

ROZVOJ KRITICKÉHO MYŠLENÍ VE VÝUCE CHEMIE

VLASTIMIL HORÁLEK^a a PETR DISTLER^{a,b}

^a Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, 128 00 Praha 2, ^b Katedra jaderné chemie, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, Česká republika
petr.distler@natur.cuni.cz

Došlo 27.6.24, přijato 15.8.24.

Kritické myšlení představuje důležitou a českými kurikulárními dokumenty akcentovanou součást vzdělávání, jejíž důležitost je nyní diskutována i v souvislosti s rozvojem umělé inteligence. Ve výuce (nejen) chemie lze kritické myšlení cíleně rozvíjet vhodnými aktivitami. V článku jsou proto představeny tři komplexní učební úlohy do výuky chemie na středních školách, které mají potenciál rozvíjet kritické myšlení: Geneticky modifikované plodiny (úloha založená na problémovém učení a analýze zdrojů informací), Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem (úloha zaměřená na kritické čtení textu, argumentaci a práci s umělou inteligencí) a Reakční kinetika (badatelsky orientovaná laboratorní práce posílená o prvky interpretování grafů a dat a zdůvodňování). Budovat kritické myšlení v oboru chemie je podstatné pro pochopení abstraktních konceptů a osvojení dovedností, díky nimž žáci zodpovědně a informovaně přistupují k chemickým tématům v každodenním životě.

Klíčová slova: kritické myšlení, výuka chemie, aktivizační metody, argumentace

1. Úvod

Klíčovou dovedností 21. století, která je mnohými výzkumníky označována nejen jako jeden z faktorů úspěšného učení, ale také jako pilíř demokratické společnosti, je kritické myšlení^{1–3}. Kritické myšlení patří mezi aktuální témata – zejména s ohledem na velkou dostupnost informací, mezi nimiž se může nacházet i zavádějící obsah (dezinformace, hoaxy, fake news apod). S prudkým rozvojem umělé inteligence, jejíž výstupy ne vždy odpovídají skutečnosti, je tento apel ještě zřetelnější.

Kritickému myšlení se člověk může naučit a postupně zdokonalovat. Např. učitel může vhodnými metodami a za dodržení několika zásad rozvíjet kritické myšlení u svých žáků. Cílem článku je představit možnosti rozvíjení kritického myšlení ve výuce (nejen) chemie a představené metody a zásady ilustrovat na třech konkrétních učebních úlohách (badatelsky orientovaná laboratorní práce, kritické čtení textu a skupinová práce se zdroji informací).

2. Vymezení termínu kritického myšlení a jeho význam ve výuce

Ačkoliv patří kritické myšlení k často skloňovaným pojmům nejen v kontextu vzdělávání, mezi odborníky neexistuje konsenzus, co přesně znamená nebo co všechno zahrnuje^{1,4–6}. Pokusy o definování kritického myšlení kom-

plickuje zejména skutečnost, že různé obory (zejména filozofie a kognitivní psychologie, v menší míře pedagogika) přistupují ke konceptu kritického myšlení odlišným způsobem⁷.

Literatura uvádí shodu v tom, že kritické myšlení představuje širokou škálu dovedností nebo postojů, přičemž mezi nejvýznamnější patří kognitivní operace vyšší náročnosti (např. syntéza, analýza, evaluace), argumentace, kladení otázek nebo řešení problémů^{1,6}. Mezi nejpodstatnější postoje patří tendence ověřovat informace, pracovat s věrohodnými zdroji, vnímavost vůči různým názorům nebo způsobům argumentace nebo motivace používat dovednosti spojené s kritickým myšlením a zdokonalovat se v nich. Zásadním prvkem kritického myšlení je i zaměření se na sebe (tj. sebereflexe, metakognice neboli myšlení o vlastním myšlení, hodnocení vlastních argumentů)^{1,6}.

Kritické myšlení kladně ovlivňuje studijní úspěch žáků a studentů, pomáhá jim efektivněji řešit problémy a podle výzkumníků je klíčové pro rozvoj v jakémkoliv vědním oboru^{2,8}. Rozvoj kritického myšlení pomáhá žákům lépe pochopit přírodní vědy, rozvinout vědecký způsob myšlení nebo schopnost řešit problémy spojené s přírodními vědami, v rámci chemie je podstatné pro pochopení abstraktních konceptů a vyhodnocování chemických jevů v každodenním životě^{7–10}. Pozitivní vliv má také na rozvoj sociálních dovedností žáků a na jejich aktivní zapojení do demokratické společnosti. Pomáhá jim

informovaně posuzovat společenská témata, adaptovat se na rychle se měnící svět a dokázat v něm plnohodnotně fungovat^{3,4}.

Není proto překvapující, že vlády některých států (Česká republika, USA, Velká Británie, Finsko, Kanada aj.) vyvíjejí již několik let snahu, aby se rozvoj kritického myšlení stal pevnou součástí jejich kurikula¹¹.

3. Zásady, metody a překážky rozvoje kritického myšlení ve výuce

Obecná zásada při rozvoji kritického myšlení ve školní výuce je dominantní aktivita žáků, učitel vystupuje spíše v roli průvodce². Vhodné jsou konstruktivistické metody, při nichž žáci samostatně přicházejí na skutečnosti a sami budují své poznání⁶. Zároveň je nutné kritické myšlení neustále kultivovat a opakovaně začleňovat vhodné aktivity, které ho rozvíjejí¹². Učitel by měl z rozvoje kritického myšlení vytvořit samostatný cíl a explicitně o něm komunikovat s žáky. Neefektivněji je kritické myšlení rozvíjeno právě tehdy, když jsou cíl i instrukce explicitní (např. vyučující spolu s tématem hodiny uvede, že náplní bude i procvičování argumentace, v průběhu začlení aktivitu na tvorbu nebo rozbor argumentů a následně s žáky rozebírá jednotlivé aspekty týkající se argumentace)^{5,6,13}. Kritické myšlení lze rozvíjet prací s textem, která je zaměřena na kladení vhodných otázek (kdo je autorem a příjemcem, jaký je účel textu, případně zda se v textu objevují argumenty nebo formulace přesvědčující čtenáře)¹⁴. Další vhodnou metodou je badatelsky orientovaná výuka, při níž žáci stanovují hypotézy, plánují svou práci a následně interpretují a reflektují výsledky⁵. Rozvoj kritického myšlení může podpořit také problémové vyučování, kdy žáci nacházejí řešení problému, který je obvykle mezioborový, pochází z běžného života a neexistuje jediná správná odpověď⁹.

Existuje řada popsaných příčin, které brání efektivnímu rozvíjení kritického myšlení. Mezi nejběžnější patří předávání izolovaných poznatků a chybějící propojování znalostí v rámci předmětu i mezi předměty (což je pro rozvoj kritického myšlení klíčové zejména z toho důvodu, že při posuzování různých situací z běžného života je nutné zapojit pohled více oborů). Další významnou překážkou je ze strany učitele příliš dominantní role ve výuce (případně role „vševědoucího“ učitele, který předává pouze hotové poznatky), tlak na výkon nebo známky (na úkor rozvoje dovedností spojených s kritickým myšlením). Kritickým bodem může být i nedostatek informací, které žáci o tématu mají. Pokud mají žáci argumentovat, diskutovat nebo se jakkoliv více angažovat v tématu, musejí mít o něm znalosti, jinak je velmi omezen rozvoj kritického myšlení. V neposlední řadě může rozvoji bránit nedostatek učebních aktivit zaměřených na cílený rozvoj kritického myšlení a nedostatek procvičování, neboť dovednosti spojené s kritickým myšlením je nutné opakovaně trénovat^{2,3,7,9}.

4. Kritické myšlení v kontextu českého prostředí a vzdělávání

Důležitost kritického myšlení je reflektována i v českých kurikulárních dokumentech, konkrétně v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia je kritické myšlení zmíněno přímo i nepřímo na několika místech. Explicitní zmínky je možné nalézt v klíčových kompetencích, například:

- „(Žák) kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry“¹⁵;
- „(Žák) uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice“¹⁵.

Další významné zmínky obsahuje i samotná vzdělávací oblast *Člověk a příroda*, jejíž je chemie součástí. V popisu vzdělávací oblasti je kladen důraz na důležitost diskuse a argumentace, vědecké metody a vlastní bádání nebo řešení přírodovědných problémů. Ve všech těchto případech je možné nalézt průnik s kritickým myšlením.

5. Učební úlohy rozvíjející kritické myšlení v chemii

Na základě široké literární rešerše zahraničních odborných zdrojů o kritickém myšlení a jeho cíleného rozvíjení ve výuce byly vytvořeny a pilotovány tři komplexní učební úlohy včetně metodiky pro učitele¹⁶, které jsou pro vyučující i odbornou veřejnost dostupné na odkazu <https://bitly.cx/IS6>. Aby měly vytvořené učební úlohy potenciál rozvíjet kritické myšlení, byly v nich použity prvky, které byly výše zmíněnými publikacemi podloženy jako efektivní pro rozvoj kritického myšlení (podrobnější popis u každé úlohy dále v textu). Úroveň kritického myšlení žáků před a po pilotáži představených úloh nebyla testována, protože začlenění takovýchto úloh do výuky představuje dlouhodobý proces, jehož výsledky se projevují až po delší době systematické práce.

Jako příklad si podrobněji uvedeme učební úlohu s názvem *Geneticky modifikované plodiny*, která představuje skupinovou práci se zdroji a problémovou úlohu současně. Úvodem je evokace, kde si žáci ve dvojicích řeknou, co o tématu již vědí. Poté si shrnou své poznatky s učitelem. Následuje aktivita, kdy žáci pracují se dvěma videi, jedno má informační charakter, druhé je reportáží ve stylu pro a proti. Pracovní list k této části obsahuje 14 tvrzení z obou videí, některá z nich obsahují nepravdivou informaci (ukázka je na obr. 1). Žáci před zhlédnutím videí označují do prvního sloupce tvrzení jako pravdivá, nebo nepravdivá, aniž by měli všechny potřebné informace. Následuje zhlédnutí obou videí, během něhož si žáci zaznamenávají do druhého sloupce pravdivost podle informací z videa. Rovněž si mohou vybrat počet tvrzení pro posuzování – tento prvek diferenciací dává žákům mož-

#	tvrzení	před videem	po videu
první video (Nezkreslená věda)			
1	Nositelkou dědičnosti u organismů je RNA, která je složena z genů.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
2	Už první úpravy do dědičné informace byly cílené.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
3	Transgenose je úprava dědičné informace, kdy přenášíme cizorodé geny z jednoho organismu do druhého.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
4	Do rostlinných genů lze vkládat jen geny rostlin, např. není možné do nich vložit geny bakterií.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
5	Nejběžnějším druhem geneticky modifikované rostliny je pšenice.	pravda / nepravda	pravda / nepravda

Obr. 1. Ukázka práce s videem

nost volby a bere ohled na úroveň jejich motivace a aktuálního psychického rozpoložení a dalších potřeb. Po zhlédnutí videa žáci chybná tvrzení opraví a aktivita je učitelem vyhodnocena hromadně. Aktivita rozvíjí kritické myšlení tím, že žáky podněcuje k přemýšlení o tématu ještě před zhlédnutím videí, vede je k uvědomění, co už vědí nebo co se potřebují dozvědět. Proces uvědomování, co žák ví, nebo neví (evokace), a následná reflexe totiž hrají velkou roli v cíleném rozvíjení kritického myšlení⁹.

Následuje skupinová práce koncipovaná jako skládkové učení (žáci pracují v tzv. expertních skupinách podle různých odborností, poté ve smíšených). První je práce v expertních skupinách. V jejím rámci mají skupinky žáků zodpovědět na základě práce se zdroji informací a vzájemné diskuse otázku, zda by měla fiktivní Chemická republika souhlasit s pěstováním geneticky modifikovaných plodin. Žáci nahlížíjí na řešení této otázky z pohledu různých odborností (biolog, agrochemik, odborník na pesticidy, ekonom), každá skupinka vyplňuje posudek shrnující postup zjišťování informací i argumenty (obr. 2). Samotná práce na posudku začíná evokací, která vede žáky k uvědomění si toho, co o tématu už vědí. Před zjišťováním informací formulují i skutečnosti, které budou muset zjistit k zodpovězení výzkumné otázky, a také se vyjadřují, které zdroje a proč využijí k získání informací. Poté pracují nejen na hlavní výzkumné otázce, ale mají za úkol si vybrat tři další související podtémata. Minimálně jedno si volí z nabídky (např. u agrochemika *znečištění a eutrofizace vod, výhody a nevýhody hnojení, druhy hnojiv*). Práce v expertních skupinách je zakončena vyvozením tří konkrétních závěrů, s nimiž žáci přicházejí do smíšené skupiny.

Ve smíšených skupinách sdílejí žáci závěry z expertních skupin a výstupem je společné rozhodnutí o (ne)pěstování geneticky modifikovaných plodin. Rozhodnutí musí být podloženo třemi hlavními klady a třemi hlavními riziky, jichž si je smíšená skupina vědoma. Tento výběr vede žáky ke sdílení zjištění jednotlivých odborností, ke komunikaci i argumentaci s cílem vybrat nejdůležitější body a shodnout se na závěrečném stanovisku. Každá

smíšená skupina následně prezentuje svůj závěr před celou třídou a uvádí argumenty, které ji k tomu vedly.

Tato část učební úlohy má potenciál rozvíjet kritické myšlení, neboť stejně jako v případě videí vede žáka k uvědomění si, co ví a co bude muset zjistit. Kromě toho se týká práce se zdroji informací a argumentace, kdy žáci musí zdůvodnit volbu svých zdrojů, dále je jejich úkolem formulace závěru (rozhodnutí), který podpoří argumenty. Podstatným faktorem je i forma úlohy, a sice skupinová práce, kdy žáci společně řeší problém, musí si obhájit před ostatními své stanovisko nebo poslouchat a posuzovat argumenty spolužáků, než se dohodnou na společném závěru.

Učební úloha je koncipována na dvě vyučovací hodiny a vzhledem ke komplexnosti témat je vhodné zařadit ji do posledního ročníku, kdy je vyučována chemie. Žáci by měli mít znalosti z anorganické chemie (hnojiva), organické chemie (pesticidy) a biochemie (nukleové kyseliny, molekulární základy genetiky), vhodné jsou i znalosti z biologie (ekologie, botanika) nebo společenských věd (ekonomie). Úlohu je možné modifikovat množstvím samostatné práce (např. zda budou výzkumné otázky formulovány předem, nebo je žáci budou vymýšlet), případně úpravou rolí (v menším počtu žáků je možné některé role sloučit – např. agrochemika a odborníka na pesticidy, v opačném případě lze přidat další role – např. překladatel cizojazyčných zdrojů).

Druhá učební úloha je zaměřená na téma *Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem*. Podobně jako předchozí úloha pracuje s aktuálním tématem, které je pro část populace kontroverzní. V jejím úvodu žáci vyplňují SWOT analýzu týkající se jaderné energetiky, která slouží jako přemostění k následnému kritickému čtení, které se týká nakládání s vyhořelým jaderným odpadem, jakožto hlavní nevýhodou jaderné energetiky. Během SWOT analýzy žáci píší své nápady k těmto kategoriím: S (Strengths, silné stránky), W (Weaknesses, slabé stránky), O (Opportunities, příležitosti) a T (Threats, hrozby).

Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

Odbornost: agrochemie

Výzkumná otázka: *Sníží se spotřeba hnojiv, pokud Chemická republika začne pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

Posudek zpracovali:

Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):
Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?
Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?
Zaměřte se alespoň na 3 různá témata v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže: znečištění a eutrofizace vod výhody a nevýhody hnojení druhy hnojiv
Formulujte 3 hlavní závěry vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:
Za správnost posudku ručí (podpisy):

Obr. 2. Ukázka výstupu expertní skupiny agrochemie (vynechány volné řádky, běžný formát A4)

V rámci kritického čtení žáci posoudí dva protichůdné texty pojednávající o nakládání s vyhořelým jaderným palivem – první pochází z webové stránky Nechceme úložiště.cz, druhý text je přepis rozhovoru o přepracování vyhořelého jaderného paliva, který se vysílal v Českém rozhlase. Žáci oba texty analyzují z různých hledisek (obr. 3, autor, jeho vztah k tématu, pravděpodobný účel textu a jeho cílová skupina, shodné a rozdílné znaky obou

článků) a následně mají za úkol reagovat na modelové argumenty v pracovním listě. Učební úloha vede žáky k zodpovídání otázek nejen na obsah textu, ale na otázky vypsané výše – v souladu se zjištěním výzkumů podporuje taková analýza kritické myšlení, protože učí žáky číst na první pohled skryté informace (např. záměr článku nebo obsažené argumenty)¹⁴. Součástí úlohy je i práce s umělou inteligencí (*ChatGPT*), u které se žáci během práce

Jak a co se píše o jaderném palivu?

V dnešním světě jsme zaplaveni informacemi z různých zdrojů, a proto se naučíme v této hodině:

- Pečlivě analyzovat zdroj, kde je informace uvedena.
- V textu hledat argumenty.
- Na základě dostupných informací formulovat vlastní stanovisko

O čem, pro koho a od koho je text?

- 1) Zapište jednu hlavní myšlenku obou textů.

text 1

text 2

- 2) Pro koho je text patrně určen? Svou odpověď zdůvodněte.

text 1

text 2

Obr. 3. Ukázka úvodu pracovního listu o přepracování vyhořelého jaderného paliva

s textem střídají. Práce s umělou inteligencí žákům nabízí možnost konzultovat nejasné informace z obou textů, případně získat tipy týkající se analýzy textů nebo argumentace. V rámci učební úlohy si žáci procvičují i argumentaci (rozeznat ji v textu a samostatně argumentovat), což je klíčové pro rozvoj kritického myšlení.

Učební úloha je koncipována na 1,5 vyučovací hodiny. Aby byla realizace úlohy efektivní, žák by měl mít znalosti o tématech radioaktivita, ionizující záření a jeho účinky, případně o f-prvcích. Úlohu je možné modifikovat přidáním dalších textů (např. názorové příspěvky, odborné práce, popularizační články), které žáci mohou analyzovat podle návodu v pracovním listu. Vzhledem k aktuálnosti tématu pro Českou republiku v souvislosti s dostavbou jaderných bloků je vhodné na tuto skutečnost upozornit např. v úvodu a reflexi učební úlohy.

Třetí učební úlohou je badatelsky pojatá úvodní úloha do tématu rychlost chemických reakcí s názvem *Reakční kinetika*. Skládá se ze dvou částí – první část slouží jako evokace a teoretická příprava, žáci zde pracují na teoretických otázkách a interpretují grafy. Žáci nemají k popisu grafů všechny dostupné informace a musejí argumentovat, proč je popsali určitým způsobem, případně mají interpretovat vyobrazené závislosti. To podněcuje rozvoj kritického myšlení – žáci mají jen část informací a jejich úkolem je zbylé informace odvodit, domyslet a napsat, proč si to myslí.

V praktické části úlohy mají žáci za úkol ověřit na reakci zředěné kyseliny chlorovodíkové a zinku stanovenou hypotézu, která se týká rychlosti chemické reakce mezi zinkem a kyselinou chlorovodíkovou. Součástí jsou otázky na metodiku práce (co bude pro žáky ukazatelem rychlosti chemické reakce), žáci zde argumentují, proč si vybrali konkrétní způsob práce, v závěru vyhodnocují a reflektují práci vzhledem ke znění hypotézy. V souvislosti s rozvíjením kritického myšlení je klíčová skutečnost, že si žáci plánují práci sami, jejich úkolem je i určit si, co a proč pro ně bude indikátorem rychlosti chemické reakce. Úloha je také vede k tomu, aby reflektovali svou práci a aby z ní vzešlo poučení do příště (např. co by příště udělali jinak, kde a proč mohly vzniknout chyby v měření). Veškeré toto uvažování nad způsobem práce, jejím rozplánováním a reflexí má potenciál rozvíjet kritické myšlení.

Učební úloha je koncipována na 1,5 vyučovací hodiny a vzhledem k jejímu charakteru úvodní motivační aktivity může sloužit jako první úloha v rámci tohoto tématu. Úlohu lze modifikovat přidáním dalších běžně dostupných kovů, případně využít kusový a práškový vápenec nebo jedlou sodu.

6. Pilotáž vytvořených úloh ve výuce na gymnáziu

Vytvořené učební úlohy byly ověřeny ve výuce chemie na osmiletém Gymnáziu Altis, fakultní škole Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Pro pilotáž byly zvo-

leny třídy, v nichž žáci měli daná témata již probraná (v souladu se zásadou mít znalosti o tématu pro efektivnější rozvoj kritického myšlení). Po realizaci úloh žáci prostřednictvím dotazníků poskytli zpětnou vazbu s ohledem na srozumitelnost zadání, obtížnost a přínos úlohy (zda se domnívají, že je úloha naučila nové znalosti nebo schopnosti). Na základě nich byly úlohy a metodiky pro učitele upraveny do finální podoby. Pilotáže se vždy zúčastnili všichni přítomní žáci.

První učební úloha s názvem *Geneticky modifikované plodiny* byla ověřena ve výuce 7.A na konci školního roku (tedy v době, kdy žáci měli poslední rok povinné výuky chemie). Ověření úlohy se zúčastnilo 13 žáků této třídy. Obtížnost úlohy byla většinou žáků (9 žáků) hodnocena jako optimální, 3 žáci hodnotili úlohu jako spíše obtížnou, pouze jeden žák ji vnímal jako spíše jednoduchou. Zadání a srozumitelnost instrukcí byly vnímány 10 žáky jako spíše srozumitelné, dva žáci vybrali možnost srozumitelné a jeden žák možnost spíše nesrozumitelné. S tvrzením, že učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasili všichni (9 žáků vybralo možnost ano, zbylí 4 žáci možnost spíše ano). Žáci na úloze nejvíce ocenili úvodní motivační videa a způsob práce s nimi, začlenění skupinové práce (někteří oceňovali i střídání skupin) a diskuse, pohled na problematiku z více oborů a interaktivní formu aktivity. Dále jako přínos vnímali, že byli vedeni k argumentaci nebo obhajobě vlastního stanoviska, čímž si mohli tuto dovednost procvičit.

Pilotáže druhé úlohy (*Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem*) se účastnilo 15 žáků ze třídy 6.A v polovině školního roku (žáci již měli probrány téma stavby atomu, radioaktivity a f-prvků). Obtížnost úlohy vnímali 4 žáci jako spíše obtížnou, 10 žáků ji označilo jako optimální a 1 žák jako spíše jednoduchou. Úloha se jevila jako srozumitelná většině žáků (11 žáků) a zbylým 4 žákům jako spíše srozumitelná. S tvrzením, zda učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasilo 11 žáků, zbylí žáci zvolili možnost spíše souhlasím. Žáci na úloze nejvíce oceňovali texty (jejich volbu, čtivost a srozumitelnost), možnost porovnat dva opačné názory a na základě nich si vytvořit vlastní názor. Zmínku z pilotáže si zaslouží i úvodní SWOT analýza, v níž žáci uváděli vysokou efektivitu produkce energie a nízkou uhlíkovou zátěž jako silné stránky jaderné energetiky, zatímco např. riziko radiační havárie nebo vyhořelé jaderné palivo jako slabou stránku. Mezi příležitostmi uvedli např. snahu některých států snížit emise uhlíku, na druhou stranu vnímali negativní pohled určitých skupin na jadernou energetiku jako hrozbu pro její další pokračování.

Učební úloha s názvem *Reakční kinetika* byla ověřena ve výuce 5.A (žáci probírali faktory ovlivňující rychlost chemické reakce na nižším stupni gymnázia). Ověření úlohy se zúčastnilo 19 žáků, z nichž 10 žáků vnímalo úlohu jako spíše obtížnou a zbylí žáci ji označili za optimální. Poměrně velkou část žáků vnímajících úlohu jako spíše obtížnou lze vysvětlit tím, že tato učební úloha bezprostředně nenavazuje na probranou látku, ale je stavěna jako úvodní seznámení s novým tématem a předpokládá zna-

losti z předchozí výuky chemie. Srozumitelnost úlohy a dílčích úkolů označili 2 žáci jako srozumitelnou, valná část třídy (14 žáků) za spíše srozumitelnou a zbylí 3 žáci za spíše nesrozumitelnou. S tvrzením, že učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasilo 15 žáků (5 žáků vybralo možnost ano, 10 žáků možnost spíše ano), 4 žáci zvolili možnost spíše ne. Je vhodné poznamenat, že kromě faktografických znalostí (reakce kyseliny chlorovodíkové s kovy, vliv reakčních podmínek na rychlost reakce atp.) žáci uváděli, že se naučili např. pracovat s časem, popisovat grafy nebo lépe si rozdělovat práci ve skupině.

7. Závěr

Kritické myšlení patří mezi zásadní dovednosti současné doby a má své nezastupitelné místo ve školní výuce. Pro rozvoj kritického myšlení je vhodné používat metody zaměřené na činnost žáků, vést žáky k argumentaci či kladení otázek a začleňovat vhodné aktivity (např. kritické čtení textu, problémové učení, badatelsky orientovanou výuku). Důležitost kritického myšlení ilustruje skutečnost, že je na několika místech explicitně zmíněno v českých kurikulárních dokumentech. Byly představeny tři vytvořené a ověřené komplexní učební úlohy zaměřené dle platných doporučení z odborné literatury na cílený rozvoj kritického myšlení ve výuce chemie na středních školách (skupinovou práci se zdroji a problémovou úlohu současně, kritické čtení textu a badatelsky zaměřenou laboratorní práci). Učitelé mají k dispozici metodiku i všechny potřebné učební materiály (včetně řešení). Na tématu rozvoje kritického myšlení ve výuce chemie budou autoři dále navazovat další tvorbou učebních úloh a testováním vlivu jejich dlouhodobým zařazením do výuky.

LITERATURA

1. Uribe-Enciso O., Uribe-Enciso D., Vargas-Daza M.: *Rastros Rostros* 19, 78 (2017).
2. Snyder L. G., Snyder M. J.: *Delta Pi Epsilon Journal* 5, 90 (2008).
3. Ku K. Y. L.: *Think. Skills Creativity* 4, 70 (2009).
4. Abrami P. C., Bernard R. M., Borokhovski E., Wade A., Surkes M. A., Tamim R., Zhang D.: *Rev. Educ. Res.* 78, 1102 (2008).
5. Bailin S.: *Sci. Educ.* 11, 361 (2002).
6. Lai E. R.: *Critical Thinking: A Literature Review Research Report*. Pearson's Research Reports, Londýn 2011.
7. Vieira R., Tenreiro-Vieira C., Martins I. P.: *Sci. Educ. Int.* 22, 43 (2011).

8. McCollister K., Sayler M. F.: *Gift. Child Today* 33, 41 (2010).
9. Forawi S. A.: *Think. Skills Creativity* 20, 52 (2016).
10. Demir S.: *J. Educ. Practice* 6, 157 (2015).
11. Vieira R. M., Tenreiro-Vieira C.: *Int. J. Sci. Math. Educ.* 14, 659 (2016).
12. The Foundation for Critical Thinking. *Defining Critical Thinking*. <https://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766>, staženo 30. 5. 2024.
13. Hayes K. D., Devitt A. A.: *J. Food Sci. Educ.* 7, 65 (2008).
14. Oliveras B., Márquez C., Puig N.: *Int. J. Sci. Educ.* 35, 1 (2011).
15. MŠMT. RVP G. <https://tinyurl.com/yyz7fmdm>, staženo 30. 5. 2024.
16. Horálek V.: *Rozvoj kritického myšlení ve výuce chemie na středních školách. Diplomová práce*. Univerzita Karlova, Praha 2024.

V. Horálek^a and P. Distler^{a,b} (^aDepartment of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague; ^bDepartment of Nuclear Chemistry, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic): **Development of Critical Thinking in Chemistry Teaching**

The critical thinking is an important part of education supported by the Czech curriculum documents, and its importance is now being discussed in the context of the development of artificial intelligence. In the teaching of (not only) chemistry, the critical thinking can be purposefully developed through appropriate activities. The article presents three comprehensive teaching tasks for chemistry education that have the potential to develop critical thinking: Genetically Modified Crops (a task using the problem-based learning and analysis of information sources), Nuclear Energy and Spent Nuclear Fuel Management (a task focused on critical reading of text, reasoning and working with artificial intelligence) and Reaction Kinetics (research-oriented laboratory work enhanced with elements of graph and data interpretation and reasoning). Building critical thinking skills in chemistry is essential for understanding abstract concepts and acquiring skills that enable students to approach chemistry topics responsibly and knowledgeably in everyday life.

Full text English translation is available in the on-line version.

Keywords: critical thinking, chemistry teaching, activation methods, argumentation



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.