnáctová, H., & Banýr, J. (1997). Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické listy*, 91(1), 59–65.
- Čtrnáctová, H., Bucharová, V., Janků, J., Kolář, K., Lichtenberg, K., Novák, J., & Pečivová, M. (2000). *Chemie – katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004*. Praha: ÚIV – CERMAT.
- Čtrnáctová, H., Cídllová, H., Trnová, E., Bayerová, A., & Kuběnová, G. (2013). Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. *Chemické listy*, 107(11), 897–905.
- Čtrnáctová, H., & Čížková, V. (2002). A new project on assessment of secondary school students in Science subjects in the Czech Republic. In Bizzo, N., Kawasaki, C. S., Ferracioli, L., & Rosa, V. L. (Eds.), *Rethinking Science and Technology Education to meet the demands for future generations in a changing world – Proceedings of the X IOSTE World Symposium* (s. 272–279). For do Iguacu: Universidade de Sao Paulo.
- Čtrnáctová, H., & Čížková, V. (2006). Experimental teaching in preparation of science subject teachers. In R. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships – XIth IOSTE World Symposium Proceedings* (s. 185–194). Lublin: M. Curie-Sklodowska University Press.
- Čtrnáctová, H., Čížková, V., Ganajová, M., & Šmejkal, P. (2011). Implementing inquiry science education in science teaching in the ESTABLISH project. In *Scientific papers University of Latvia – Science and Technology Education: Trends and main tendencies in the 21st century – 8th IOSTE Symposium of Central and Eastern Europe* (s. 65–71). Riga: University of Latvia.
- Čtrnáctová, H., & Klečková, M. (2011). Doktorské studium v oblasti didaktiky chemie – vývoj a současnost. *Scientia in educatione*, 1(1), 119–124.
- Čtrnáctová, H., Kolář, K., Svobodová, M., & Zemánek, F. (2006). *Přehled chemie pro základní školy*. Praha: SPN.
- De Jong, O., Schmidt, H., Burger, N., & Eybe, H. (2002). *Empirical research into chemical education; The motivation, research domains, methods and infrastructure of a maturing scientific discipline*. Dostupné z www.chemsoc.org/pdf/enc/fecs2c.pdf
- Fenclová, J. (1982). *Úvod do teorie a metodologické didaktiky fyziky*. Praha: SPN.
- Halbych, J. (1971). *Obecná didaktika chemie*. Praha: UK.

- Halbych, J., Čtrnáctová, H., & Novotný, V. (1985). *Didaktika školního chemického pokusu*. Praha: SPN.
- Häussler, P. (1980). *Physikalische Bildung: Eine curriculare Deplhi-Studie*. Kiel: IPN-Arbeitsbericht 41.
- Hellberg, J., & Bílek, M. (2000a). Vývoj chemického vzdělávání v souvislosti s rozvojem chemie – vědy. *Chemické listy*, 94(22), 1125–1131.
- Hellberg, J., & Bílek, M. (2000b). *K současnému stavu a vývojovým tendencím výuky chemie ve vybraných zemích Evropské unie*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Holada, K. (1996). Tendence přírodovědního vzdělávání a přípravy učitelů na něj. In J. Pešková & P. Lipertová (Eds.), *Hledání učitele* (s. 158–172). Praha: PdF UK.
- CHEMSTUDY, Teachers' Guide. (1963). San Francisco: W. H. Freeman.
- Kolářová, R., Čížková, V., & Čtrnáctová, H. (2003). Powiazania pomiedzy przedmiotami przyrodniczymi w Czeskiej Republice. *Chemia-Dydaktyka-Ekologia-Metrologia*, 7(1), 15–18.
- Komenský, J. A. (1948). *Didaktika velká*. (3. vyd.) (překlad z latiny A. Krejčí). Brno: Komenium, učitelské nakladatelství, s.r.o.
- Liebig, J. (1852). *Über das Studium der Naturwissenschaft*. München: Cotta.
- Liebig, J. (1866). *Die Entwicklung der Ideen in der Naturwissenschaft*. München: Verlag der Königl. Akad.
- Maršák, J., et al. (2007). Člověk a příroda. In *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* (s. 25–27). Praha: VÚP.
- Nentwig, P., Frey, K., Klopfer, L., & Layton, D. (1983). *Doktorgrade in Naturwissenschaftsdidaktik: Voraussetzungen und Forschungsbereiche für Dissertationen*. Kiel: IPN.
- Nuffield Science Teaching Projects. (1967). London: Longman.
- Ostwald, W. (1900). *Grundlinien der anorganischen Chemie*. Leipzig: W. Engelmann.
- Ostwald, W. (1910). *Schule der Chemie*. Leipzig: F. Vieweg & Sohn.
- Pachmann, E. (1970). Úvod do didaktiky chemie. In *Vybrané kapitoly z didaktiky chemických předmětů* (s. 5–12). Praha: SPN.
- Pachmann, E., et al. (1986). *Speciální didaktika chemie*. Praha: SPN.
- Pachmann, E., & Hofmann, V. (1981). *Obecná didaktika chemie*. Praha: SPN.
- Pauková, M., et al. (1971). *Didaktika chemie*. Praha: SPN.
- Pfeifer, P., Häusler, K., & Lutz, B. (Eds.). (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie, Neueerarbeitung*. München: Oldenbourg Verlag GmbH.
- Přidal, A. (1957). *Didaktika chemie*. Praha: SPN.
- Přidal, A., & Švehlík, Z. (1962). *Didaktika chemie*. Praha: SPN.
- Pumpř, V., et al. (2005). Člověk a příroda. In *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* (s. 51–52). Praha: VÚP.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. (2005). Praha: VÚP.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. (2007). Praha: VÚP.
- Rocard, M., Csemely, P., Jorde, D., Lenken, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Rychtera, J. (2002). Oborová didaktika v systému vzdělávání učitele chemie. In M. Bílek (Ed.), *Profil učitele chemie I. Sborník plenárních přednášek XI. mezinárodní konference o výuce chemie* (s. 15–20). Hradec Králové: Gaudeamus.
- Scheid, K. (1927). *Methodik des Chemieunterrichts*. Leipzig: Verlag von Quelle & Meyer.
- Sloup, R. (2014). *Postavení chemického pokusu v době ICT* (Dizertační práce). Praha: PřF UK.
- Sotorník, V. (1962). *Vybrané části z metodiky vyučování chemie*. Praha: SPN.
- Sotorník, V. (1965). *Metodika vyučování v chemii*. Praha: SPN.
- Sumfleth, E., & Niedderer, H. (1992). Promotionen und Habilitationen in Chemie- und Physikdidaktik seit 1980 – Eine Umfrage der GDCh im Frühjahr 1991. In *Zur Didaktik der Chemie und Physik* (s. 35–38). Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm-Verlag.
- Standard základního vzdělávání*. (1995). Věstník MŠMT ČR.
- Standard vzdělávání ve čtyřletém gymnáziu*. (1996). Věstník MŠMT ČR.
- Standard středoškolského odborného vzdělávání*. (1997). Praha: VÚOŠ.
- Švandrlíková, V. (1999). *Experimentální výuka chemie* (Diplomová práce). Praha: PřF UK.
- Trtílek, J., & Hofmann, V. (1971). *Vybrané kapitoly z metodiky vyučování v chemii*. Brno: PedF UJEP.
- Učební dokumenty pro gymnázia*. (1999). Praha: Fortuna.
- Učební osnovy všeobecně vzdělávacích předmětů pro střední odborné školy*. (1998). Praha: VÚOŠ.
- Vacík, J., et al. (1995). *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN.
- Vasileská, M., Čtrnáctová, H., & Klímová, H. (1986). *Učební úlohy ve výuce chemie*. Praha: ÚÚVPP.
- Vašutová, J. (2004a). Profesionalismus vysokoškolských učitelů v reflexi nového paradigmatu vzdělávání. *Academia*, 15(4), 12–17.
- Vašutová, J. (2004b). *Profese učitele v českém vzdělávacím kontextu*. Brno: Paido.
- Vurm, V. (1954). *Metodika chemie*. Praha: SPN.
- Vurm, V. (1964). *Metodika učebního předmětu chemie*. Praha: SPN.
- Vzdělávací program Základní škola*. (1996). Praha: Fortuna.
- Yager, R. E. (1978). Priorities for research in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 97–107.