

Analýza odpadních vod jako prostředek pro zjištění zneužívání drog ve vzdělávacích zařízeních

VĚRA OČENÁŠKOVÁ, DANICA POSPÍCHALOVÁ, EVA BOHADLOVÁ, DIANA MAREŠOVÁ

Klíčová slova: epidemiologie odpadních vod – nezákonné látky – THC – metamfetamin – amfetamin – MDMA – kokain – benzoylgonin – nikotin – kotinin – *trans*-3-hydroxy-kotinin – efedrin – školská zařízení

ABSTRAKT

Epidemiologický přístup k odpadním vodám (WBE, wastewater based epidemiology) je dlouhodobě využíván pro monitoring spotřeby drog především v městských aglomeracích. V tomto pilotním projektu byl aplikován na zjištění užívání drog ve vybraných školských zařízeních. Testy proběhly jak v základních školách (věk žáků 6–15 let), tak ve školách středních (věk studentů 12–19 let). Pozornost byla zaměřena na nelegální drogy (marihuana, metamfetamin, amfetamin, kokain a extázi), z legálních drog na nikotin a jeho metabolity. Dále byl sledován efedrin. Odebírány byly bodové vzorky v době před začátkem vyučování od 7:30 do 8:05 a v době tzv. velké přestávky, tj. od 9:30 do 10:00, ev. 10:30–11:00. Odběry byly realizovány ve dvou termínech, na začátku června a koncem září nebo začátkem října 2022. Pozitivní nálezy byly zjištěny u tetrahydrokannabinolu (THC), efedrinu, metamfetaminu a metabolitů nikotinu, především *trans*-3-hydroxy-kotininu. Počet monitorovaných škol byl v souladu s možnostmi pilotního projektu velmi malý. Pro objektivní zjištění situace ve vzdělávacích zařízeních by bylo vhodné monitorovat reprezentativnější skupinu, ve které by byla zařazena např. i učiliště. Za zvážení také stojí jiný způsob odběru vzorků odpadní vody, např. několikahodinových slévavých vzorků. Tento způsob odběru však může být v mnoha vzdělávacích zařízeních neproveditelný.

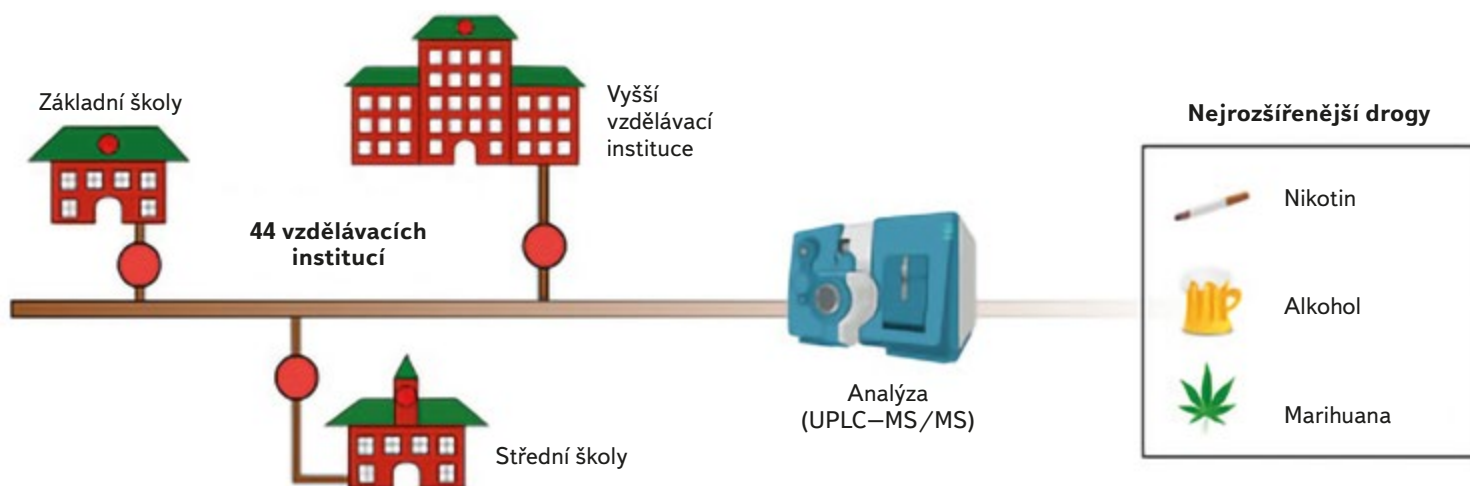
ÚVOD

Multidisciplinární vědní obor epidemiologický přístup k odpadním vodám (WBE – Wastewater Based Epidemiology) se uplatňuje již více než 20 let. Je stabilní součástí zjišťování spotřeby zákonných i nezákonných drog, na které byl od počátku zaměřen [1–3], v populaci. Výsledky mezinárodního monitoringu užívání drog ve sledovaných městských aglomeracích jsou pravidelně publikovány na webových stránkách Evropského monitorovacího centra pro drogy a drogové závislosti (EMCDDA) [4, 5].

Dnes mohou komunální odpadní vody poskytovat komplexní informaci o zdravotním stavu populace, expozici populace environmentálním kontaminantům, o způsobu stravování, výskytu chorob či spotřebě léků [6].

Ke zvýraznění významu epidemiologického přístupu k odpadním vodám značně přispěla pandemie nemoci covid-19, neboť virové částice SARS-Cov-2 byly vylučovány infikovanou populací do odpadních vod. Nálezy těchto částic v odpadních vodách a měření jejich koncentrace může sloužit jako nástroj včasného varování před nástupem nemoci, neboť tyto částice jsou vylučovány ještě před typickými příznaky onemocnění [7, 8].

Ve dnešním běžném monitoringu spotřeby vybraných legálních i nelegálních drog v městských aglomeracích lze podobným způsobem sledovat jejich



Obr. 1. Grafické znázornění monitoringu ve vzdělávacích zařízeních (Zdroj: [15])

Fig. 1. Graphical representation of monitoring in educational facilities (Source: [15])

užívání i v jednotlivých objektech. Zde je především velmi důležitý etický přístup, neboť by velmi snadno mohlo docházet ke stigmatizaci testovaných zařízení [9, 10]. Užívání drog bylo prostřednictvím analýzy odpadních vod sledováno např. ve vězeňských objektech [11, 12], vzdělávacích zařízeních [13–17] nebo také při jednotlivých akcích (hudební festivaly) [18].

V hydrochemických laboratořích VÚV TGM byly v předchozích letech prováděny odběry a analýzy jak ve vězeňských objektech, tak ve školských zařízeních, a odborný tým má tedy zkušenost i v této oblasti. Výsledky vesměs nebyly publikovány [19], a to již z výše zmíněných etických důvodů, nebo proto, že jde o výstupy komerčních zakázek, k nimž VÚV TGM nemá dispoziční právo. Grafické znázornění monitoringu je na obr. 1, který byl převzat z [15].

METODIKA

K analýze nezákonných drog v odpadních vodách vybraných školských zařízení byla použita akreditovaná metoda stanovení, plně automatizovaná on-line extrakce na pevnou fázi a analýza vysokotlakou kapalinovou chromatografií ve spojení s tandemovou hmotnostní spektrometrií (on-line SPE a LC-MS/MS), podle povahy sledovaných látek pracující v ESI + nebo ESI – módu (ionizace elektrosprejem). Základem metody je postup, který publikovali Postigo a kol. [20]. Ve vytipovaných vzdělávacích zařízeních bylo ve spolupráci s pracovníky těchto institucí provedeno ohledání místa možného odběru vzorků. V jednom případě nebylo možno odběry z bezpečnostních důvodů provádět (velmi obtížně dostupné odběrné místo), proto bylo osloveno jiné zařízení. Ve všech vybraných školách byly odběry provedeny dvakrát v témže roce.

Odběry a analýza odpadních vod

Pro pilotní projekt byly vybrány čtyři školy z Prahy a jejího blízkého okolí – dvě základní školy a dvě gymnázia. Odběry byly realizovány na výtoku splaškových vod ze sledovaného objektu (kanalizační přípojce), v jednom případě byla zvolena dvě odběrová místa z důvodů uspořádání dané školy. Na obr. 2 je ilustrativní záběr odběrového místa. Odběry probíhaly v červnu a v září nebo říjnu roku 2022. Šlo o bodové odběry, které byly prováděny ráno po otevření školy před začátkem vyučování mezi 7:30 a 8:05 a o tzv. velké přestávce, tj. v 9:30–10:00, ev. 10:30–11:00. Vzorky byly bezprostředně po odběru převezeny do laboratoře a uloženy do chladničky při teplotě 4–8 °C; pokud nebylo možno je zpracovat do 48 hodin po odběru, byly až do vlastní analýzy uchovávány zmrazené na teplotu -20 °C.



Obr. 2. Ilustrativní záběr odběrového místa na kanalizační přípojce

(Zdroj: archiv VÚV TGM)

Fig. 2. Example of a sampling point on a sewage connection

(Source: TGM WRI archives)

Podrobný postup stanovení je popsán v [21]. Po případném rozmrazení a kondicionaci na laboratorní teplotu byly ze vzorků filtrací přes membránové filtry odstraněny pevné nečistoty. Ke zfiltrovanému vzorku byl přidán směsný roztok vnitřních standardů včetně standardů izotopově značených. Dále byly vzorky extrahovány, přečištěny, zakonzentrovány na SPE koloně a analyzovány vysokotlakou kapalinovou chromatografií ve spojení s tandemovou hmotnostní spektrometrií (on-line SPE-LC-MS/MS). Systém pracoval podle typu analýzy v ESI + nebo ESI – módu.

Ve vzorcích byla sledována marihuana prostřednictvím standardně analyzovaného metabolitu THC, 11-nor-9-karboxy-delta-9-THC (THC-COOH), tj. humánního metabolitu a hlavního exkrečního produktu THC, který je účinnou látkou marihuany, jejíž nálezy byly nejspíše předpokládány, dále extáze (MDMA, 3,4-methylen-dioxy-metamfetamin), metamfetamin (pervitin) a jeho metabolit amfetamin, kokain a jeho humánní metabolit a hlavní produkt vylučovaný močí benzoylekgonin, efedrin a nikotin a jeho metabolity kotinin a *trans*-3-hydroxy-kotinin. V českém prostředí je amfetamin uvažován z pohledu analýzy odpadních vod především jako metabolit metamfetaminu, nikoli jako samostatně užívaná droga. Metodou on-line SPE-LC-MS/MS v ESI – módu byla analyzována THC-COOH, ostatní látky byly analyzovány metodou on-line SPE-LC-MS/MS v ESI + módu. Naměřené výsledky (chromatogramy) byly následně vyhodnoceny odpovídajícím přístrojovým softwarem a ručně zkontrolovány analytikem.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Vzhledem k omezeným možnostem tohoto pilotního projektu byly vzorky odbírány pouze ve čtyřech objektech. V tab. 1 jsou shrnuty všechny naměřené výsledky. Z etických důvodů jsou výsledky uváděny anonymně. Objekty A a C jsou školy střední (věk studentů 12–19 let), objekty B a D školy základní (věk žáků 6–15 let). Počet žáků/studentů ve školách se pohybuje v rozmezí 500–1 000. Výsledky jsou uváděny v koncentracích (ng/l), a nelze je tedy mezi sebou srovnávat. Průtoky odpadní vody v době odběrů nebyly měřeny. Výsledky proto není možno vyjadřovat jako např. ng/den/1 000 obyvatel. Přesto však z nich je možno usuzovat, zda jsou drogy ve sledovaném školském zařízení problémem.

Jako nejběžněji zneužívanou drogu jsme předpokládali marihuanu. Byla analyzována ve všech monitorovaných objektech, ne však ve všech odběrech. V objektu C byly nalezeny nejvyšší koncentrace této drogy, avšak jen v odběru ze dne 3. října 2022. Je možné, že termín prvního odběru, tj. 1. červen 2022, nebyl zvolen vhodně, neboť v tento den (Den dětí) mají některé školy speciální program. V dalších školách byly nalezeny řádově nižší koncentrace, a to vždy pouze v jednom odběru v jednom odběrném místě. Extáze (MDMA) se nevyskytovala v žádném vzorku, stejně jako kokain a jeho hlavní humánní metabolit vylučovaný močí benzoylekgonin. Metamfetamin (pervitin) byl nalezen celkem ve čtyřech vzorcích z objektů C a D, a to v jednotkách až desítkách ng/l. Amfetamin se také nevyskytoval v žádném z analyzovaných vzorků, což zcela odpovídá tomu, že amfetamin je v České republice (z pohledu analýzy odpadních vod) uvažován jako metabolit metamfetaminu a při nalezených koncentracích metamfetaminu je jeho organismem vyloučené množství pod mezí stanovitelnosti použité metody.

Metabolity legální drogy nikotinu kotinin a především *trans*-3-hydroxy-kotinin byly nalezeny téměř ve všech sledovaných vzorcích. V tomto případě však lze předpokládat, že na jejich vyloučeném množství mají nemalý podíl zaměstnanci školy.

Celkem v pěti vzorcích odpadní vody byl stanoven efedrin. Efedrin je prekurzorem pro výrobu pervitinu, ale je také součástí přípravků proti chřipce a kašli, neboť uvolňuje dýchací cesty a ulevuje příznakům chřipky. V kombinaci s kofeinem je výborným spalovačem tuků. Používá se rovněž jako lék na hubnutí a je součástí přípravků určených k budování svalstva a zlepšení fyzických schopností sportovců [22]. Patří mezi zakázané dopingové látky. V objektu školského zařízení,

Tab. 1. Kompletní výsledky monitoringu vybraných drog ve vzdělávacích zařízeních
 Tab. 1. Complete results of selected drugs monitoring in educational facilities

Objekt	Odběr			Sledovaná sloučenina									
	datum	místo	čas	THC-COOH	extáze (MDMA)	metamfetamin	amfetamin	kokain	benzoyllecgonin	nicotin	cotinin	trans-3-hydroxycotinin	efedrin
A	6/13/2022	kanalizační přípojka	7:45–8:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	1 830	< 2,4
	6/13/2022		10:30–11:00	21,9	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	2 660	7 090	< 2,4
	10/10/2022		7:45–8:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	1 700	< 2,4
	10/10/2022		10:30–11:00	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	4 780	21 700	508
B	6/6/2022	kanalizační přípojka	7:45–8:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	794	2 130	< 2,4
	6/6/2022		9:40–10:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	2 430	6 360	< 2,4
	9/26/2022		7:40–8:05	46,4	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	1 210	< 2,4
	9/26/2022		9:40–10:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	< 40	< 2,4
C	6/1/2022	kanalizační přípojka	7:40–8:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	859	2 770	< 2,4
	6/1/2022		9:40–10:00	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	3 140	11 900	< 2,4
	10/3/2022		7:40–8:05	8 480	< 3,0	13,5	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	1 690	25,6
	10/3/2022		9:40–10:05	305	< 3,0	6,1	< 1,1	< 2,5	< 3,5	5 920	5 110	17 800	7 360
D	5/26/2022	přečerpávačka	10:10–10:15	16,2	< 3,0	11,3	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	2 540	8 240	30,8
	5/26/2022	kanalizační přípojka	7:40–8:00	6,2	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	556	5 090	< 2,4
	5/26/2022		9:40–10:05	< 1,3	< 3,0	3,8	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	< 40	< 2,4
	10/24/2022		7:40–8:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	< 40	< 2,4
	10/24/2022		9:40–10:05	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	< 50	< 40	< 2,4
	10/24/2022	přečerpávačka	9:30–9:35	< 1,3	< 3,0	< 0,9	< 1,1	< 2,5	< 3,5	< 300	1 990	6 780	10,3

v němž byly naměřeny nejvyšší koncentrace této látky, je i fitness centrum otevřené od ranních hodin široké veřejnosti, vysoké koncentrace efedrinu v odpadní vodě proto mohou mít na svědomí především návštěvníci tohoto centra.

Vzhledem k malému počtu vzorků nelze provádět žádná statistická vyhodnocení, ale to nebylo cílem tohoto svým rozsahem velmi malého pilotního projektu.

Při srovnání nálezů získaných v projektu s nálezy v dalších monitorovaných školách v rámci komerčních zakázek realizovaných v předchozích letech lze konstatovat, že s velkou pravděpodobností ve vzdělávacích objektech testovaných v projektu nepředstavuje konzumace drog významný problém. Pouze v objektu označeném v projektu písmenem C by pravděpodobně bylo vhodné se problematice drog více věnovat. Měření by však bylo potřebné opakovat.

Výsledky je obtížné porovnávat i s citovanou literaturou. Zuccato a kol. [13] uvádějí výsledky v mg/den/1 000 obyvatel, další autoři [14, 17] monitorují vysoké školy, Verovšek a kol. [15] se věnují pouze identifikaci drog v odpadních vodách testovaných škol. Jediné porovnání tak nabízí další publikace výše citovaných autorů [16], ve které jsou výsledky z výzkumu zneužívání drog ve 44 školských

zařízeních ve Slovinsku. Např. v základních školách v městských lokalitách se koncentrace THC-COOH pohybuje v intervalu mezi 4,44–1 460 ng/l, v řadě škol byl také stanoven hlavní metabolit kokainu benzoyllecgonin (28,8–1 640 ng/l). Extáze nebyla nalezena v žádné ze základních škol, stejně jako metamfetamin. V případě benzoyllecgoninu a metamfetaminu je rozdíl mezi českými a slovinskými školami. V českých školách se benzoyllecgonin nevyskytoval v žádném případě, v jednom případě byl však objeven metamfetamin.

Pokud by na tento pilotní projekt navázal další, rozsáhlejší projekt, do kterého by bylo možné zapojit i jiné typy edukačních zařízení, např. učňovské a odborné školy i vyšší odborné školy, bylo by vhodné ověřit i jiný způsob vzorkování, např. odběry několikahodinových slévaných vzorků, a zároveň zjišťovat průtoky odpadní vody v době odběrů. Potom by šlo výsledky mezi sebou lépe porovnávat. Také četnost vzorkování v jednotlivých objektech by bylo účelné zvýšit, případně monitorovat jedno odběrové místo např. celý týden.

Mezi sledované látky by bylo zajímavé doplnit mitragynin (aktivní alkaloid kratomu), jemuž je vzhledem ke snadné dostupnosti a rozšířenému užívání mezi mládeží aktuálně věnována velká pozornost adiktologů.

ZÁVĚR

Pilotní projekt splnil svůj účel. Ověřili jsme si celý postup potřebný pro odběry a analýzu odpadních vod ze vzdělávacích zařízení od vytipování objektů, komunikace s jejich vedením, prohlídkou na místě a výběru vhodného odběrového místa na kanalizační přípojce včetně případné konzultace s pracovníky provozujícími stokovou síť. Zejména ve starších objektech není vždy jednoduché odběrové místo najít. Ve všech testovaných školách byly, většinou pouze ojedíněle, drogy nalezeny v měřitelném množství. Dle předpokladu šlo zejména o marihuanu. Metamfetamin byl nalezen ve dvou školách v koncentracích, které byly podobné jako ve většině škol testovaných hydrochemickou laboratoří VÚV TGM v rámci komerčních zakázek.

Legální droga nikotin a/nebo jeho metabolity kotinin a *trans*-3-hydroxy-kotinin byly stanoveny téměř ve všech vzorcích. Porovnání s předchozími analýzami není možné, protože do analytické metody stanovení byl zařazen až později. Stejně tak nemáme možnost porovnat nálezy efedrinu. Efedrin je součástí i volně přístupných léků proti nachlazení, je však rovněž součástí přípravků sloužících k budování svalstva a zvyšování kondice sportovců. Jelikož v objektu jedné z testovaných škol je veřejně přístupné fitness centrum otevřené od ranních hodin a není možné zajistit odběry na kanalizační přípojce tak, aby splašková voda z fitness centra nebyla součástí odebraného vzorku, lze přepokládat, že návštěvníci centra významně přispěli k nálezům vysokých koncentrací efedrinu ve vzorku.

Při výběru školských zařízení pro případný další projekt je tedy třeba věnovat pozornost i tomu, jestli v době vyučování nejsou v objektu zároveň provozovány mimoškolní aktivity určené pro širokou dospělou veřejnost (např. celoživotní vzdělávání, jazykové kurzy, pohybové kurzy atd.), protože jejich přítomnost by mohla významně ovlivnit nálezy testovaných látek v odpadních vodách.

Poděkování

Pilotní projekt byl financován z institucionálních prostředků MŽP v rámci inter-ního grantu VÚV TGM č. 3600.52.22. Děkuje zúčastněným vzdělávacím institucím a jejich vedení za souhlas s prováděním testování a za spolupráci. Z etických důvodů nejsou tyto instituce uváděny jmenovitě. Odběry by nebylo možné realizovat bez zapojení Ing. Josefa Kratiny, Ph.D., Ing. Ondřeje Taufera a p. Vojtěcha Mrázka, kteří provedli odběry.

Literatura

- [1] DAUGHTON, C. G., TERNES, T. A. Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Agents of Subtle Change? *Environmental Health Perspectives*. 1999, 107(suppl. 6), s. 907–938. ISSN 0091-6765. Dostupné z: doi: 10.1289/ehp.99107s6907
- [2] DAUGHTON, Ch. G. Illicit Drugs in Municipal Sewage. *Pharmaceuticals and Care Products in the Environment*. Washington, DC: American Chemical Society, 2001, s. 348–364. ACS Symposium Series. ISBN 9780841237391. Dostupné z: doi: 10.1021/bk-2001-0791.ch020
- [3] ZUCCATO, E., CHIABRANDO, Ch., CASTIGLIONI, S., CALAMARI, D., BAGNATI, R., SCHIAREA, S., FANELLI, R. Cocaine in Surface Waters: A New Evidence-Based Tool to Monitor Community Drug Abuse. *Environmental Health*. 2005, 4(1). ISSN 1476-069X. Dostupné z: doi: 10.1186/1476-069X-4-14
- [4] *Assessing Illicit Drugs in Wastewater. Potential and Limitation of a New Monitoring Approach, EMCDDA Insights No 9, Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities*. ISBN 978-92-9168-317-8.
- [5] *Wastewater Analysis and Drugs – A European Multi-City Study*. www.emcdda.europa.eu [on-line] [vid. 10. květen 2023]. Dostupné z: https://www.emcdda.europa.eu/publications/html/pods/waste-water-analysis_en
- [6] KASPRZYK-HORDERN, B., BIJLSMA, L., CASTIGLIONI, S. a kol. Wastewater-Based Epidemiology for Public Health Monitoring. *Water and Sewerage Journal*, 2014, 4, s. 25–26.
- [7] MEDEMA, G., HEIJNEN, L., ELSINGA, G., ITALIAANDER, R., BROUWER, A. Presence of SARS-Coronavirus-2 RNA in Sewage and Correlation with Reported COVID-19 Prevalence in the Early Stage of the Epidemic in The Netherlands. *Environmental Science and Technology Letters*. 2020, 7(7), s. 511–516. ISSN 2328-8930. Dostupné z: doi: 10.1021/acs.estlett.0c00357

- [8] LUNDY, L., FATTA-KASSINOS, D., SLOBODNIK, J. a kol. Making Waves: Collaboration in the Time of SARS-CoV-2 – Rapid Development of an International Co-Operation and Wastewater Surveillance Database to Support Public Health Decision-Making. *Water Research*. 2021, 199. ISSN 00431354. Dostupné z: doi: 10.1016/j.watres.2021.117167
- [9] PRICHARD, J., HALL, W., DE VOOGT, P., ZUCCATO, E. Sewage Epidemiology and Illicit Drug Research: The Development of Ethical Research Guidelines. *Science of The Total Environment*. 2014, 472, s. 550–555. ISSN 00489697. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.039
- [10] HALL, W., PRICHARD, J., KIRKBRIDE, P. a kol. An Analysis of Ethical Issues in Using Wastewater Analysis to Monitor Illicit Drug Use. *Addiction*. 2012, 107(10), s. 1767–1773 [vid. 10. září 2023]. ISSN 09652140. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1360-0443.2012.03887.x
- [11] VAN DYKEN, E., THAI, Ph., LAI, F. Y. a kol. *Monitoring Substance Use in Prisons: Assessing the Potential Value of Wastewater Analysis*. 2014. 54(5), s. 338–345 [vid. 10. září 2023]. ISSN 13550306. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scijus.2014.06.006
- [12] VAN DYKEN, E., LAI, F. Y., THAI, Ph. K. a kol. Challenges and Opportunities in Using Wastewater Analysis to Measure Drug Use in a Small Prison Facility. *Drug and Alcohol Review*. 2016, 35(2), s. 138–147 [vid. 10. září 2023]. ISSN 09595236. Dostupné z: doi: 10.1111/dar.12156
- [13] ZUCCATO, E., GRACIA-LOR, E., ROUSIS, N. I., PARABIAGHI, A., SENTA, I., RIVA, F., CASTIGLIONI, S. Illicit Drug Consumption in School Populations Measured by Wastewater Analysis. *Drug and Alcohol Dependence*. 2017, 178, s. 285–290 [vid. 10. září 2023]. ISSN 03768716. Dostupné z: doi: 10.1016/j.drugalcdep.2017.05.030
- [14] NÄSUI, B. A., UNGUR, R. A., TALABA, P. a kol. Is Alcohol Consumption Related to Lifestyle Factors in Romanian University Students? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021, 18(4) [vid. 10. září 2023]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi: 10.3390/ijerph18041835
- [15] VEROVŠEK, T., KRIZMAN-MATASIC, I., HEATH, D., HEATH, E. Investigation of Drugs of Abuse in Educational Institutions Using Wastewater Analysis. *Science of the Total Environment*. 2021, 799, 150013. ISSN 00489697. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969721050889>
- [16] VEROVŠEK, T., KRIZMAN-MATASIC, I., HEATH, D., HEATH, E. Data in Brief: Dataset of Residues of Drugs of Abuse in Wastewaters from Educational Institutions. *Data in Brief*. 2021, 39, 107614 [vid. 10. září 2023]. ISSN 23523409. Dostupné z: doi: 10.1016/j.dib.2021.107614
- [17] PANAWENNAGE, D., CASTIGLIONI, S., ZUCCATO, E., DAVOLI, E., CHIARELLI, P. Measurement of Illicit Drug Consumption in Small Populations: Prognosis for Noninvasive Drug Testing of Student Populations. In: CASTIGLIONI, S., ZUCCATO, E., FANELLI, R. (eds.). *Illicit Drugs in the Environment: Occurrence, Analysis, and Fate Using Mass Spectrometry*. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2011, s. 321–331. ISBN 978-0-470-52954-6.
- [18] ANDRÉS-COSTA, M. J., ESCRIVÁ, Ú., ANDREU, V., PICÓ, Y. Estimation of Alcohol Consumption During “Fallas” Festivity in the Wastewater of Valencia City (Spain) Using Ethyl Sulfate as a Biomarker. *Science of the Total Environment*. 2016, 541, s. 616–622. ISSN 00489697. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.126
- [19] OČENÁŠKOVÁ, V. GR OK – Analýza odpadních vod ve dvou organizačních jednotkách: Analýza odpadních vod – 24hodinové slévané vzorky. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2018.
- [20] POSTIGO, C., LOPEZ DE ALDA, M. J., BARCELÓ, D. Fully Automated Determination in the Low Nanogram per Liter Level of Different Classes of Drugs of Abuse in Sewage Water by On-Line Solid-Phase Extraction-Liquid Chromatography–Electrospray-Tandem Mass Spectrometry. *Analytical Chemistry*. 2008, 80(9), s. 3 123–3 134. ISSN 0003-2700. Dostupné z: doi: 10.1021/ac702060j
- [21] POSPÍCHALOVÁ, D., MAREŠOVÁ, D., OČENÁŠKOVÁ, V., ŠAFRÁNKOVÁ, T., BOHADLOVÁ, E. Stanovení vybraných drog a jejich metabolitů v odpadních vodách metodou kapalinové chromatografie. *Vodohospodářské a technicko-ekonomické informace*. 2020, 62(2), s. 42–47. ISSN 1805-6555. Dostupné také z: <https://www.vtei.cz/2020/05/stanoveni-vybranych-drog-a-jejich-metabolitu-v-odpadnich-vodach-metodou-kapalinove-chromatografie/>
- [22] BIGELOW, B. C., EDGAR, K. J. The UXL Encyclopedia of Drugs & Addictive Substances. In: *Wikipedia: the Free Encyclopedia*. 2001 [on-line]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [vid. 11. září 2023].

Autoři

Ing. Věra Očenášková

✉ věra.očenášková@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-8692-2417

Ing. Danica Pospíchalová

✉ danica.pospichalova@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-5803-3302

Ing. Eva Bohadlová

✉ eva.bohadlova@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-0518-4705

RNDr. Diana Marešová, Ph.D.

✉ diana.maresova@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-9047-6747

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2023.09.004

WASTEWATER ANALYSIS AS A TOOL FOR INVESTIGATION OF DRUG ABUSE IN EDUCATION INSTITUTES

OČENÁŠKOVÁ, V.; POSPÍCHALOVÁ, D.; BOHADLOVÁ, E.; MAREŠOVÁ, D.

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague

Keywords: Wastewater based epidemiology – illicit drugs – THC – methamphetamine – amphetamine – MDMA – cocaine – benzoylecgonine – nicotine – cotinine – *trans*-3-hydroxy-cotinine – ephedrine – school institutions

The wastewater based epidemiology (WBE) approach to wastewater has long been used for monitoring drug consumption, especially in urban agglomerations. In this pilot project, it was applied to detect drug use in selected school establishments. The tests took place in both primary (age of students 6–15 yr.) and secondary schools (age of students 12–19 yr.). The focus was on illicit drugs (marijuana, methamphetamine, amphetamine, cocaine and ecstasy), from legal drugs to nicotine and its metabolites. Ephedrine was also monitored. Grab samples were taken before the start of classes between 7:30 and 8:05 and during the so-called big break, i.e. between 9:30 and 10:00, or 10:30–11:00. Sampling was carried out in two terms, at the beginning of June and at the end of September or at the beginning of October 2022. Positive findings were found for THC, ephedrine, methamphetamine and nicotine metabolites, primarily *trans*-3-hydroxy-cotinine. The number of monitored schools was very small, depending on the possibilities of the pilot project. In order objectively determine the situation in educational facilities, it would be appropriate to monitor a more representative group, which would include, for example, vocational schools. It is also worth considering another method of sampling wastewater, e.g. several hours' composite samples. However, this method of sampling may not be feasible in many educational institutions.