

VÝUKA CHEMIE

ÚROVEŇ VYBRANÝCH CHEMICKÝCH DOVEDNOSTÍ ŽÁKŮ ZÁKLADNÍCH ŠKOL A GYMNÁZIÍ

HANA ČTRNÁCTOVÁ^a, HANA ČIDLŮVÁ^b,
EVA TRNOVÁ^b, ANNA BAYEROVÁ^a
a GABRIELA KUBĚNOVÁ^b

^a Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Albertov 6, 128 43 Praha 2, ^b Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita v Brně, Poříčí 7, 623 00 Brno
ctr@natur.cuni.cz

Došlo 23.7.13, přijato 16.8.13.

Klíčová slova: základní a střední školy, vzdělávací programy, obecné a speciální chemické dovednosti, dovednostní testy, úroveň dovedností

Úvod

Již na konci 20. století začal v mnoha evropských (i mimoevropských) zemích silit pocit, že je nutno změnit školní vzdělávání, protože tradiční školní výuka nepřipravuje žáky dostatečně pro život v současné společnosti. Zvláště se ukazuje potřeba řešit problém s nezájmem žáků o přírodní vědy, tedy i o chemii. Žáci v celé Evropě považují přírodovědné předměty za obtížné a učivo za nepotřebné pro každodenní život. Z hlediska potřeb společnosti je proto nezbytné vzbudit zájem žáků o přírodovědné a technické obory^{1,2}.

Evropská rada na zasedání v Lisabonu v březnu r. 2000 zdůraznila, že hlavním aktivem Evropy jsou lidské zdroje, a dospěla k závěru, že by měl být vymezen evropský rámec, jenž by definoval nové základní dovednosti^{2,3}. Následně bylo vydáno Doporučení Evropského parlamentu a Rady Evropy o klíčových kompetencích pro celoživotní učení a byl stanoven Evropský referenční rámec těchto kompetencí. Kompetence jsou zde definovány jako kombinace znalostí, dovedností a postojů odpovídajících určitému kontextu. Klíčovými kompetencemi jsou ty, jež všichni potřebují ke svému osobnímu naplnění a rozvoji, aktivnímu občanství, sociálnímu začlenění a pro pracovní život. Referenční rámec zahrnuje osm klíčových kompetencí: komunikace v mateřském jazyce; komunikace v cizích jazycích; matematická kompetence a základní kompetence v oblasti vědy a technologií; kompetence k práci s digitál-

ními technologiemi; kompetence k učení; kompetence sociální a občanské; smysl pro iniciativu a podnikavost; kulturní povědomí a vyjádření.

Kompetencí v oblasti vědy a technologií, která je pro výuku chemie zásadní, se rozumí schopnost a ochota používat soubor znalostí a metod k objasnění přírodních zákonů, ke kladení otázek a k formulaci závěrů založených na důkazech. Nejdůležitějšími znalostmi pro vědu a technologii jsou hlavní principy přírody, základní vědecké pojmy, zásady a metody, technologie a technologické výroby a procesy a rovněž porozumění dopadu vědy a technologií na přírodu. Bylo doporučeno, aby závěry Evropského referenčního rámce uplatňovaly státy EU při tvorbě vzdělávacích programů⁴.

V České republice byly postupně v období 2000 až 2010 vypracovány tzv. rámcové vzdělávací programy (RVP) pro jednotlivé stupně vzdělávání⁵. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání⁶ (RVP ZV), realizovaný na našich školách od r. 2007, zavedl v českém školství do té doby téměř nepoužívaný termín klíčové kompetence, které definuje jako „souhrn znalostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti“. RVP ZV vymezuje v etapě základního vzdělávání následující klíčové kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské a kompetence pracovní. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia⁷ (RVP G), realizovaný na našich školách od r. 2009, vymezuje následující klíčové kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské a kompetence k podnikavosti.

Tento nový aktuální význam kompetencí je výrazným podnětem pro studium dovedností jako základního kamene klíčových kompetencí. Uvedené změny v zaměření vzdělávání tak přímo ukazují na aktuálnost a užitečnost zkoumání problematiky související s dovednostmi žáků ve výuce chemie na základních a středních školách.

Dovednosti žáků a zjišťování jejich úrovně jsou velmi diskutovanou problematikou nejen odborníky, ale i veřejností. Ve sdělovacích prostředcích se opakovaně objevují prohlášení, že je nutné učit dovednosti, a ne pouze znalosti. Aktuálnost a význam zkoumání problematiky rozvoje dovedností žáků ve výuce chemie potvrzují také časté dotazy učitelů, co vlastně dovednosti jsou. Učitelé mnohdy nevědí, že existují různé druhy dovedností a fáze jejich osvojování. Pokud na základě zkušeností volí správné postupy při osvojování dovedností, dosahují dobrých vzdělávacích výsledků. Obtížné však hledají příčiny neúspěchů. Neznalost struktury dovedností a především fáze osvojovacího procesu může vést k chybám, které se projevují ve formálních znalostech žáků⁴.

Dovednosti v chemii

Rámcové vzdělávací programy pro jednotlivé stupně škol významným způsobem mění pohled na význam osvojovaných znalostí, dovedností a postojů žáků, které vedou k vytvoření určité kompetence, čili schopnosti vykonávat určitou činnost. Dovednosti v chemii jsou z hlediska současného pohledu chápány jako dominantní složka kompetencí, které by si žáci měli v průběhu chemického vzdělávání osvojit.

Dovednosti se dají klasifikovat podle mnoha hledisek, jedno z dosud nepoužívanějších je dělení dovedností na (cit.^{4,8–10}):

- myšlenkové (rozumové, intelektové, intelektuální),
- senzomotorické (psychomotorické, pohybové),
- sociální (komunikativní, sociálně komunikativní).

V předmětu chemie patří k prvním typům dovedností použití jednotlivých chemických pojmů a teorií, tedy odborných znalostí k řešení úkolů a problémů, tj. vykonání určité myšlenkové činnosti. Příkladem je sestavení vzorce nebo odvození názvu sloučeniny, kterou zatím žáci neznají, sestavení a vyčíslení chemické rovnice, chemické výpočty, odvození elektronové konfigurace atomů různých prvků, odvození vlastností látek z jejich složení, vysvětlení chování látek v různých typech chemických reakcí atd.^{4,11}. Vždy je třeba rozlišovat, zda se jedná skutečně o dovednost nebo pouze o zapamatování. Pokud učitel několikrát uvedl jako příklad sloučeniny vápníku uhličitán vápenatý CaCO_3 a následně požaduje zapsat jeho vzorec, jedná se s vysokou pravděpodobností pouze o zapamatování. Pokud bude vyžadovat zápis vzorce síranu barnatého, půjde již o jednoduchou dovednost.

Druhý typ dovedností patří v chemii mezi nejvýznamnější. Jedná se o dovednosti spojené s prováděním chemických

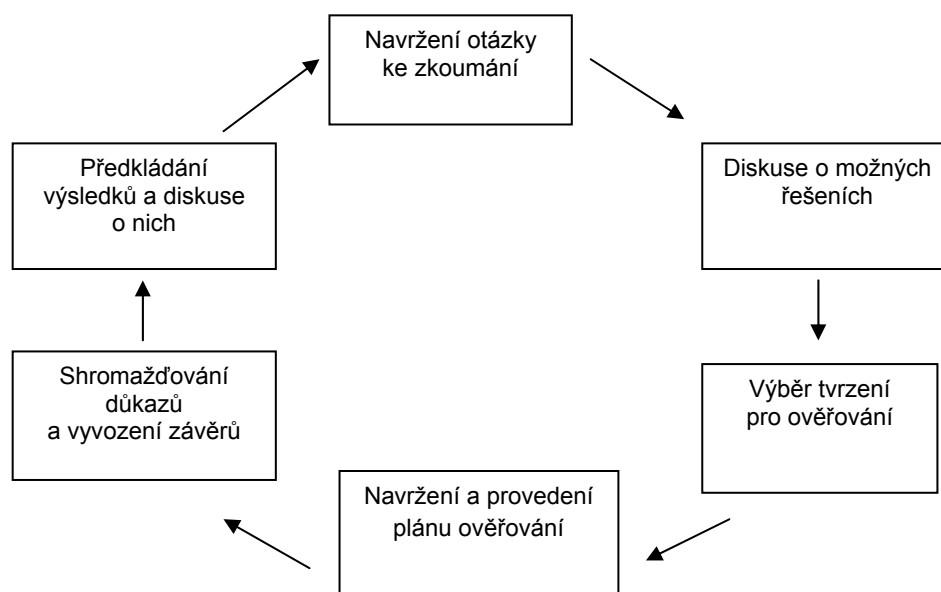
experimentů. Samozřejmě i zde se uplatňují již zmínované dovednosti myšlenkové, ale zároveň žáci musí být schopni sestavovat jednoduché chemické aparatury, provádět chemické experimenty (přiměřené jejich věku a bezpečnosti práce), pozorovat jejich průběh a vyvozovat z něho závěry¹².

Do třetí skupiny dovedností lze ve výuce chemie zařadit vzájemnou komunikaci a interakci mezi učitelem a žáky a mezi žáky navzájem. Tyto situace nastávají v průběhu celé vyučovací hodiny nebo laboratorního cvičení, kdy žáci odpovídají na otázky učitele, předvádějí chemický pokus nebo výsledky svého projektu atd.

Osvojování všech těchto dovedností, které se samozřejmě vzájemně překrývají a prolínají je bezpochyby dominantou výuky chemie na základních a středních školách. K jejich osvojování byla již i u nás vydána v poslední době řada publikací^{4,13,14}.

Nový přístup ke vzdělávání, prezentovaný u nás rámcovými vzdělávacími programy, však v sobě zahrnuje nejen osvojování speciálních chemických dovedností, ale také dovedností důležitých pro úspěšný profesní i každodenní život. Ke klasickým dovednostem osvojovaným ve výuce chemie tak přibývají nové, nazývané „dovednosti pro 21. století“ („twentyfirst century skills“). Mezi tyto dovednosti patří především takové dovednosti jako je kritické myšlení, řešení problémů, spolupráce, efektivní komunikace a sebevzdělávání¹⁵. Mezinárodní výzkumy OECD PISA se v posledních letech zaměřují právě na ověřování těchto dovedností a odklánějí se od tradičních školských znalostí a klasických dovedností^{16–18}.

Ve výuce přírodních věd se také stále více dostává do popředí zájmu metoda badatelsky orientované výuky^{19,20}. Tato metoda vychází z předpokladu, že v rámci skutečného vědeckého bádání se uplatňují takové prvky jako je



Obr. 1. Šestifázový cyklus bádání (upraveno dle cit.²¹)

zájem o zkoumanou problematiku, intenzivní hledání řešení problému, jak v oblasti teoretické, tak v oblasti experimentální, a především hluboké porozumění studované problematice. Jinak řečeno, badatel nememoruje naučené formulace, ale s porozuměním vysvětluje poznatky, k nimž sám dospěl.

National Science Education Standards (NSES), vydané Národní radou pro výzkum již v roce 1996 (www.nap.edu), se mj. zabývají právě způsobem, jakým vědci provádějí své výzkumy a představuje tak cyklus bádání, který může mít různé podoby, jako např. tu uvedenou na obr. 1.

V NSES je rovněž obhajován názor, že žáci všech stupňů škol mají dostatek příležitostí, aby porozuměli tomuto bádání a naučili se ho provádět. Jinými slovy, pracovat podobným způsobem jako vědci v rámci výuky přírodních věd založené na bádání.

V anglickém originále „Inquiry Based Science Education“ (IBSE) se do češtiny nejčastěji překládá jako „badatelsky orientovaná výuka“. Představuje výukový postup založený na vlastním zkoumání žáků, 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, tvorby závěrů, diskuse a další.

Ukázalo se, že analogicky jako lze způsob, jakým vědci provádějí své výzkumy, znázornit jako cyklus bádání, který může mít různé podoby, je možné znázornit výuku založenou na bádání prostřednictvím různých modelů, které lze všechny považovat za variace tzv. cyklu učení^{22,23}. Použili jsme model pětietapového učebního cyklu 5E, který v češtině můžeme označit jako učební cyklus 5Z, se strukturou na bádání založené výuky v přírodovědných oborech (viz obr. 2).

Pětietapový učební cyklus 5Z (5E) zahrnuje tyto etapy^{22,23}:

- 1) zapojení – nejprve je třeba vzbudit zájem žáků, vyvolat zvědavost týkající se daného tématu a zapojit tak žáky do bádání; etapa poskytne učiteli příležitost k aktivaci učení, hodnocení předchozích znalostí a umožní žákům využít jejich předchozí zkušenosti

s daným tématem;

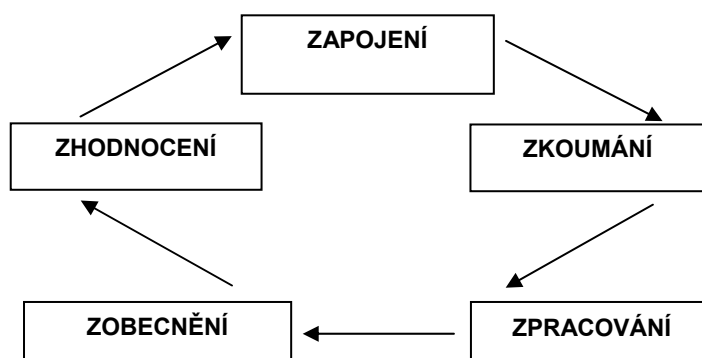
- 2) zkoumání – nyní dochází k zahájení bádání, kdy si žáci kladou otázky, navrhnou a rozvíjejí hypotézy týkající se práce, bez přímých pokynů učitele; začínají shromažďovat údaje a informace, navrhnou a postupně realizují pozorování a pokusy;
- 3) zpracování – uplatnění postupů vedoucích ke zpracování údajů a důkazů u jednotlivých skupin i u třídy jako celku; vede se diskuse a vysvětlují vědecké pojmy spojené s výzkumem prostřednictvím výkladu společného pro celou třídu;
- 4) zobecnění – učitel pomáhá posílit získané poznatky rozšířením aplikace důkazů na nové situace;
- 5) zhodnocení – učitel klade doplňující a složitější otázky řádu, které pomohou žákům při posuzování, analýze a hodnocení jejich práce.

A právě dovednosti potřebné pro uplatnění této badatelsky orientované metody ve výuce chemie se staly předmětem našeho výzkumu. Zajímalo nás, zda žáci na základních a středních školách takové dovednosti vůbec mají a je-li tedy zavedení této metody u nás reálné.

Zjišťování úrovně chemických dovedností

Uvedený výzkum byl součástí řešení výzkumného projektu GAČR: *Dovednosti žáků v biologii, geografii a chemii: výzkum zamýšleného, realizovaného a osvojeného kurikula na počátku implementace kurikulární reformy*, jehož cílem bylo zjistit úroveň vybraných dovedností v klíčových obdobích vzdělávání, tj. v posledním ročníku 1. a 2. stupně základní školy, resp. v posledním ročníku nižšího gymnázia, a v předposledním ročníku vyššího gymnázia.

V návaznosti na uvedený učební cyklus byla vytvořena struktura dovedností potřebných k jeho realizaci ve školní praxi. Zaměřili jsme se na dovednosti související především s tvorbou výzkumných otázek (1. a 2. fáze učebního cyklu IBSE), vyhledáváním informací v různých zdrojích a jejich kritickým hodnocením (2. a 3. fáze učebního cyklu IBSE), vyvozováním, formulací a prezentací



Obr. 2. Pětifázový cyklus učení metodou IBSE

závěrů (4. a 5. fáze učebního cyklu IBSE). O tom, že tyto obecné dovednosti činí našim žákům potíže vypovídají i mezinárodní hodnocení PISA, organizované OECD^{2,16–18}.

Jako vhodný nástroj pro zjišťování uvedené skupiny dovedností byl zvolen dovednostní test, založený na jedné komplexní úloze, který od žáků vyžadoval vyřešení řady dílčích úloh. Komplexní úloha byla koncipována jako příběh s řadou úskalí, vyžadující ke svému překonání použití různých dovedností. Dílčí úlohy v testu byly zaměřeny na uvedené základní obecné i speciální dovednosti^{24–27}. Vzhledem k tomu, že nebylo možné přímo ověřovat schopnost provádět chemické experimenty, byly místo toho zařazeny dovednosti, které k realizaci pokusů v chemii neoddelitelně patří – základy chemického názvosloví, zápis chemických rovnic, porozumění chemické rovnováze a chemické výpočty.

Kromě obecných dovedností jsme tedy sledovali i úroveň osvojení vybraných dovedností, specifických pro předmět chemie.

Při tvorbě testu se autorky snažily o takové zadání testu, aby jej žáci řešili se zájmem²⁸. Jeho základem byl motivující příběh řešící chemické problémy související s akvaristikou. Je to téma, které není součástí výuky, proto žáci nemohli řešit úlohy na základě znalostí a museli opravdu prokázat zkoumané dovednosti. Dílčí úlohy byly vytvořeny tak, aby zkoumaly rozumové dovednosti žáků potřebné pro práci s chemickými informacemi, a to buď obecné nebo specifické⁴.

Dovednostní test z chemie měl dvě verze: pro mladší žáky (9. ročník základní školy, kvarta osmiletého gymnázia) a pro starší žáky (3. ročník čtyřletého gymnázia, 7. ročník osmiletého gymnázia). Obě verze obsahovaly

jako základ sedm analogických úloh zaměřených na obecné dovednosti: kladení relevantních výzkumných otázek, vyhledávání informací v textu, tabulce nebo grafu, analýzu dat získaných z více zdrojů – text, tabulka nebo graf, přenos dat z textu do tabulky nebo grafu. U starších žáků byl tento základ rozšířen o úlohy vyžadující některé speciální chemické dovednosti (chemický výpočet, chemické názvosloví, převedení slovního popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí, elementárních představy o chemické rovnováze).

Zaměření jednotlivých úloh testu na výše uvedené dovednosti je specifikováno v tabulce I.

Jak již bylo uvedeno, jednotlivé úlohy byly součástí komplexní úlohy popisující situaci spolužáka, který se rozhodl zřídít si v panelovém bytě v Brně sladkovodní akvárium a řeší problémy s tím spojené.

První a druhá úloha se týkaly pH vody, kterou by měla akvarijní voda mít. Spolužák ze školy věděl, že voda s hodnotou pH = 7,0 je označována jako neutrální; pod touto hodnotou je kyselá a nad ní zásaditá. Do sladkovodního akvária je nejvhodnější voda s pH v rozmezí od 6,5 do 8,5; do mořského akvária je potřeba voda s pH v rozmezí od 8,0 do 8,6. Na základě informací v úvodním textu úlohy, tabulky II, získané z internetu, a dalších hledisek jako je dostupnost a cena vody se má rozhodnout, kterou vodu si vybere do sladkovodního akvária (úloha 1) a která voda je naopak vhodná do mořského akvária (úloha 2).

V úloze 1 vybírají žáci z nabízených možností:

Do akvária je vhodné použít:

- a) destilovanou vodu, i když je drahá, ale má pH přibližně 7
- b) brněnskou vodovodní vodu, je dostupná a má vhodné pH

Tabulka I

Zařazení a zaměření dílčích úloh testu

Úloha	Zařazení do testu		Typ dovednosti ^a
	mladší žáci	starší žáci	
1	+	+	vyhledání informací v textu
2	+	+	vyhledání dat v tabulce
3	+	+	vyhledání dat v grafu
4	+	+	analýza dat z více zdrojů informací (text, tabulka, graf)
5a	+	+	přenos dat z textu do tabulky
5b	+	+	přenos dat z textu do grafu
6	+	+	kladení odborných otázek
7	–	+	<i>chemický výpočet</i>
8a	–	+	<i>převod slovního popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí</i>
8b	–	+	<i>chemické názvosloví</i>
9	–	+	<i>elementárních představy o chemické rovnováze</i>
10	+	+	hledání informací v textu

^a Úlohy zjišťující obecné dovednosti jsou uvedeny normálním písmem, úlohy zjišťující specifické chemické dovednosti jsou uvedeny kurzívou.

Tabulka II

Hodnota pH vodovodních vod z různých zdrojů v ČR

Město	pH vody	Město	pH vody	Město	pH vody
Blansko	7,8	Hodonín	7,8	Plzeň	8,0
Boskovice	7,9	Jihlava	7,6	Praha (Želivka)	8,1
Beroun	7,5	Karlovy Vary	7,0	Přerov (Troubky)	7,8
Brno	7,4	Kladno	7,5	Vyškov (Dědice)	7,6
Břeclav	8,2	Náchod	7,4	Znojmo	8,3
České Budějovice	7,9	Ostrava	7,9	Žďár nad Sázavou	8,0

c) vodu ze studánky, je nejlevnější a určitě je dobrá, když ji pijí lidé

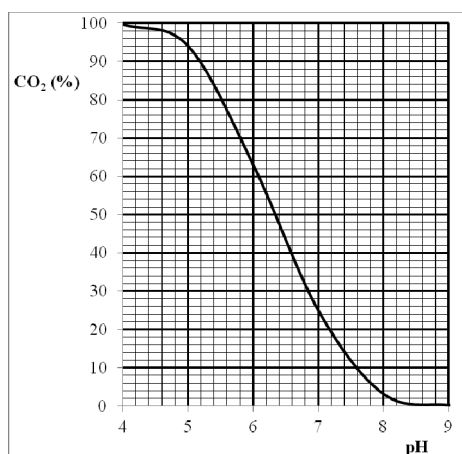
d) vodu ze Znojma, protože ta je vhodná i pro mořské akvárium

V úloze 2 vybírá z tabulky II města s vhodnou vodou pro mořské akvárium.

Řešení úloh vyžaduje základní chemické znalosti a dále dovednosti práce s textem a údaji uvedenými ve formě tabulky.

Úlohy 3, 4 a 5 jsou zaměřeny na práci s tabulkou a grafem. Po napuštění akvária vodou do něj chtěl spolužák sázet rostliny a proto potřeboval vědět, jak to je s obsahem CO_2 ve vodě. K tomu mohl využít graf závislosti obsahu CO_2 na pH vody (obr. 3). Podíval se do tabulky II na hodnotu pH vodovodní vody v Brně a podle grafu určil, že podle této hodnoty by mělo být ve vodě rozpuštěno přibližně 14 % CO_2 (úloha 3).

V následující úloze 4 bylo na základě práce s grafem řešeno, jak upravit vodu v akváriu, aby měla požadovanou hodnotu pH. Žáci formou dichotomických otázek (odpověď: ano x ne) řešili, zda pH snížit či zvýšit, zda použít kyselou nebo zásaditou látku či zda je ve vodě příliš nebo málo CO_2 .



Obr. 3. Závislost obsahu CO_2 na pH vody. Výchozí hodnota označuje maximum (100 %) CO_2 , které se za daných podmínek může ve vodě rozpustit

Ukázalo se však, že hodnota pH se v průběhu dne v akváriu mění, proto úloha 5 vyžaduje sestavení vlastní tabulky (úloha 5a) a konstrukci vlastního grafu (úloha 5b) s touto závislostí, aby bylo možné určit množství CO_2 ve vodě během dne.

Na tuto úlohu navazuje úloha 6, vyžadující formulaci vhodných otázek k zjištěným údajům – jsou uvedeny odpovědi a úkolem žáků je formulovat příslušné otázky.

Otázka:

.....
Odpověď: Protože během dne probíhá v zelených částech rostlin fotosyntéza a CO_2 je spotřebováván.

Otázka:

.....
Odpověď: Je-li pH větší než 8,3.

Otázka:

.....
Odpověď: S rostoucím množstvím rozpuštěného CO_2 ve vodě klesá hodnota pH.

Další tři úlohy byly zařazeny pouze v testu pro starší žáky a týkaly se chemického výpočtu – příprava roztoku dané koncentrace (úloha 7), výběru správného zápisu chemické rovnice rovnovážné reakce H_2CO_3 , CO_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 a H_2O , které se v akváriu nacházejí (úloha 8a) a uvedení názvů těchto látek (úloha 8b).

Vyberte chemickou rovnici, která správně popisuje uvedenou rovnovážnou reakci v akváriu?

- a) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 c) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 d) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2$

Úloha 9 vyžaduje úvahu nad změnou této rovnováhy při přidání dvaceti pestrobarevných rybiček do akvária.

Ovlivní tyto vodní živočichové pH vody?

- a) ne, protože rybičky nespotebouvají CO_2
 b) ne, protože rybičky dýchají žábami

c) ano, protože rybičky spotřebovávají CO_2

d) ano, protože rybičky produkují CO_2

Závěrečná úloha 10 byla společná pro mladší i starší žáky a požadovala zapsat alespoň tři, resp. čtyři významné informace týkající se zřízení akvária, které jsou v celém příběhu uvedeny. Jednalo se tedy o dovednost hledání potřebných informací v různých zdrojích (text, tabulka a graf); hodnocena byla kvantita i kvalita zapsaných informací.

Zadání i náročnost jednotlivých úloh byly pečlivě zváženy, pilotovány na vzorku 124 žáků a dále upraveny, aby byly adekvátní daným věkovým kategoriím respondentů. K věkové přiměřenosti jednotlivých úloh se vyjadřovali také vyučující příslušných ročníků a škol a naprostou většinu úloh shledali věkově přiměřenými. Na základě výsledků pilotáže i vyjádření vyučujících byla připravena finální verze testu.

Výsledky výzkumu dovedností žáků

Připravený dovednostní test byl zadán v období květen–červen 2012, tj. na konci školního roku v době výuky chemie celkem 684 žákům. O jeho zadání nebyli žáci předem informováni. Součástí testu byl i dotazník, který obsahoval celkem 20 položek. První se týkala vyjádření žáků k jednotlivým úlohám testu a jejich obtížnosti, další položky byly formulovány jako otázky zjišťující postoj k chemii, odhad úspěšnosti v podobných dovednostech, jako jsou uvedeny v testu, a zařazování osvojování podobných dovedností do výuky chemie z pohledu žáků.

Současně s testováním žáků byli jejich vyučující (celkem 28 učitelů) požádáni o vyplnění analogického dotazníku, který obsahoval celkem 6 okruhů otázek. Otázky okruhu 1 až 4 se týkaly vyjádření k věkové přiměřenosti jednotlivých úloh a předběžného odhadu úspěšnosti žáků v řešení jednotlivých úloh, otázky okruhu 5 se týkaly odhadu úspěšnosti jejich žáků v podobných dovednostech, jako jsou uvedeny v testu, a zařazování osvojování podobných dovedností do výuky chemie z pohledu učitele.

Složení respondentů, žáků i učitelů uvádí tabulka III.

Tabulka III
Složení respondentů – žáci a učitelé

Ročník a typ školy	Počet respondentů – žáci	Počet respondentů – učitelé
9. ročník základní školy	314	13
4. ročník osmiletého gymnázia	117	4
3. ročník čtyřletého gymnázia	142	6
7. ročník osmiletého gymnázia	111	5

Výběr škol byl proveden náhodně tak, aby byly zastoupeny školy z různých krajů Čech i Moravy (kraj Jihočeský, Jihomoravský, Liberecký, Moravskoslezský, Středočeský, Vysočina) a také různé typy obcí podle velikosti.

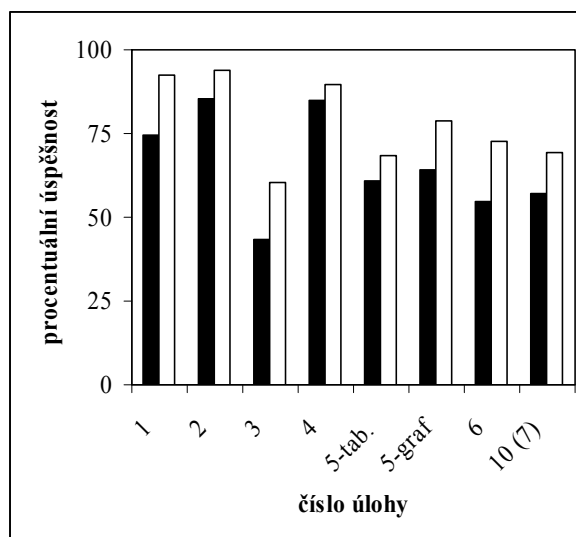
Cílem našeho výzkumu bylo kromě zjištění celkové úspěšnosti žáků najít odpovědi na následující otázky:

1. Liší se výkony žáků v oblasti obecných dovedností potřebných pro práci s informacemi (při řešení chemické problematiky) v závislosti na věku žáků?
2. Liší se výkony žáků v oblasti obecných dovedností potřebných pro práci s informacemi (při řešení chemické problematiky) v závislosti na typu školy (základní škola, osmileté gymnázium, čtyřleté gymnázium)?
3. Liší se výkony žáků v oblasti specifických chemických dovedností v závislosti na typu školy (čtyřleté gymnázium, osmileté gymnázium)?

Uvedené otázky byly zodpovídaný pro klíčové body vzdělávání v chemii, tj. poslední ročník základní školy a třetí ročník čtyřletého gymnázia a odpovídající ročníky osmiletého gymnázia.

Odpověď na první otázku, zda se liší výkony žáků v oblasti obecných dovedností potřebných pro práci s informacemi v závislosti na věku žáků plyne z obr. 4. Je v něm uvedena průměrná úspěšnost řešení jednotlivých testových úloh pro mladší žáky (společně 9. ročník základní školy a 4. ročník osmiletého gymnázia) a pro starší žáky (společně 3. ročník čtyřletého gymnázia a 7. ročník osmiletého gymnázia). Je zřejmé, že všechny úlohy zaměřené na obecné dovednosti potřebné pro práci s informacemi byly úspěšněji řešeny staršími žáky.

Nejúspěšnější byly obě skupiny žáků v řešení úlohy 1 a 2, které se týkaly vyhledávání informací v textu či tabulce a odpovědi na šest dichotomických otázek v úloze 4,



Obr. 4. Úspěšnost žáků při řešení úloh testu vyžadujících obecné dovednosti pro práci s informacemi (černá ... mladší žáci, bílá ... starší žáci)

kde velkou roli hrála šance na 50% uhádnutí správné odpovědi (úspěšnost se zde pohybovala od 70 do 90 %). Větší problémy nastaly v úlohách, které požadovaly vytvoření vlastní tabulky, zjištění údajů z grafu a sestrojení vlastní grafu a formulace zjištěných informací vlastními slovy (úlohy 3, 5, 6 a 7).

Odpověď na druhou otázku, zda se liší výkony žáků v oblasti obecných dovedností potřebných pro práci s informacemi v závislosti na typu školy již není tak zcela jednoznačná. Žáci osmiletého gymnázia obou věkových skupin sice dané úlohy řešili v průměru lépe než jejich vrstevníci ze základní školy, resp. ze čtyřletého gymnázia, ale statisticky významné odchylky byly v úspěšnosti řešení jen u některých úloh, jak ukazuje tabulka IV.

Zajímavé a alarmující byly výsledky související s odpovědí na výzkumnou otázku třetí, zda se liší výkony žáků v oblasti specifických chemických dovedností v závislosti na typu školy. V úloze požadující základní chemický výpočet dopadli totiž žáci obou skupin velmi špatně (tabulka V).

Jak již bylo uvedeno, současně s testováním žáků jejich vyučující v dotazníku předběžně odhadovali úspěšnosti žáků v řešení jednotlivých úloh. Ze srovnání dotazníků a testů vyplynulo, že většinou žáci řešili úlohy lépe, než učitelé očekávali. V případě chemických výpočtů ovšem žáci dopadli naopak mnohem hůře. Průměrný odhad učitelů pro úspěšnost žáků 3. ročníku čtyřletého gymnázia byl 57 %, avšak skutečná úspěšnost byla pouze 18 %; průměrný odhad učitelů pro úspěšnost žáků 7. ročníku osmiletého gymnázia byl 74 %, avšak skutečná úspěšnost těchto žáků byla pouze 43 %. Diskutovaná úloha nebyla zařazena jako poslední a úlohy za ní následující byly řešeny s podstatně větší úspěšností. Tím se vylučuje, že by žáci „nestihli k úloze dojít“, případně že by ji vynechali „z únavy“ na konci testu. Podrobný rozbor výsledků dotazníku pro učitele, včetně odhadu učitelů a skutečné úspěšnosti starších i mladších žáků při řešení všech úloh testu je publikován např. v práci²⁹ nebo v práci³⁰.

Zarážející a smutná byla i nízká úspěšnost obou skupin starších žáků při řešení úlohy 8 – zápis chemické rovnice (3. ročník čtyřletého gymnázia 48 %, 7. ročník osmiletého gymnázia 47 %). Tato úloha obsahovala slovní popis chemického děje, včetně uvedení chemických vzorců všech reaktantů i produktů. V úloze bylo uvedeno, které z uvedených látek jsou reaktanty. Kromě toho zadání záměrně obsahovalo další nadbytečné informace. Úkolem žáků bylo pouze vybrat ze čtyř nabídek chemickou rovnici odpovídající popisu v zadání. Šlo tedy o obyčejné vyhledání informací v textu, avšak text obsahoval chemickou symboliku, nebyl tedy psán běžným jazykem.

Z výsledků dotazníku pro učitele plyne, že tato úloha byla vyučujícími 3. ročníku čtyřletého gymnázia chápána jako "přiměřená spíše pro starší žáky než 3. ročník čtyřletého gymnázia" a i vyučující 7. ročníku osmiletého gymnázia se k tomuto názoru částečně přiklíněli. V tomto kontextu je nutné si uvědomit dvě věci: Situace, kdy je k určitému rozhodnutí nutno vybrat důležité informace z většího množství jinak nadbytečných informací, je v životě velmi častá a žáci by na ni měli být připravováni. Druhá věc k zamyšlení je ta, že konec 3. ročníku čtyřletého gymnázia je obvykle posledním ročníkem vzdělávání v chemii, pokud neuvažujeme speciální semináře, specializované vzdělávání na vysokých školách, případně na průmyslových školách s chemickým nebo chemii využívajícím zaměřením. Pokud učitelé odhadovali, že úloha je vhodná spíše pro starší žáky než 3. ročník čtyřletého gymnázia, jaké žáky vlastně mohli mít na mysli?

Na vyhledání informací v textu byla zaměřena i úloha 1. Ta však na rozdíl od úlohy 8 vyžadovala práci s obyčejným jazykem téměř oproštěným od chemické terminologie. Úspěšnost řešení úlohy 1 byla mnohem vyšší (92–93 % u obou skupin starších žáků), než úlohy 8. Zdá se tedy, že nízká úspěšnost řešení úlohy 8 může být částečně způsobena reakcí žáků na text obsahující ve zvýšené míře chemickou terminologii a symboliku.

Podobnou situaci autorky pozorovaly již dříve^{31,32},

Tabulka IV

Úspěšnost žáků při řešení testových položek vyžadujících obecné dovednosti pro práci s informacemi. Nejprve je uvedena průměrná úspěšnost řešení úlohy (%), za ním v závorce je uveden interval 95% spolehlivosti. Statisticky významné odlišnosti mezi skupinami stejně starých žáků jsou šedě podloženy.

Úloha	Mladší žáci		Starší žáci	
	9. ročník základní školy	4. ročník osmiletého gymnázia	3. ročník čtyřletého gymnázia	7. ročník osmiletého gymnázia
1	70,7 (65,7–75,7)	84,6 (78,1–91,2)	93,0 (88,8–97,2)	91,9 (86,8–97,0)
2	84,5 (81,0–87,9)	88,6 (84,0–93,2)	95,4 (92,9–98,0)	91,6 (87,3–95,9)
3	39,5 (34,6–44,461)	54,7 (46,9–62,5)	53,2 (46,1–60,3)	69,4 (61,9–76,9)
4	84,0 (81,5–86,5)	87,0 (83,7–90,4)	87,9 (83,9–91,9)	92,3 (88,9–95,8)
5a	57,6 (52,5–62,8)	68,7 (60,6–76,8)	61,0 (53,1–69,0)	77,5 (70,0–85,0)
5b	62,2 (58,5–65,9)	69,9 (63,8–76,0)	76,3 (72,1–80,6)	82,2 (77,6–86,8)
6	51,7 (47,8–55,5)	64,2 (58,3–69,9)	67,9 (63,3–72,4)	79,3 (74,7–83,8)
10 (7)	58,6 (54,7–62,5)	52,3 (46,3–58,3)	64,6 (59,2–70,0)	75,9 (70,3–81,5)

Tabulka V

Úspěšnost žáků při řešení úloh testu vyžadujících vybrané speciální chemické dovednosti. V horní části řádku je uvedena průměrná úspěšnost řešení úlohy, v dolní části řádku je interval 95% spolehlivosti. Statisticky významné odlišnosti mezi oběma skupinami žáků jsou šedě podloženy.

Úloha	3. ročník čtyřletého gymnázia	7. ročník osmiletého gymnázia
7 – chemický výpočet	18,4 (10,7–26,1)	43,1 (31,4–54,8)
8 – zápis rovnice	48,0 (38,1–57,9)	46,6 (33,7–59,4)
8 – názvosloví	63,8 (58,1–69,4)	81,5 (75,1–87,9)
9 – chemická rovnováha	61,2 (51,6–70,9)	86,2 (77,3–95,1)

například při řešení úloh maturitních testů v období 2001 až 2010 nebo v testu, připraveném na PdF MU v Brně, kde byla zadána celkem 85 žákům 3. ročníku gymnázia úloha na chemický výpočet převzatá z učebnice³³ pro základní školy. Kromě toho také žáci řešili zcela analogický úkol, vyžadující stejný počet stejných matematických kroků a myšlenkových operací, avšak zapsaný běžným jazykem (problematika natěračství). Úspěšnost řešení „chemické“ a „nechemické“ úlohy se markantně lišila (25 % u „chemické úlohy“, 73 % u „nechemické“ úlohy). To podporuje myšlenku, že problémem nízké úspěšnosti řešení mnohých teoretických úloh v chemii nemusí být nezvládnutí potřebných, např. matematických dovedností nebo logických operací, ale spíše nízká schopnost žáků využít dovednosti získané v rámci jednoho oboru na řešení analogických úloh v rámci oboru jiného, případně nízká schopnost žáků pracovat s textem, který je psaný (z jejich hlediska) odborným jazykem.

Shrnutí a závěr

V souvislosti s problémy, s nimiž se potýká současná výuka chemie nejen u nás, ale i v dalších zemích, je snahou mnoha zainteresovaných odborníků hledat způsob jejího zlepšení. Metoda badatelsky orientované výuky se jeví jako jedno z vhodných řešení této situace. Předpokladem pro její aplikaci v naší školní praxi je zvládnutí dílčích dovedností této metody. Proto cílem našeho výzkumu bylo zjištění, zda žáci na úrovni základní a střední školy tyto dovednosti mají. Kromě toho byly ověřovány i vybrané specifické chemické dovednosti.

Potvrdilo se, že starší žáci vykazovali lepší obecné dovednosti potřebné pro aplikaci metody IBSE než žáci mladší, a to u všech odpovídajících úloh testu. Pokud jde o vliv typu školy, byla úroveň potřebných obecných dovedností u žáků osmiletého gymnázia v průměru poněkud vyšší než u jejich vrstevníků na základní škole, resp. ve 3. ročníku čtyřletého gymnázia, ale statisticky významně se to projevilo jen u některých úloh.

V oblasti vybraných speciálních chemických dovedností (chemický výpočet, převod slovního popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí, chemické názvosloví, elementární představy o chemické rovnováze), které byly sledovány jen u starších žáků, byli žáci 7. ročníku osmiletého gymnázia úspěšnější než žáci 3. ročníku čtyřle-

tého gymnázia u tří úloh; pouze u úlohy na převod slovního popisu chemické reakce na zápis chemickou rovnicí byla úspěšnost obou skupin prakticky stejná. Kromě toho se mimo původní záměr výzkumu potvrdilo, že dovednosti žáků v oblasti chemických výpočtů jsou velmi nízké, a to podstatně horší, než odhadují sami vyučující testovaných žáků.

Srovnání výsledků žáků v různých testových úlohách, stejně jako dřívější výsledky autorek tohoto článku, podporují myšlenku, že neúspěch žáků při řešení některých teoretických úloh v chemii nemusí být způsoben skutečným nezvládnutím potřebných znalostí a dovedností, ale mohl by být spíše důsledkem nepropojení chemie s běžným životem. Podle zahraničních zkušeností³⁴ by měla výuka přírodovědných a technických oborů, tedy i chemie, stavět na přirozeném zájmu žáků o dění kolem nás. Chemie by tedy neměla být vyučována pouze jako „teorie vzdálená běžnému životu“, ale naopak jednotlivé problémy by měly být, pokud je to možné, vysvětlovány v kontextu každodenních a známých situací.

Tento článek byl vytvořen za podpory projektu GAČR: Dovednosti žáků v biologii, geografii a chemii: výzkum zamýšleného, realizovaného a osvojeného kurikula na počátku implementace kurikulární reformy (P407/10/0514).

LITERATURA

1. European Commission: *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. 2007 [online]. [cit. 2012-06-10] Dostupné z: ec.europa.eu/research/sciencociety/document_library/pdf_06/report-roccard-on-science_education_en.pdf
2. Čtrnáctová H., Čížková V., Marvánová H., Pisková D.: *Přírodovědné předměty v kontextu kurikulárních dokumentů a jejich hodnocení*. Univerzita Karlova, Praha 2007.
3. Čtrnáctová H., Čížková V.: *Chemické Rozhlady 11*, 139 (2010).
4. Trnová E.: *Rozvoj dovedností žáků ve výuce chemie se zaměřením na nadané*. Masarykova univerzita, Brno 2012.
5. Čtrnáctová H., Zajíček J.: *Chem. Listy 104*, 811 (2010).

6. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. VÚP Praha, Praha 2005.
7. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. VÚP Praha, Praha 2007.
8. Čáp J.: *Psychologie výchovy a vyučování*. Karolinum, Praha 1993.
9. Skalková J.: *Obecná didaktika*. ISV, Praha 1999.
10. Švec V.: *Klíčové dovednosti ve vyučování a výcviku*. Masarykova univerzita, Brno 1998.
11. Čtrnáctová H.: *Current Trends in Chemical Curricula. - Proceedings of the International Conference, Prague 24–26 September 2008* (Nesměrák K., ed.), str. 10–13.
12. Čtrnáctová H., Halbych J.: *Didaktika a technika chemických pokusů*. Karolinum, Praha 2006.
13. Mokrejšová O.: *Praktická a laboratorní výuka chemie*. Triton, Praha 2005.
14. Mokrejšová O.: *Moderní výuka chemie*. Triton, Praha 2009.
15. Pellegrino J. W., Histon M. L.: *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press, Washington 2012.
16. Palečková J., Tomášek V.: *Učení pro zítřek: výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha 2005.
17. Straková J., Potužníková E., Tomášek V.: *Vědomosti, dovednosti a postoje českých žáků v mezinárodním srovnání*, v: Matějů P., Straková J. a kol.: *(Ne)rovné šance na vzdělání*. Academia, Praha 2006.
18. Mandíková D., Houfková J. a kol.: *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti – Utváření kompetencí žáků na základě zjištění šetření PISA 2009*. Česká školní inspekce, Praha 2012.
19. Franklin W. A.: *Inquiry Based Approaches to Science Education: Theory and Practice*. 2000 [online]. [cit. 2010-08-12] Dostupné z: www.brynmawr.edu/biology/franklin/InquiryBasedScience.html
20. Apedoe S. A., Reeves T. C.: *J. Sci. Educ. Technol.* 15, 321 (2006).
21. Llewellyn D.: *Inquire Within: Implementing Inquiry-Bases Science Standards*. Corwin Press, 2002.
22. *ESTABLISH - Guide for developing Teaching and Learning Units*. AMSTEL Institute, 2010.
23. Čtrnáctová H., Mokrejšová O.: *Tvorba metodických materiálů pro střední školy*. Conatex s.r.o., Praha 2013.
24. Čížková V., Čtrnáctová H.: *Přírodovědná gramotnost – rozvoj klíčových a specifických kompetencí*, v: *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych – Research in Didactics of the Science*. Uniwersytet Pedagogiczny, Krakow 2008, str. 85–88.
25. Čtrnáctová H., Čížková V., Hlavová L., Řezníčková D.: *Science Knowledge of Students in the Time of Curricular Reform*, v: *Chemistry Education in the Light on the Research (monograph)*. Pedagogical University, Krakow 2012, str. 22–28.
26. Řezníčková D.: *Int. Res. Geograph. Educ. J.* 12, 148 (2003).
27. Řezníčková D.: *Geografie* 114, 316 (2009).
28. Trna J.: *Sci. Educ.* 2, 3 (2011).
29. Trnová E.: *Testování vybraných dovedností žáků v chemii*, v: *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied: Zborník z medzinárodnej konferencie Smolenice 15.–17. 10. 2012*. Trnavská univerzita, Trnava 2012, str. 166–171.
30. Bayreová A., Cídllová H., Kuběnová G.: *Pohled žáků a učitelů na test vybraných žákovských dovedností v chemii*, v: *Aktuálne smerovanie výskumov v dizertačných prácach z didaktiky chémie* (Prokša M., Igaz C., eds.). Univerzita Komenského, Bratislava 2013, str. 15–25.
31. Čtrnáctová H., Vasilešská M.: *Chem. Listy.* 98, 934 (2004).
32. Cídllová H.: *Návrh principu testu dovedností práce s vědomostmi a jeho využití v oblasti obecné a fyzikální chemie (habilitační práce)*. Univerzita Karlova, Praha 2006.
33. Beneš P., Pumpr V., Banýr J.: *Základy chemie pro 2. stupeň základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 3. vyd., Fortuna, Praha 2004.
34. Ježková Z.: *Studie zahraničních zkušeností s podporou zájmu o technické a přírodovědné obory*. 2009 [online]. [cit. 2011–09–20]. MŠMT. Dostupné z: http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Studie_zahranicnich_zkusenosti.pdf.

H. Čtrnáctová^a, H. Cídllová^b, E. Trnová^b, A. Bayerová^a, and G. Kuběnová^b (^a Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague, ^b Department of Physics, Chemistry and Professional Education, Pedagogical Faculty, Masaryk University, Brno): **Standards of Selected Chemical Skills of Primary School Pupils and Grammar School Students**

At present the problems of attractivity and adequacy of school education in natural science is discussed in many countries. In the Czech Republic curriculum changes continued in 2005–2010, which enabled the schools to form their own educational programs. In the frame of a research project, tests were designed for conducting a survey of general and specific chemical skills of pupils in the last year of primary schools and of students in the last but one year of grammar schools.