



BEZPEČNOST DĚTÍ PŘI PROVÁDĚNÍ CHEMICKÝCH EXPERIMENTŮ VE ŠKOLE A PŘI MIMOŠKOLNÍ ČINNOSTI

THE SAFETY OF CHILDRENS IN CARRYING OUT CHEMICAL EXPERIMENTS IN SCHOOL AND OUT-OF-SCHOOL ACTIVITIES

SKŘEHOT, P.A. & MAREK, J. & HON, Z. & MELICHAROVÁ, J. & BÍLEK, M. &
CHROUSTOVÁ, K.

Abstrakt:

Úrazy dětí vzniklé v důsledku nehod při manipulaci s nebezpečnými chemickými látkami představují poměrně vážný problém. Nezřídka při nich totiž dochází k těžkým zraněním, často i s trvalými zdravotními následky. Většina z nich by se ale přitom vůbec nemusela stát, kdyby dospělé osoby odpovědné za provádění chemických experimentů – ať již učitelé, nebo vedoucí zájmových kroužků nebo dětských táborů – důsledněji dbaly svých povinností na úseku BOZP. Dnešní doba volá po názornosti, interaktivitě a praktickém rozměru výuky ve školách, ale také při mimoškolních aktivitách dětí. Někdy to ale bývá na úkor bezpečnosti, což ostatně dokládají známé případy. Aby bylo možné účinně předcházet takovým událostem, je nezbytné tomuto tématu věnovat seriózní pozornost a vytvořit vhodné praktické nástroje určené pro učitele chemie a lektory zájmové činnosti. Za tímto účelem bylo zahájeno řešení projektu BEDOX. Jeho cílem je provést evaluaci pracovních postupů vybraných 100 chemických experimentů pro výuku chemie jako všeobecně-vzdělávacího předmětu a prověřit kvalitu jejich bezpečnostních a didaktických aspektů. Projekt tak reaguje na nedávné změny v legislativě, zejména přijetí nové normy ČSN 01 8003.

Abstract:

Injuries to children caused by accidents involving the handling of hazardous chemicals are a relatively serious problem. They cause severe injuries, often with permanent health consequences. However, most of them would not have to happen at all if the adults responsible for carrying out chemical experiments - be it teachers, or leaders of interest groups or children's camps - were more careful in their OSH duties. Today's time calls for clarity, interactivity and practical dimension of teaching in schools, but also during extracurricular activities of children. Sometimes, however, this is at the expense of security, as is shown by known cases. In order to effectively prevent such events, it is necessary to pay serious attention to this topic and to develop appropriate practical tools for chemistry teachers and leisure trainers. To this end, the BEDOX project was launched. Its aim is to evaluate the working procedures of selected 100 chemical experiments for teaching chemistry as a general educational subject and to verify the quality of their safety and didactic aspects. The project thus responds to recent changes in legislation, in particular the adoption of the new standard ČSN 01 8003.



Klíčové slova:

Nebezpečné chemické látky; Prevence rizik; Výuka chemie; Školní chemická laboratoř; Školní chemický experiment

Key words:

Dangerous substances; Risk Prevention; Chemistry Teaching; School Chemical Laboratory; School Chemical Experiment

Úvod

V poslední době řešil Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví (ZÚBOZ) několik případů zranění dítěte, k němuž došlo v důsledku nesprávné manipulace s chemickými látkami. Jednalo se jak o nehody vzniklé během praktické výuky chemie na základních školách, tak i během mimoškolních aktivit jakými jsou příměstské tábory nebo dětské zájmové kroužky. V drtivé většině těchto případů se jednalo o těžká zranění způsobená zahořením par etanolu (flash fire). Tyto nehody jsou, bohužel, poměrně časté, naštěstí ale ne všechny končí tragicky. V posledních letech se ale přihodilo několik závažných, mediálně známých případů, které více než výmluvně podávají svědectví o tom, jak nebezpečné mohou být některé experimenty s lihem. Zmiňme zde pět z nich:

- Učitelka základní školy v Mariánských Lázních dala žákům deváté třídy lahev s lihem, aby vyčistili lavice a nechala je bez dozoru. Žáci líh zapálili a těžce popálili svého spolužáka (stalo se 28. 4. 2006) [1].
- Žák základní školy v Praze 4 utrpěl popáleniny 2. stupně v obličeji a na hlavě následkem výbuchu lihových par. Na vině byl učitel, který s žáky sestavoval alternativní lihový kahan (stalo se 11. 4. 2012) [2].
- Učitelka základní školy v Kladně do hořící reakční směsi nalila líh, který se vzňal. Žáku, který byl nejblíže, začaly hořet vlasy a byl popálen i v obličeji (stalo se 19. 11. 2012) [3].
- Při výbuchu lihových par na dětském táboře pod Javorovým vrchem v Beskydách utrpěli čtyři chlapci popáleniny druhého a třetího stupně na 30 až 40 procentech povrchu těla. Oheň jim zasáhl nohy, břicho a záda (stalo se 23. 7. 2016) [4].
- Při nevydařeném chemickém pokusu na příměstském táboře v Rokycanech utrpěla šestiletá holčička těžké popáleniny na 43 procentech těla a další dvě děti byly lehce zraněny (stalo se 23. 8. 2019) [5].

Jak je patrné, společným jmenovatelem všech těchto případů je selhání pedagogů, resp. táborových vedoucích. Z pohledu taxonomie lidských chyb byly příčinami zejména neznalost¹, improvizace², kiksy³, opomenutí⁴, omyly⁵ a podcenění rizik⁶. Každý, komu není toto téma

¹ Neznalost úzce souvisí s nedostatečnou kvalifikací pro výkon dané práce. Ten, kdo si ji nedokáže připustit, se pak snaží situaci vyřešit „po svém“. Snaží se za každou cenu vymyslet způsob řešení dané situace, a to i tehdy, když si není jistý správností svého rozhodnutí. Nedostatek znalostí plyne nejčastěji ze špatného výcviku, školení, nebo kvality pracovních instrukcí či pokynů [6].

² K improvizaci dochází tehdy, když vznikne situace, na kterou není člověk zcela připraven a musí tedy pružně zareagovat – např. upravit pracovní postup. Ne vždy je ale improvizace provedena bez negativních důsledků [6].

³ Kiksy jsou situace, kdy se člověk snaží provádět správnou akci, ale udělá ji nesprávně. Věděl, čeho chtěl docílit, nicméně se dopustil zásadního nedopatření (např. přehmátnutí, použití jiné látky apod.) [9].

⁴ Opomenutí vzniká nejčastěji z důvodu výpadku paměti. Člověk pak nevědomky vynechá nějaký klíčový úkon, čímž nedodrží původní zadání nebo pracovní postup [8].

⁵ Omyl je chyba, která se stane, když člověk provede nesprávnou akci. Takový úkon mohl být proveden sice perfektně, ale nejednalo se o úkon, který měl být ve skutečnosti proveden [9].



lhostejné, si musí logicky klást otázku, proč se tak stalo, a co udělat, aby se takové nehody znovu neopakovaly. Možností je jistě mnoho, ovšem základem musí být kvalitní a dostatečně srozumitelná legislativa na straně jedné a potřebné znalosti a zodpovědný přístup učitelů na straně druhé.

Legislativní opatření pro bezpečné nakládání s chemickými látkami ve školách

Případ z roku 2012 [2] se stal mementem a klíčovým mezníkem. Co se tehdy přihodilo? Mladý začínající pedagog totálně podcenil svou přípravu na výuku i požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při vlastním provádění zvoleného experimentu. Výsledkem byl výbuch a popálení jednoho z přítomných žáků, kterému v obličeji vzplanul rozstříknutý líh. Podstatným selháním učitele bylo, že použil neověřený pracovní postup, který si stáhl z internetu. Navíc si jej svévolně modifikoval, takže namísto lihového kahanu s žáky vyrobil Molotovův koktejl. Stačilo už jen škrtnout sirkou a neštěstí bylo na světě.

Když jsme tento případ v ZÚBOZu řešili, uvědomili jsme si, že pro předcházení těmto událostem je nezbytné změnit legislativu vztahující se k problematice bezpečnosti práce při nakládání s nebezpečnými chemickými látkami ve školách. Za tuto oblast primárně zodpovídá MŠMT, které má s účinností od 1. 1. 2012 k tomu i příslušné zmocňovací ustanovení uvedené v § 29, odst. 2 zákona č. 561/2004 Sb., školského zákona (ve znění pozdějších předpisů). To zní následovně: *Ministerstvo stanoví vyhláškou opatření k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví dětí, žáků a studentů při vzdělávání ve školách a školských zařízeních a při činnostech s ním souvisejících.* Vyzvali jsme tedy MŠMT, aby začalo v této věci konat, avšak dostalo se nám odpovědi, že taková legislativa není v praxi zapotřebí.

Druhou možností, jak změnit existující stav, proto bylo aktualizovat normu ČSN 01 8003 – Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích. Po dlouhém vyjednávání s Českou agenturou pro standardizaci se nám nakonec podařilo dosáhnout „otevření“ této normy. Následovalo pak náročné, několika kolové, dohadování a připomínkování návrhu změn. Po více jak roce bylo toto úsilí nakonec úspěšně završeno vydáním nové normy ČSN 01 8003 : 2017. Proč je ale tato norma tak důležitá?

Předně, **norma ČSN 01 8003 upravuje otázky týkající se ochrany života a zdraví**, což z ní ve smyslu § 349, odst. 1 zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce (ve znění pozdějších předpisů) činí tak zvaný **právní a ostatní předpis k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci**. To je poměrně zásadní věc, neboť právní a ostatní předpisy jsou podle zákoníku práce právně závazné. To znamená, že jedná-li se, jako v tomto případě, o technickou normu, nelze se odvolávat na ustanovení § 4, odst. 1 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů (ve znění pozdějších předpisů), který říká, že *česká technická norma není obecně závazná*.

Připomeňme si dále, jak s pojmem „právní a ostatní předpisy“ nakládá zákoník práce.

- **§ 102 odst. 1 a 2: Zaměstnavatel je povinen vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům. Prevencí rizik se rozumí všechna opatření vyplývající z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a z opatření zaměstnavatele, která mají za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je nebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik.**

⁶ Podcenění rizika včetně ignorování varovných znamení velmi úzce souvisí se sebeuspokojením nebo s přehlédnutím. Lidé mají často přirozenou tendenci podceňovat riziko, a to zejména při takových činnostech, při nichž se nehody vyskytují jen zřídka, anebo kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k vážným následkům [7].



- § 103, odst. 2: Zaměstnavatel je povinen zajistit zaměstnancům **školení o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci**, které doplňují jejich odborné předpoklady a požadavky pro výkon práce, které se týkají jimi vykonávané práce a vztahují se k rizikům, s nimiž může přijít zaměstnanec do styku na pracovišti, na kterém je práce vykonávána, a soustavně vyžadovat a kontrolovat jejich dodržování.
- § 106, odst. 4, písm. c): Zaměstnanec je povinen **dodržovat právní a ostatní předpisy a pokyny zaměstnavatele k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci**, s nimiž byl řádně seznámen, a řídit se zásadami bezpečného chování na pracovišti a informacemi zaměstnavatele.

Uvedená norma má tedy podstatný dopad do aplikační praxe a s ohledem na výše uvedené skutečnosti lze na ni nahlížet jakožto na prováděcí právní předpis stanovující povinnosti zaměstnavatele na úseku prevence rizik. Je tedy povinností ředitelů škol, učitelů chemie ale i odpovědných osob organizujících příměstské tábory nebo dětské zájmové kroužky, kde se s chemikáliemi nakládá, aby ustanovení této normy bezesbytku dodržovali.

Novinkou, kterou nová norma ČSN 01 8003 zavedla, je také povinnost provádět školní chemické experimenty podle **bezpečného a didakticky ověřeného postupu**. Plné znění příslušného článku 12.7 je následující: *Pro účely praktické výuky nebo přípravy na povolání mohou být laboratorní práce prováděny pouze podle bezpečného a didakticky ověřeného pracovního postupu.*

S přihlédnutím k výše uvedeným nehodám, je primárním smyslem této povinnosti, aby učitelé, táboroví vedoucí, nebo lektori v kroužcích nejen striktně postupovali podle ověřeného návodu (a svévolně se od něj neodchylovali), ale také provedli náležitou přípravu před experimentem, použili potřebné ochranné pomůcky, proškolili/instruovali žáky a v neposlední řadě jim také srozumitelně vysvětlili smysl, účel a význam realizovaného pokusu. Z pedagogického hlediska totiž nemá žádný smysl provádět experimenty (pokusy), které jsou sice na pohled efektní, ale které nemají žádnou edukační hodnotu (tj. žáka neobohatí o žádné nové poznání či znalost).

Projekt BEDOX

V současnosti nesporně existuje široké spektrum dostupných návodů k provádění školních chemických/přírodovědných experimentů, a to jak v podobě instruktážních textů v učebnicích a příručkách, tak na internetových odkazech. Zůstává ale otázkou, které z nich skutečně splňují výše uvedený normový požadavek. Pro začínající mladé učitele nejsou standardní písemné prameny (učebnice, odborné knihy, příručky, skripta) příliš atraktivní, neboť nabízejí obvykle minimum grafického materiálu a nemají žádnou interaktivní složku. Naproti tomu si velkou oblibu získaly nejrůznější webové stránky, jako například scienceZOOM.cz, studiumchemie.cz nebo bavsevedou.cz. Zde jsou mnohé chemické experimenty poměrně zdařile prezentovány, avšak z hlediska bezpečnosti práce se leckdy jedná o vyloženě špatné nebo z bezpečnostního hlediska „nedotažené“ příklady. Nežádá totiž absentují nejen požadavky na vybavení demonstrátora/realizátora osobními ochrannými prostředky, ale také svým provedením bagatelizují možná rizika případného nezdaru nebo průvodních komplikací. Je potřeba si uvědomit, že ne vždy se daný experiment povede, jak bychom chtěli, a že občas dochází (byť k drobným) k nehodám. To jsou ale věci, na které je nezbytné myslet už při samotné přípravě experimentu (pokusu), což vyžaduje nejen náležité osvětlení možných rizik „divákovi“, ale také zdůraznění zakázaných činností nebo uvedení požadavků na zajištění potřebných havarijních nebo asanačních prostředků. Pokud jde o kvalitu provedení jednotlivých videozáznamů, pak ty často nabízejí pouze detailní záběry na reakční směs, avšak nezachycují širší pracovní prostor nebo pohyby (činnost) demonstrátora/realizátora. To jsou přitom aspekty, které lze z didaktického hlediska považovat za



nedostatečné až za zcela nevhodné, neboť podstatným způsobem omezují správnou a bezchybnou reprodukovatelnost daného experimentu ve školním prostředí.

Při detailní úvaze o tomto tématu je tedy evidentní, že se jedná o poměrně rozsáhlou a složitou problematiku, která nespočívá pouze v oblasti BOZP, ale také v oblasti didaktiky jako jedné ze stěžejních oblastí pedagogiky. Chceme-li totiž vedle zlepšení stavu legislativy dosáhnout také druhého klíčového cíle, kterým je **zlepšení znalostí a přístupu samotných učitelů chemie** (resp. vedoucích zájmových kroužků), je nezbytné vytvořit pro tuto cílovou skupinu podpůrné metodické materiály.

Ačkoli se ZÚBOZ věnuje problematice bezpečného nakládání s chemickými látkami dlouhodobě, doposud jsme se nezaobírali tématy souvisejícími s bezpečností práce při vlastní výuce na základních a středních školách. Postupně jsme však ale našli průnik zájmů s kolegy z Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy a Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT, což vyústilo k vytvoření společného projektu s názvem „Evaluace postupů pro bezpečnou praktickou výuku chemie ve školách“ (ve zkratce BEDOX = BEzpečné a Didakticky Ověřené eXperimenty). Ten byl v roce 2018 podán v rámci druhé výzvy programu společenskovedního a humanitního aplikovaného výzkumu ÉTA Technologické agentury České republiky. Projekt byl podpořen a jeho řešení zahájeno 1. 1. 2019.

Jak je z názvu patrné, projekt je zaměřen na problematiku používání chemických látek při výuce na základních a středních školách. Jeho plánované výsledky ovšem mohou nalézt uplatnění také při mimoškolních aktivitách (zájmové kroužky, příměstské tábory apod.). Cílem projektu je:

- 1) provedení detailní analýzy současného stavu praktické výuky chemie, tj. experimentálních činností žáků a jejich učitelů, ve školách, která se zaměří jak na platnou legislativu, tak i na faktické dodržování požadavků bezpečnosti práce ve školních chemických laboratořích.
- 2) Provedení, optimalizace a evaluace 100 chemických experimentů nejčastěji používaných ve výuce chemie jako všeobecně-vzdělávacího předmětu na ZŠ a SŠ, které budou fyzicky reprodukovány a pomocí videozáznamů zdokumentovány. Jednotlivé pracovní postupy budou následně upraveny tak, aby vyhovovaly požadavkům článku 12.7 normy ČSN 01 8003, tj. akcentovaly jak požadavky na jejich edukační účel, tak i na bezpečnost práce.

Finálním výstupem projektu bude on-line webová databáze zahrnující ověřené návody pro modelové chemické experimenty doplněné o demonstrační videozáznamy, návody pro správnou práci v laboratoři, dále vzorové provozní řády školních chemických laboratoří a návody pro výběr ochranných pomůcek ad.

Zkušenosti ze zahraničí

V rámci přípravy projektu BEDOX byla provedena důkladná rešerše dostupných literárních zdrojů zabývajících se bezpečností práce ve školní laboratoři, a to jak domácích, tak i zahraničních. Pro získání přehledu o zaměření výzkumu v této oblasti jsme se zaměřili na studie indexované v databázi Web of Science a publikované v letech 2000 až 2018. Po prvotním hledání jsme získali soubor čítající 189 publikací. Po vyřazení duplicitních výskytů studií, prostudování jejich titulů a abstraktů jsme vyřadili 165 publikací. K analýze tedy zůstalo 9 relevantních publikací a 15 příspěvků na konferencích vydaných ve 13 různých zdrojích (viz Tab. 1).

Vybrané zdroje byly následně prostudovány a získané poznatky lze shrnout následovně. Bezpečnost nejen v chemické laboratoři je považována za vzdělávací cíl [25]. Žáci a studenti chemie nebo dalších přírodních věd by měli dosáhnout určitých bezpečnostních kompetencí, měli



by se mimo jiné naučit, jak zabránit různým nehodám a dalším nežádoucím událostem, ke kterým dochází během jejich práce [14]. Řada studií ovšem poukazuje na určité nedostatky v této oblasti.

Studie zaměřená na porozumění symbolům pro značení chemických látek a směsí mezi vysokoškolskými studenty ukázala, že studenti při provádění experimentů nevěnovali pozornost bezpečnostnímu označení umístěnému na jednotlivých zásobních lahvích a ukazuje na nutnost zvýšit povědomí studentů o správné manipulaci, skladování a likvidaci nebezpečných materiálů [11]. Podobné výsledky přinesla i studie zaměřená na rozpoznání symbolů nebezpečnosti chemických látek mezi studenty učitelství přírodních věd, která poukázala na významný rozdíl mezi úrovní rozpoznávání úrovně nebezpečnosti chemických látek a úrovní studentů [10]. I novější výzkumy ukazují, že navzdory vysokému povědomí mezi studenty v oblasti bezpečnosti práce, byly zjištěny nedostatky v oblasti identifikace rizik a reakce na mimořádné události [28].

Pokud mají vysokoškolští studenti stále problémy s bezpečností práce v laboratoři, je to důsledek především absence tohoto tématu ve výuce na nižších vzdělávacích stupních. Potřeba zvyšovat povědomí o bezpečnosti ve školní laboratoři na středních školách je proto vyzdvihována v několika pracích, přičemž některé studie se této otázce věnují poměrně detailně [29]. Závažnost a aktuálnost tohoto tématu dokazují i pravidelné příspěvky na toto téma na konferencích Americké chemické společnosti se zaměřením na bezpečnost na středních školách [19, 20, 23, 26], zejména pak zavedení nového přístupu [17, 24] společně s analýzou učebnic [16], zapojení pedagogických asistentů [15] či bezpečností na vysokých školách [12, 18, 27].

Tab. 1: Přehled použitých odborných časopisů a sborníků z konference.

Zdroje	Počet
Procedia-Social and Behavioral Sciences	2
Actualite Chimique	1
EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education	1
Chemistry Education Research and Practice	1
Information Sciences	1
Journal of Chemical Education	1
Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society	1
Journal of Loss Prevention in the Process Industries	1
Safety Science	1
The Journal of Curriculum and Evaluation	1
Abstract of papers of the American Chemical Society	11
Integrating Information Literacy into the Chemistry Curriculum	1
The 2nd Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC 2017)	1

Pokud jde o základní školy, pak studie provedená na základě rozhovorů s učiteli prokázala, že mnoho z nich si stěžovalo na nedostatečné dodržování požadavků na bezpečnost práce ze strany žáků, což nejčastěji vedlo k popáleninám (např. [21]). Potřeba inovativních způsobů, jak žákům předložit bezpečnost práce ve školní laboratoři, dokládá i řada studií zaměřených na jednotlivé možnosti. Jako efektivní způsob se ukázala společná analýza konkrétních příčin několika nežádoucích událostí, ke kterým došlo ve školních laboratořích ze strany žáků. Tato studie využila klasifikaci čtyř úrovní zajištění bezpečnosti práce, což umožnilo provést identifikaci chyb, kterých se žáci a studenti mohou při vlastní laboratorní práci dopouštět [14]. Dalším zajímavým způsobem,



jak inovovat výuku chemie z pohledu bezpečnosti práce, bylo vytvoření edukačních příběhů a videí z prostředí chemických laboratoří [22]. Ty posloužily jako názorné školení o laboratorním řádu, bezpečnosti práce v laboratoři, správném používání laboratorních pomůcek a poskytování první pomoci. Jedná se o jistou obdobu instruktážních videí vydaných Evropskou agenturou pro bezpečnost práce ze série filmů NAPO [13].

Bezpečný a didakticky ověřený postup pro provádění školních chemických experimentů

Jak ukázaly výše uvedené zahraniční studie, nejen u nás se potýkáme s problémy při zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při realizaci školních chemických experimentů. Obdobně i v jiných zemích je v současnosti diskutováno, podle jakých návodů a jakými způsoby by měly být tyto pokusy vlastně prováděny, aby se minimalizovala rizika možného zranění, avšak současně aby byl naplněn vzdělávací cíl výuky chemie.

V prvním roce řešení projektu BEDOX (tj. rok 2019) jsme proto věnovali velké úsilí studiu a analýze dané problematiky. Prvním z výstupů, kterého tak bylo v závěru letošního roku dosaženo, bylo vydefinování již zmíněného pojmu „Bezpečný a didakticky ověřený pracovní postup“. Ačkoli je tento pojem použit v článku 12.7 normy ČSN 01 8003, jeho výklad v normě chybí. To může jistým způsobem komplikovat správnou implementaci této normy v aplikační praxi.

Při úvaze o významu tohoto pojmu jsme si daný problém rozdělili do dvou samostatných částí: Bezpečný postup a Didakticky ověřený postup. Syntéza výkladů těchto dílčích částí pak představuje výslednou definici celého pojmu „Bezpečný a didakticky ověřený pracovní postup“.

BEZPEČNÝ POSTUP PRO NAKLÁDÁNÍ S CHEMICKÝMI LÁTKAMI

Definice: Za bezpečný postup lze považovat takový způsob nakládání s chemickými látkami nebo jejich směsmi, při jehož dodržení není důvodné předpokládat vznik nežádoucích účinků na život a zdraví osob, které podle tohoto postupu s chemickou látkou/směsí nakládají, ani osob, které by mohly být možnými důsledky prováděných činností bezprostředně ohroženy.

Výklad: Zajištění ochrany života zdraví v tomto smyslu zahrnuje účinné předcházení všem relevantním rizikům, a to jak s možnými akutními, tak i chronickými účinky. Za bezpečný pracovní postup při provádění školních chemických experimentů nelze považovat postup, při němž může dojít ke vzniku závažných následků na zdraví osob zejména ohrožujících život nebo způsobujících trvalé následky na zdraví exponovaných osob. Zcela nepřípustné tedy je především použití látek výbušných a samovolně reagujících, a dále látek karcinogenních, mutagenních a toxických pro reprodukci, které mají často bezprahové účinky a i jediná jejich molekula, atom či iont může (hypoteticky) u exponované osoby způsobit poškození zdraví.

DIDAKTICKY OVĚŘENÝ POSTUP PRO PROVEDENÍ ŠKOLNÍHO CHEMICKÉHO EXPERIMENTU

Definice: Za didakticky ověřený postup pro provedení školního chemického experimentu lze považovat takovou činnost, která umožňuje osobě provádějící tuto činnost nebo osobě přihlížející získat nebo prohloubit požadované znalosti, a případně i zkušenosti, a to s cílem vycházejícím z tématu, k němuž se daný experiment vztahuje.



Výklad: Vlastní školní chemický experiment musí být navržen s ohledem na mentální, senzorické a fyzické schopnosti experimentátora (v případě žákovského/laboratorního pokusu) nebo auditoria osob (v případě demonstračního pokusu). Didaktické posouzení a schválení daného postupu může provést pouze osoba s potřebnými znalostmi a praktickými zkušenostmi (kompetentní autorita), například aprobovaný učitel chemie nebo oborový didaktik.

Závěr

Problematika bezpečnosti a ochrany zdraví při provádění chemických experimentů ve školách nebo při organizovaných aktivitách konaných mimo školu (dětské zájmové kroužky, příměstské tábory, dětské letní tábory apod.) je v současnosti aktuální a to nejen u nás, ale také v zahraničí. Původně dobře míněná snaha po větší názornosti výuky a interaktivitě totiž může vést ke vzniku nebezpečných situací, které nemusejí vždy končit vesele. Aby se tak stávalo co možná nejméně, je nezbytné změnit nejen legislativu (což se již částečně stalo), ale také přístup samotných učitelů nebo vedoucích zájmových kroužků či táborových oddílů. Především ti musejí při přípravě a realizaci svých aktivit (chemických pokusů) zohledňovat všechny klíčové bezpečnostní aspekty a nepodceňovat možná rizika. Nehoda totiž není náhoda, jak by se možná mohlo na první pohled zdát. Analýza příčin nejzávažnějších, obecně známých událostí totiž jednoznačně ukázala, že tyto nehody byly vždy způsobeny selháním lidského faktoru. V drtivé většině případů se přitom jednalo o chyby na straně lektorů, naproti tomu pochybení na straně žáků/děti měly na těchto událostech jen malý podíl.

Okruh témat, které se na danou problematiku váží, je poměrně široký. V rámci našeho projektu BEDOX se jim hodláme detailněji věnovat s cílem vytvořit soubor výstupů s vysokým aplikačním potenciálem. Díky tomu, že se na přípravě projektu podíleli sami učitelé chemie, mají plánované výstupy projektu ambici stát se relevantním zdrojem podporujícím správnou a bezpečnou praxi ve školní chemické laboratoři. Kromě učitelů mohou výstupy využít také vedoucí mimoškolních aktivit zaměřených na experimentální činnosti a v neposlední řadě i didaktici chemie připravující budoucí učitele chemie na vysokých školách.

Prvním publikovaným výstupem projektu BEDOX je definice klíčového pojmu „Bezpečný a didakticky ověřený pracovní postup“. Jedná se o výklad, na kterém se shodl řešitelský tým složený z expertů na BOZP, toxikologii a pedagogiku. V tuto chvíli se ale jedná takzvaně o „první výkop“. Uvítáme názory i ostatní odborné veřejnosti. Snahou našeho řešitelského týmu je dosáhnout širšího odborného konsensu, protože si dobře uvědomujeme, že dané téma má poměrně zásadní význam. Uvedená definice se totiž v budoucnu promítne nejen do požadavků na nakládání s chemickými látkami/směsmi ve školách, ale ovlivní též vyšetřování nehod způsobených nebezpečnými chemickými látkami, zpracovávání znaleckých posudků na toto téma případně i průběh trestních řízení v podobných kauzách, jaké byly zmíněny v úvodu tohoto článku.

Zařazení příspěvku

Výsledky publikované v tomto článku vznikly v rámci řešení výzkumného projektu TL02000226 "Evaluace postupů pro bezpečnou praktickou výuku chemie ve školách", který je spolufinancován Technologickou agenturou ČR. Uvedený projekt řeší konsorcium Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT, Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú. a Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy.



Literatura

- [1] Děti dostaly ve škole líh a popálily spolužáka. (2006). [online]. https://www.idnes.cz/zpravy/cerna-kronika/deti-dostaly-ve-skole-lih-a-popalily-spoluzaka.A060428_155011_krimi_mr
- [2] Skřehot P.A., Marek J. (2015). Praktické aspekty bezpečnosti a ochrany zdraví při výuce chemie ve školách. [online]. *Chemické listy*, 8, pp. 647-650, ISSN 1213-7103. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/333/333>
- [3] Neštěstí ve škole, dítě popálil hořící líh. (2012). [online]. <https://www.denik.cz/stredocesky-kraj/chlapci-pri-pokusu-ve-skole-vzplaly-vlasy-ma-popaleny-oblicej-a-krk-20121119.html>
- [4] Na táboře v Beskydech popálil čtyři chlapce výbuch lihu. (2016). [online]. <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1855184-na-tabore-v-beskydech-popalil-ctyri-chlapce-vybuch-lihu>
- [5] Na příměstském táboře se popálily tři děti. (2018). [online]. <https://www.krimi-plzen.cz/a/na-primestskem-tabore-se-popalily-tri-deti/>
- [6] Ferry T.S. (1988). *Modern Accident Investigation and Analysis*. New Jersey : John Wiley and Sons, 306 p.
- [7] Paleček M., Malý S., Gieci A. (2008). *Spolehlivost lidského činitele*. 1. vyd. Praha : Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 138 p. ISBN 978-80-86973-28-9.
- [8] Reason J. (1990). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [9] Štikar J., Hoskovec J., Šmolíková J. (2006). *Analýza lidských chyb vedoucích k nehodám*. Praha : Fakulta sociálních věd UK. PSY-010, 24 s. ISSN 1801-5999.
- [10] Anilan B. (2010). The recognition level of the students of science education about the hazard symbols of chemicals (Case of ESOGU, Eskisehir). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4092-4097.
- [11] Artdej R. (2012). Investigating undergraduate students' scientific understanding of laboratory safety. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5058-5062.
- [12] Black T., Wood-Black F. (2015). Student view of safety in the undergraduate laboratory. In *Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 249)*. 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [13] European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). [on line]. <https://osha.europa.eu/cs/tools-and-publications/napo-safety-smile>
- [14] Ferjencik M., Jalovy Z. (2010). What can be learned from incidents in chemistry labs. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 23(5), 630-636.
- [15] Foster B.L. (2005). Laboratory safety and management for teaching assistants in chemistry laboratories. In *Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 230, p. U726-U727)*. 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [16] Hill R. (2010). New approach for teaching laboratory safety: Four-year textbook for undergraduate chemistry. In *Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 239)*. 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [17] Hill R. (2012a). Building critical thinking skills and strong safety ethics through laboratory safety education. In *Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 244)*. 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [18] Hill R. (2012b). Educating undergraduates in laboratory and chemical safety. In *Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 244)*. 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.



- [19] Hill R. (2014). Laboratory safety and safety education: Past, present, future. In Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 248). 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [20] Hill R. (2017). Absence of safety education in chemistry curriculum, and Normalization of Deviance. In Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 253). 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [21] Hong M. (2004). An analysis of laboratory safety contents in the elementary science classroom. The Journal of Curriculum and Evaluation. 7(2), 267-283.
- [22] Kayhan H., Mohammadzadeh B., Atmaca S. (2017). The Use of Fables in Science Laboratory. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13(8), 4471-4480.
- [23] Lopez K. (2017). Establishing a culture of laboratory safety in secondary education. In Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 253). 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [24] Scanlon K. A., Traum K. E., Krall S. E., et al. (2008). CHAS 3-STAR-LITE: An innovative approach to delivering laboratory safety training to students. In Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 235). 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [25] Sigmann S. B., McEwen L. R. (2016). Teaching Chemical Safety and Information Skills Using Risk Assessment. In Integrating Information Literacy into the Chemistry Curriculum (pp. 57-92). American Chemical Society.
- [26] Stroud L. M. (2006). CHAS 3-Implementation of a successful K-12 laboratory safety program. In Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 232). 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [27] Stuart R., Sigmann S. (2017). Providing laboratory safety education to REU audiences. In Abstract of papers of the American Chemical Society (Vol. 253). 1155 16TH ST, NW, Washington DC. USA: Amer. Chem. Soc.
- [28] Walters A. U., Lawrence W., Jalsa N. K. (2017). Chemical laboratory safety awareness, attitudes and practices of tertiary students. Safety science, 96, 161-171.
- [29] Yeon CH. S. (2016). A study on necessity of education and safety awareness to high school students when accessing laboratories. Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society. 17(10), 139-146

Korespondenční adresa

1. RNDr. Mgr. Petr Adolf Skřehot, Ph.D.: Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5, Česká republika, e-mail: skrehot@zuboz.cz

2. doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.: Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze, nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno 2, Česká republika, e-mail: honzdene@fbmi.cvut.cz

3. prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy a Praze, Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika, e-mail: martin.bilek@pedf.cuni.cz

Dedikace



PEDAGOGICKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova

