

VÝUKA CHEMIE

EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ UVOLNĚNÝCH ÚLOH Z PISA TESTOVÁNÍ NA ROZVOJ VYŠŠÍCH KOGNITIVNÍCH ÚROVNÍ A PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI ŽÁKŮ VE VÝUCE CHEMIE

PETR DISTLER^a, MILADA TEPLÁ^a, PAVEL TEPLÝ^a a JIŘÍ ŠKODA^b

^a Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, 128 00 Praha 2, ^b Katedra pedagogiky a aplikovaných disciplín, Pedagogická fakulta UJEP, České mládeže 8, 400 01 Ústí nad Labem
milada.tepla@natur.cuni.cz

Došlo 10.3.22, přijato 15.8.22.

Klíčová slova: PISA, přírodovědná gramotnost, učební úlohy, pedagogický experiment

• <https://doi.org/10.54779/chl20220700>

1. PISA a testování českých žáků

Vstupem do OECD získala Česká republika v roce 1995 možnost se účastnit mezinárodních šetření, která tato organizace pořádá. O účasti na těchto testováních bylo rozhodnuto usnesením vlády ČR č. 277/1999 (cit.¹). Jedním z největších mezinárodních šetření v oblasti zjišťování výsledků vzdělávání žáků, kterého se účastní kromě členských zemí OECD také další nečlenské státy, je projekt PISA (Programme for International Student Assessment, v českém překladu Program pro mezinárodní hodnocení žáků)². Samotný výzkum je koncipován tak, aby poskytoval tvůrcům školské politiky v jednotlivých zemích informace o fungování školských systémů. Při testování je kladen důraz na osvojené znalosti a dovednosti žáků použitelných při uplatnění na trhu práce či v dalším vzdělávání³. Hlavními testovanými oblastmi jsou čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost, které se v důsledku toho staly jedním z výstupů základního vzdělávání¹. Česká republika se do šetření, které probíhá pravidelně v tříletých intervalech, zapojila poprvé v roce 2000. Cílovou věkovou skupinou jsou patnáctiletí žáci, tzn. zejména žáci na základních školách (9. ročník) a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, na středních školách a v odborných učilištích (1. ročníky)³.

2. Přírodovědná gramotnost a výsledky českých žáků

Definice přírodovědné gramotnosti existuje několik a v průběhu času se vyvíjí. Například pro potřeby PISA byla přírodovědná gramotnost vymezena jako schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností s důrazem na každodenní život člověka⁴. Kromě dovednostní složky obsahuje přírodovědná gramotnost i složku znalostní: a) obsahová (znalost teorií, principů a obsahu předmětů), b) procedurální (znalost běžných postupů a strategií, používání dovedností a algoritmů) a c) epistemická (souvisí se schopností žáka hodnotit výsledky vědeckého výzkumu a navrhnout řešení vědeckých problémů). Z PISA šetření mj. vyplynulo, že čeští učitelé dlouhodobě kladou největší důraz na obsahové znalosti⁵.

3. Motivace a cíl pedagogického experimentu – využití uvolněných úloh ve výuce

Uvolněné úlohy z PISA testování byly využity v hodinách chemie za účelem rozvoje vyšších kognitivních cílů a přírodovědné gramotnosti žáků. Pro tyto úlohy je typické, že předkládají žákům k řešení reálné problémy, obsahují úvod s motivačním textem a k jejich úspěšnému vyřešení musí žák využít nejenom informace, které se naučil, ale musí také prokázat, že jim rozumí, umí je aplikovat, analyzovat a hodnotit, tedy že si osvojil vyšší kategorie dle Bloomovy taxonomie. Potenciálu, který se skrývá ve zmíněných komplexních úlohách, si je vědoma i Česká školní inspekce⁶. Cílem pedagogického experimentu bylo odpovědět na výzkumnou otázku, jaký vliv má pravidelné využívání uvolněných PISA úloh v hodinách chemie na úroveň vyšších kognitivních cílů, jejichž osvojení koresponduje s dosaženou úrovní přírodovědné gramotnosti, a vytvoření doporučení pro jejich využití v chemii.

4. Ukázka úlohy 1 – Chlebové těsto⁷

První prezentovaná úloha seznamuje žáky s chemickou podstatou přípravy kynutého pečiva a je doplněna obrazovým materiálem. Pro její úspěšné vyřešení musí žák prokázat kromě svých znalostí i schopnost práce s textem a práci s obrázky (schémata realizace experimentu). Tato úloha byla vybrána proto, že českým žákům dělá problémy navrhování a vyhodnocování přírodovědných experimentů^{4,5}. Žáci by si měli úlohu vyřešit sami a poté ji opět projít pod vedením učitele. Pokud žákům během reflexe napíše učitel rovnici ethanolového kvašení na tabuli,

žáci zjistí, že z jedné molekuly glukosy vzniknou dvě molekuly ethanolu a dvě molekuly oxidu uhličitého. Při pokojové teplotě je ethanol kapalina. Lze ho cítit, pokud necháme zakryté těsto např. hodinu kynout a přičichneme si. Při vložení těsta do trouby se začíná ethanol vypařovat a přispívá tak ke kynutí těsta. Kynutí těsta je často přisuzováno jen oxidu uhličitému.

Text: Když pekař připravuje chlebové těsto, smíchá mouku, vodu, sůl a droždí. Zpracované těsto dá na několik hodin do mísy, aby v něm mohl proběhnout proces kvašení. Během kvašení dochází v těstě k chemické přeměně: droždí (jednobuněčná houba) přeměňuje škroby a cukry, které jsou obsažené v mouce, na oxid uhličitý a alkohol.

Otázka 1: Kvašení způsobuje kynutí těsta. Proč těsto kyne?

A Těsto kyne, protože se vytváří alkohol, který se přeměňuje na plyn.

B Těsto kyne, protože se v něm množí jednobuněčné houby.

C Těsto kyne, protože se vytváří plyn oxid uhličitý.

D Těsto kyne, protože při kvašení se voda mění na páru.

Otázka 2: Několik hodin po zpracování těsta pekař těsto zvážil a zjistil, že se jeho hmotnost snížila. Hmotnost těsta je na začátku všech čtyř níže uvedených pokusů stejná. Které dva pokusy by měl pekař porovnat, aby zjistil, zda příčinou úbytku hmotnosti je droždí? (obr. 1)

A Pekař by měl porovnat pokusy 1 a 2.

B Pekař by měl porovnat pokusy 1 a 3.

C Pekař by měl porovnat pokusy 2 a 4.

D Pekař by měl porovnat pokusy 3 a 4.

Otázka 3: Působením droždí na cukry a škroby obsažené v mouce dochází v těstě k chemické reakci, při které

Tabulka I

Tvrzení k úloze Chlebové těsto

Je toto vysvětlení původu atomů uhlíku správné?	Odpověď
Některé atomy uhlíku pocházejí z cukrů.	Ano / Ne
Některé atomy uhlíku jsou součástí molekul soli.	Ano / Ne
Některé atomy uhlíku pocházejí z vody.	Ano / Ne
Atomy uhlíku vznikají chemickou reakcí z jiných prvků.	Ano / Ne

vzniká oxid uhličitý a alkohol. Odkud pocházejí atomy uhlíku, které se vyskytují v oxidu uhličitém a v alkoholu? V každém řádku zakroužkuj správnou odpověď (tab. I).

Otázka 4: Když se nakynutý chleba vloží do pece, bubliny plynů a par se zvětšují. Proč se plyny a páry při zahřívání roztahují?

A Jejich molekuly se zvětšují.

B Jejich molekuly se pohybují rychleji.

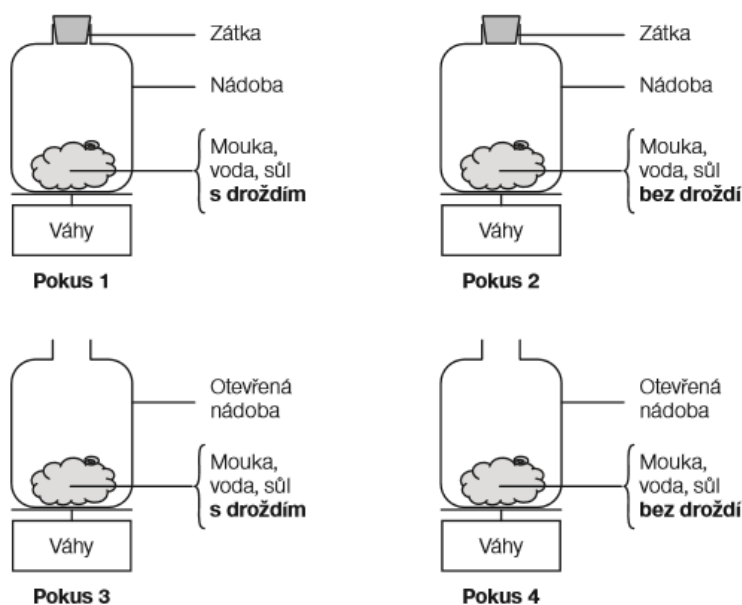
C Počet jejich molekul se zvyšuje.

D Jejich molekuly do sebe méně často narážejí.

Autorské řešení: Otázka 1: C; Otázka 2: D; Otázka 3: ano, ne, ne, ne Otázka 4: B. U otázky 1 doporučujeme uznat i odpověď A (viz náš úvodní komentář).

5. Ukázka úlohy 2 – Hašení hořícího oleje⁸

Tato úloha byla vybrána, protože vhodně propojuje téma vlastnosti tuků (hořlavost), zásady bezpečné práce mimo chemickou učebnu (laboratoř) a chování při



Obr. 1. Možnosti pokusů k úloze Chlebové těsto

mimořádné události (požár v kuchyni); tedy pro své maximální propojení výuky chemie a běžného života. Doporučujeme nejprve nechat žáky vyřešit úlohu, pak pustit dvě ukázky hašení hořícího oleje z www.youtube.com^{9,10}, a před společnou diskusí nechat žáky upravit své původní odpovědi na základě videí. První video *Kitchen Oil Fire*⁹ (34 sekund) přehledně shrnuje zásady, co v takovém případě dělat (zůstat v klidu, vypnout zdroj tepla, namočit utěrku a překrýt) a co nedělat (nosit pánev nebo polévat vodou). Druhé video¹⁰ *Nikdy nehaste hořící olej na pánvi vodou* (25 sekund) zobrazuje královehradecké hasiče, jak přilévají vodu na pánev s hořícím olejem. Po diskusi o odpovědích žáků je důležité říct, že použití mokré utěrky je vhodné pouze při malém rozsahu ohně, aby nedošlo k jejich popálení při snaze uhasit hořící olej.

Text: Oheň vzniká hořením látek. Při hoření vzniká teplo a světlo. Pro vznik ohně musejí být splněny tři základní podmínky: (1) hořlavá látka, (2) její zahřátí na dostatečně vysokou teplotu a (3) přítomnost kyslíku nebo jiného oxidačního činidla. Pokud jedna z těchto podmínek splněna není, oheň nevzniká nebo naopak uhasíná. V praxi se pro hašení využívají různé látky a prostředky, jejich výběr závisí na vlastnostech hořící látky a druhu hořícího objektu. Při hašení požáru nesmíme podléhat panice.

Eva chtěla rodiče překvapit samostatně připraveným obědem. Rozehrála na vařiči pánev s olejem ke smažení řízků. V tom u dveří zazvonila kamarádka. Než si dívky stačily sdělit novinky, olej v pánvi začal hořet. Eva se do kuchyně vrátila ještě včas, oheň se nerozšířil mimo pánev. Jak se měla v této nebezpečné situaci zachovat?

Otázka: Rozhodni o správnosti následujících tvrzení. U každého z navržených řešení stručně odůvodni svoji volbu. Uvaž vlastnosti látek, podmínky nutné pro hoření i minimalizaci možných škod na zdraví i majetku.

Situace 1: Vypnout vařič a okamžitě pánev s hořícím olejem vynést před dům. ANO / NE; zdůvodnění:

Situace 2: Vypnout vařič a hořící olej v pánvi uhasit studenou vodou. ANO / NE; zdůvodnění:

Situace 3: Vypnout vařič, pánev opatrně překrýt poklicí nebo vyždímanou utěrkou namočenou ve studené vodě. ANO / NE; zdůvodnění:

Autorské řešení: Situace 1: Ne, hrozí, že se Eva popálí při manipulaci; možnost dalšího rozšíření ohně do okolních prostor. Situace 2: Ne, olej se s vodou nemísí — hoření neustane, neomezí se přístup kyslíku (kapénky oleje ve vzniklém aerosolu mají větší povrch; dochází k rozšíření požáru); vysoké riziko vzniku popálenin. Situace 3: Ano, omezení přístupu kyslíku, postupné snížení teploty oleje (vypnutí vařiče); nejbezpečnější způsob.

6. Ukázka úlohy 3 – Rozdílné vlastnosti prvků a sloučenin¹¹

Jako poslední ukázkou jsme zvolili úlohu, která vyžaduje propojení většího množství různorodých

chemických informací. Tento typ učební úlohy je pro žáky základních škol a víceletých gymnázií poměrně náročný, a proto úlohu doporučujeme zařadit až ke konci deváté třídy (a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií). Při řešení této učební úlohy se ukáže, jak komplexně – napříč jednotlivými chemickými tématy – jsou žáci zvyklí přemýšlet a hledat souvislosti. Při využití v hodinách během pedagogického experimentu žáci mnohdy našli u každé skupiny otázek více kritérií, na základě kterých je možné látku (prvek/sloučeninu) vyčlenit, čímž překonali i autorské řešení. Jako příklad u 1. skupiny žáci uvedli i tyto návrhy: Chlor – má barvu, ostatní látky jsou bezbarvé. Vodní pára – voda je za běžné teploty kapalina, ostatní jsou plyny. V druhé skupině látek: vápník, síra, uhlík, vodík, jod, dusík – žáci kromě autorského řešení vybrali i jod a zdůvodnili to tím, že na rozdíl od jiných látek sublimuje. Rychlejšími žákům je možné před společnou kontrolou zadat dílčí úkol: Napsat značky prvků a vzorce sloučenin ke všem látkám (tím si nenásilnou formou procvičí značky a vzorce) a zejména u plynů si připomenou, které plyny tvoří dvouatomové molekuly. Další tipy pro práci s žáky s nadprůměrným prospěchem (rychlejší) jsou uvedeny v kapitole 8.

Text: V následujících skupinách chemických látek najdeš vždy jednu, která k ostatním z nějakého důvodu nepatří. Tuto chemickou látku zakroužkuj a vysvětli, proč nepatří mezi ostatní látky ve skupině.

1. skupina: kyslík, dusík, chlor, oxid uhličitý, vodní pára
Zdůvodnění:

2. skupina: vápník, síra, uhlík, vodík, jod, dusík
Zdůvodnění:

3. skupina: železo, draslík, chrom, křemík, olovo
Zdůvodnění:

4. skupina: oxid sírový, oxid vápenatý, oxid fosforečný, oxid dusičitý, oxid uhličitý

Zdůvodnění:

5. skupina: železo, měď, zinek, stříbro, zlato, rtuť
Zdůvodnění:

6. skupina: kuchyňská sůl, voda, amoniak, chlorovodík, methan

Zdůvodnění:

Autorské řešení: 1. Chlor – jako jediná z uvedených chemických látek není standardní složkou vzduchu, jediná je z uvedených látek jedovatá. 2. Vápník – je z uvedených chemických látek jediná kov; ostatní varianty představují nekovy. 3. Křemík – je z uvedených chemických látek jediná polokov; ostatní varianty představují kovy. 4. Varianty představují kyselinotvorné oxidy s jedinou výjimkou – oxidem vápenatým – který je zásadotvorný. 5. Všechny uvedené varianty představují kovové prvky; pouze rtuť však má za normálních podmínek kapalné skupenství, ostatní kovy mají skupenství pevné. 6. Kuchyňská sůl – na rozdíl od ostatních uvedených variant není dvouprvkovou sloučeninou nekovu s vodíkem.

7. Stručné představení a výsledky pedagogického experimentu

Pedagogický experiment byl zvolen jako vhodná metoda pro získání informací o efektivitě posunu úrovně přírodovědné gramotnosti žáků kvarty (9. třídy). Pro co nejpřesnější prokázání kauzálních důsledků používání uvolněných úloh ve výuce byly v práci porovnány dvě třídy jednoho učitele, kde byla během celého roku maximální snaha o dodržení stejných podmínek ve výuce. Jako nezávisle proměnná bylo stanovené pravidelné používání uvolněných úloh PISA v hodinách. Jako závislá proměnná se zkoumal výsledek žáků ve výstupních testových úlohách, resp. relativní změna během školního roku (porovnání výsledků ve vstupních a výstupních testových úlohách uvolněných z PISA testování). V experimentální skupině byly řešeny uvolněné úlohy z PISA testování (přibližně jedna až dvě úlohy měsíčně po dobu školního roku). Kompenzace využití uvolněných úloh byla u kontrolní skupiny řešena používáním komerčního pracovního sešitu Taktik International¹² (tento pracovní sešit učitel používal již před domluvou o realizaci pedagogického experimentu) s odpovídající časovou dotací.

Na základě získaných hodnot z pedagogického experimentu a jejich statistické interpretace na základě Mannova-Whitneyova testu¹³ můžeme konstatovat, že po skončení pedagogického experimentu byl mezi výsledky žáků kontrolní a experimentální skupiny zaznamenán statisticky významný rozdíl ve prospěch skupiny experimentální. Tyto závěry o vhodnosti využití uvolněných úloh ve výuce jsou ve shodě se závěry a doporučeními studie Potužníkové¹⁴, ve které uvádí, že úlohy z mezinárodních šetření mohou pomoci utvářet novou kulturu učebních úloh v českých školách, a jejich implementace do výuky podporuje i Dlouhodobý záměr vzdělávání a rozvoje vzdělávací soustavy České republiky¹⁵ nebo Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+ (cit.¹⁶), které akcentují systematický rozvoj funkčních gramotností. Souběžně s pedagogickým experimentem byly po dobu jednoho školního roku využívány úlohy z PISA testování (v rozmezí 14 až 18 úloh v každé třídě) i na dalších gymnáziích a základní škole. Na základě rozhovorů s učiteli byla sestavena doporučení pro efektivní využívání těchto úloh (viz následující kapitola 8).

8. Doporučení pro využití uvolněných úloh v hodinách chemie

Uvolněné úlohy je možné sestavit i do sbírky jako alternativu k pracovnímu sešitu. Níže uvedená doporučení je třeba přizpůsobit potřebám třídy a jednotlivým žákům.

1. Úlohy je možné využívat ve všech fázích hodiny i jako domácí úkoly a za různým účelem (opakování učiva, úvodní motivace do nového tématu, rozšiřování učiva).

2. Před vlastní prací je vhodné žákům vysvětlit, že se jedná o jiný typ učebních úloh a motivovat (stimulovat) je, aby nevzdávali řešení, pokud si hned nebudou jistí odpo-

vědí na předloženou otázku/položený úkol. Žáci by měli mít na řešení úloh dostatek času.

3. Na počátku zařazení úloh do výuky je vhodné nechat žáky pracovat ve dvojicích nebo ve skupince tří žáků, aby mohli o problematice diskutovat a vzájemně si pomáhat s řešením úlohy.

4. V rámci diferenciaci doporučujeme žákům s podprůměrným prospěchem zadat k vyřešení pouze část úlohy (např. vybrat jen některé otázky k úvodnímu textu), čímž jim poskytneme delší čas na tuto dílčí část. Žákům s nadprůměrným prospěchem je možné pak zadat dodatečné úkoly – např. vytvoření názvů k uvedeným sloučeninám, kategorizace uvedených pojmů, nebo problémovou otázku související s tématem, na kterou se pokusí sestavit odpověď s využitím učebnice nebo internetu. Díky různým připraveným aktivitám a diferenciaci pak můžeme lépe pracovat i s časem, který žáci řešení úlohy věnují.

5. Jako vhodný počet je doporučeno během školního roku zařadit 12–15 úloh. Tyto úlohy by po vyřešení žáky měly být dostatečně diskutovány, obzvláště pokud žáci navrhuji hypotézy, postupy řešení vědeckého problému, což bývá časově náročné.

6. V případě omezeného času v hodinách je možné část úloh zadávat ve formě domácího úkolu a následující hodinu provést diskusi. Tak budou mít žáci v případě zájmu o úlohu možnost ji řešit svým tempem a případně si k ní vyhledat další informace.

7. Pokud víte, že žáci potřebují pro úspěšné vyřešení hodiny teoretický základ, od jehož výuky uběhlo více času, je vhodné jim doporučit, aby se na dané téma podívali v rámci domácí přípravy.

9. Závěr

Pro uvolněné úlohy z PISA testování je typické, že předkládají žákům k řešení reálné problémy a obsahují úvod s motivačním textem. K jejich úspěšnému vyřešení musí žák využít nejenom informace, které se ve výuce naučil, ale musí také prokázat, že jim rozumí, umí je aplikovat, analyzovat, hodnotit, tedy že si osvojil různé dovednosti a způsoby uvažování. Při realizovaném pedagogickém experimentu se žáci experimentální skupiny (používali během roku ve výuce uvolněné PISA úlohy) na základě provedeného Wilcoxonova párového testu statisticky významně zlepšili, na rozdíl od žáků kontrolní skupiny (používali ve výuce běžný pracovní sešit). Na základě výsledků můžeme dále konstatovat, že používáním uvolněných úloh typu PISA ve výuce došlo u žáků sledované skupiny k rozvoji přírodovědné gramotnosti a že tyto úlohy představují svou komplexní kompozicí vhodný nástroj do výuky chemie. Na stránkách ČŠI (cit.¹⁷) lze nalézt různé publikace obsahující uvolněné úlohy z PISA testování, které mohou být učiteli využity v hodinách chemie. Na základě roční pilotáže byla pro učitele sestavena a představena konkrétní doporučení, jak s danými úlohami ve výuce chemie efektivně pracovat.

Tvorba příspěvku byla podpořena grantovým programem Univerzity výzkumná centra UK č. UNCE/HUM/024 a projektem Progres Q17.

LITERATURA

- Zeman E.: *Koncepce vzdělávání a rozvoje vzdělávací soustavy v České republice*. Vláda ČR, Praha 1999. <https://www.vlada.cz/cz/clenove-vlady/historie-minulych-vlad/1-koncepce-vzdelavani-a-rozvoje-vzdelavaci-soustavy-v-cr-2094/>, staženo 20. 5. 2022.
- <https://www.oecd.org/pisa/>, staženo 20. 6. 2022.
- Palečková J., Tomášek V., Basl J., Blažek R., Boudová S.: *Hlavní zjištění PISA 2012*. ČŠI, Praha 2013.
- Palečková J., Tomášek V., Basl J., Krampová I.: *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006: poradí si žáci s přírodními vědami? Ústav pro informace ve vzdělávání*, Praha 2007.
- Blažek R., Příhodová S.: *Mezinárodní šetření PISA 2015. Národní zpráva – Přírodovědná gramotnost*. Česká školní inspekce, Praha 2016.
- <http://www.csicr.cz/cz/Aktuality/Inspirace-pro-zkvalitnovani-vyuky-prirodovedny>, staženo 15. 5. 2022.
- Fryčková M., Palečková J.: *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Ústav pro informace ve vzdělávání – Divize nakladatelství Tauris, Praha 2007.
- Černocký B., Hedbávná H., Herink J., Janoušková S., Kubišková I., Maršák J., Pumpr V., Svobodová J.: *Přírodovědná gramotnost ve výuce: příručka pro učitele se souborem úloh*. Národní ústav pro vzdělávání, Praha 2011.
- <https://www.youtube.com/watch?v=rQ6ZWQztmpY>, staženo 18. 6. 2022.
- <https://www.youtube.com/watch?v=0zBgGUYfP2A>, staženo 19. 6. 2022.
- Mandíková D., Houfková J.: *Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání*. Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha 2011.
- Fuksa J., Jandová J., Macenauerová J., Šenkeřík B., Višková D., Zemková R., Zimplová K.: *Hravá chemie 9: pracovní sešit pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik International, Praha 2014.
- Merkechová D., Tirpáková A., Stehlíková B.: *Základy statistiky pre pedagogov*. FPV UKF, Nitra 2011.
- Potužníková E., Lokajíčková V., Jan T.: *Pedagogická orientace 24 (2)*, 185 (2014).
- Dlouhodobý záměr vzdělávání a rozvoje vzdělávací soustavy České republiky na období 2019–2023*. MŠMT, Praha 2019. <https://www.msmt.cz/file/51673/>, staženo 10. 4. 2022.
- Fryč J., Matušková Z., Katzová P., Kovář K., Beran J., Valachová I., Seifert L., Beťáková M., Hrdlička F.: *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. MŠMT, Praha 2020.
- <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy>, staženo 7. 5. 2022.

P. Distler^a, M. Teplá^a, P. Teplý^a, and J. Škoda^b
^a *Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague;*
^b *Department of Education and Applied Disciplines, Faculty of Education, Jan Evangelista Purkyně University, Ústí nad Labem, Czech Republic):* **Effective Using of Released Teaching Tasks from Programme for International Student Assessment (PISA) for the Development of Higher Cognitive Levels and Scientific Literacy of Pupils in Chemistry Education**

During the one-year pedagogical experiment, the released teaching tasks from PISA (Programme for International Student Assessment) assessment were systematically used in the 9th grade. The pupils in a control group used a commercial workbook. The results in the initial and final test showed that the pupils from the experimental group statistically significantly improved in most of the tested cognitive levels. We can state that the use of released PISA-type teaching tasks in the chemistry teaching has led pupils to scientific literacy development and that these teaching tasks represent a suitable tool for chemistry teaching. Based on the one-year use of teaching tasks in five different schools, recommendations for their effective use in teaching were made.

Keywords: PISA, scientific literacy, teaching tasks, pedagogical experiment

- Distler P., Teplá M., Teplý P., Škoda J.: Chem. Listy 116, 700–704 (2022).
- <https://doi.org/10.54779/chl20220700>

Acknowledgements

This work was supported by the [Funding Agency of Charles University] under Grant [Progres Q17] and under Grant [UNCE/HUM/024].