

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

VTEI / 2022 / 4



- 4 / Bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* v recyklovaných vodách
- 11 / Přívozy na starých topografických mapách
- 57 / Rozhovor s ukrajinskou kolegyní Dr. Yelizavetou Chernysh

6. srpen – Světový den boje za zákaz jaderných zbraní (Hiroshima Day)

9. srpen – Den Nagasaki (Nagasaki Day)

Ve dnech 6. a 9. srpna si celý svět připomene 77. výročí svržení dvou jaderných bomb na japonská města Hirošima a Nagasaki.

V létě roku 1945 již bylo po válce a účastnické státy sčítaly své mrtvé. Rovněž válka v Pacifiku se chýlila ke konci. Pouze Japonsko se odmítalo vzdát a ani po šesti měsících strategického bombardování mnoha desítek japonských měst nepřijalo ultimátum předložené Postupimskou deklarací. Proto se vláda Spojených států amerických rozhodla pro razantní řešení. Nejprve byla sestrojena atomová puma zvaná *Little Boy*, která obsahovala 60 kilogramů uranu 235. Byla svržena 6. srpna 1945 na město Hirošima, jež sloužilo jako základna japonských vojáků. Kvůli bočnímu větru ovšem nezasáhla původně plánovaný most, nýbrž o 240 metrů dále vzdálenou kliniku, kde mimo jiné zabila většinu lékařů a zdravotních sester tehdejší Hirošimy.

Japonsko však přes obrovské ztráty na lidských životech nadále odmítalo kapitulovat, a to i poté, kdy mu 8. srpna vypověděl válku Sovětský svaz. Proto bylo 9. srpna rozhodnuto o použití druhé atomové pumy zvané *Fat Man*, která obsahovala 6,4 kilogramu syntetického prvku plutonium 239. Ani zde nedopadla bomba na původní místo určení, jímž bylo město Kokura.

To bylo totiž po příletu letounu nesoucího nukleární zbraň ze 70 procent ukryto v mracích, a proto byla svržena na náhradní cíl, velký mořský přístav Nagasaki. Teprve poté Japonsko oznámilo souhlas s kapitulací a 2. září podepsalo kapitulční listinu, čímž definitivně skončila válka v Pacifiku a tím oficiálně i druhá světová válka.

Vědci i odborníci na vojenskou problematiku dodnes vedou diskuzi o tom, zda bylo použití dvou jaderných bomb nezbytné a adekvátní. Hned poté, co 8. srpna 1945 vyhlásil Japonsku válku Sovětský svaz, se západní mocnosti dohodly na tom, že je nutné zastrašit nejen Japonsko, ale také Stalina, neboť se obávaly okupace a následné sovětizace celé Evropy. Bohužel tato hrozba je po 77 letech znovu aktuální – to, co se nám zdálo neskutečné a vzdálené, je po rozpoutání rusko-ukrajinské války nebezpečně blízko. Nezbyvá tedy než věřit, že všechny oběti – v součtu stovky tisíc zemřelých bezprostředně při explozích i v následujících letech na nemoci z ozáření – byly těmi prvními a zároveň i posledními oběťmi nukleárních zbraní v historii lidstva.

Redakce VTEI



Hirošimský památník míru (Genbaku Dóm) je torzem budovy českého architekta J. Letzela. V roce 1996 byl zapsán na Seznam světového dědictví UNESCO. Foto: 123RF.com

Obsah



3 Úvod

4 Bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* v recyklovaných vodách

Dana Baudišová, Šárka Bobková, Vladislav Jakubů, Hana Jeligová, František Kožíšek



11 Přívozy na starých topografických mapách

Marek Havlíček, Ivo Dostál, Josef Svoboda

20 Atmosférická depozice jako možný zdroj znečištění povrchových vod

Silvie Semerádová, Julie Sucharová, Tomáš Mičaník, František Sýkora, Lucie Jašíková

32 Problematika potravinových odpadů ve vztahu k povinnému vykazování jeho produkce pro potřeby směrnice o odpadech

Dagmar Vološinová, Robert Kořínek, Yelizaveta Chernysh



41 Přehledový příspěvek o metodice rychlotestů v malých kolonkách

Anna Kólová, Lada Stejskalová

47 Citační analýza časopisu VTEI

Libor Ansorge

56 Autoři

57 Rozhovor s Dr. Yelizavetou Chernysh, novou ukrajinskou vědeckou pracovnící ve VÚV TGM

Redakce VTEI



59 Posouzení rizik jako komplexní přístup k ochraně zdrojů pitné vody

Lucie Jašíková, Hana Prchalová, Tomáš Fojtík, Hana Nováková, Jiří Pícek, Aleš Zbořil, Petr Vyskoč, Silvie Semerádová, Jiří Dlabal



Vážení čtenáři,

v době horkého léta a doznívajících prázdnin určitě oceníte informace, jež se mohou po dovolených hodit. Témata, která v tomto čísle najdete, se navíc týkají oblastí, jež jsou prioritou pro Evropskou unii, a objevují se tak ve většině jejích strategií, ať už se zabývají problematikou recyklace odpadních vod, pitnými vodami, nebo odpady. Určitě vás, stejně jako mne, potěší článek přinášející výsledky citační analýzy časopisu VTEI. Citace jsou jedním střípkem z mozaiky důležitých parametrů, které jej krůček po krůčku posouvají k cílové metě hlavní etapy jeho rozvoje, již je zapsání do databáze Scopus.

Výjimečně jsme tentokrát nezabrousili ani jedním článkem do oblasti klimatické změny, přitom se v červnu konalo několik zajímavých konferencí pořádaných jak Magistrátem hlavního města Prahy, tak i Ministerstvem životního prostředí či Ministerstvem pro vědu, výzkum a inovace, přičemž téma penetruje i do konferencí pořádaných u příležitosti našeho předsednictví v Radě EU. Dokonce i počasí jako by klimatickou změnu potvrdilo – prudké deště s kroupami, tropické dny i noci a občas nějaké to tornádo a povodeň.

Léto má opět našlápnuto k dnes již obvyklému suchu a bouřkám, ale protože je pro vědeckou a výzkumnou obec – na rozdíl od zemědělců – obdobím dovolených, nezbyvá mi než vám, našim věrným čtenářům, popřát příjemné prožití druhé poloviny léta obohacené sbíráním praktických poznatků, které pak v podzimních měsících můžete úspěšně použít v nových projektech. Pro připomenutí reality života a toho, abychom si klidné dovolené a možnosti svobodně provádět výzkum vážili, jsme na závěr zařadili rozhovor s naší novou kolegyní z Ukrajiny, doktorkou Yelizavetou Chernysh, před válkou působící na státní univerzitě ve městě Sumy.



Ing. Tomáš Urban
ředitel VÚV TGM, v. v. i.

Bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* v recyklovaných vodách, metody jejich stanovení a citlivost na vybraná antibiotika

DANA BAUDIŠOVÁ, ŠÁRKA BOBKOVÁ, VLADISLAV JAKUBŮ, HANA JELIGOVÁ, FRANTIŠEK KOŽÍŠEK

Klíčová slova: recyklovaná voda — *E. coli* — koliformní bakterie — ATB rezistence

SOUHRN

Článek pojednává o výskytu bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae* (tj. zástupců koliformních bakterií, termotolerantních koliformních bakterií a druhu *Escherichia coli*) v různých typech recyklovaných vod (šedé vody, srážkové vody, vody z městských vodních prvků). V textu je upozorněno na možné problémy při jejich detekci, tj. na citlivost a specifčnost kultivačních metod. Zároveň je prezentováno druhové složení koliformních bakterií v čištěných šedých vodách a jejich citlivost na vybraná antibiotika. Největší podíl antibiotické rezistence byl podle očekávání zjištěn u penicilinových derivátů (ampicilin a amoxicilin-kyselina klavulanová), který u skupiny *Escherichia coli/Shigella* tvořil 32 %. Rezistence na další studovaná antibiotika byla prokázána u 7–12 % kmenů ze všech izolovaných druhů koliformních bakterií. Nejvíce rezistentních kmenů bylo izolováno ze zdravotnického zařízení. Pouze jeden kmen *Escherichia coli* izolovaný z vod ze zdravotnického zařízení byl rezistentní na meropenem.

ÚVOD

Escherichia coli (*E. coli*) je nejdůležitějším ukazatelem fekálního znečištění a již prakticky nahradila dříve používané koliformní bakterie (případně termotolerantní/fekální koliformní bakterie), které na rozdíl od *E. coli* nemusejí mít vždy fekální původ a někteří zástupci se mohou ve vodním prostředí běžně rozmnožovat. *E. coli* je tak klíčovým mikrobiologickým ukazatelem ve většině předpisů zahrnujících požadavky na hygienickou nezávadnost vody. Nejinak je tomu i v případě vod recyklovaných. Při naší rešerši zahraničních předpisů týkajících se požadavků na kvalitu recyklované či srážkové vody při jejím využití v interiéru jsme zjistili, že ve 12 ze 14 předpisů je sledována *E. coli*, ve čtyřech předpisech je předepsáno také sledování výskytu koliformních bakterií a ve třech je požadováno sledování fekálních (termotolerantních) koliformních bakterií buď jako jediného mikrobiologického ukazatele, nebo společně s *E. coli*. Autoři Matějů a kol. [1] zpracovali přehled 22 norem a právních předpisů pro regulaci opětovného používání vod včetně vod pro závlahu. V každém z těchto předpisů jsou uvedeny požadavky týkající se mikrobiologických ukazatelů, reprezentovaných koliformními bakteriemi, termotolerantními koliformními bakteriemi a *E. coli*. Pro zajímavost je uváděna nejčastěji (tj. 13x) *E. coli* (59 %), dále ve výčtu následují (celkem sedmkrát) koliformní bakterie a fekální (termotolerantní) koliformní bakterie. Z toho je čtyřikrát uvedena kombinace *E. coli* a koliformní bakterie a jednou kombinace koliformní a fekální (termotolerantní) koliformní bakterie. Občas se v nějakém textu, diskuzi nebo návrhu předpisu objeví termín „termotolerantní coli“, který je

zavádějící a s největší pravděpodobností odkazuje na skupinu termotolerantních koliformních bakterií. Druh *E. coli* jako takový termotolerantní je, ale tato vlastnost se ve vodním (nefyziologickém) prostředí ztrácí jako první.

Předmětem příspěvku není hodnotit význam těchto ukazatelů v recyklovaných vodách, nýbrž ukázat na jejich heterogenitu v tomto prostředí a metodické těžkosti při jejich stanovení. Ty jsou dány především složitou, vysoce oživenou a heterogenní matricí (vysoký obsah doprovodné mikroflóry). Aby byly získané výsledky relevantní (tj. správné a přesné), použité metody musejí být dostatečně citlivé a selektivní, což bývá u takto oživených matric velký problém. Tuto problematiku jsme již řešili dříve u přírodních koupacích vod [2], kde se jako nejvhodnější metoda pro stanovení *E. coli* osvědčil finančně náročný postup MPN (nejpravděpodobnějšího počtu) podle ČSN EN ISO 9308-2.

METODIKA

Vzorky a jejich odběry

Od června roku 2020 do prosince roku 2021 byly za dodržení platných pravidel pro odběr vzorků (ČSN EN ISO 5667-1, ČSN EN ISO 5667-3, ČSN EN ISO 19458) do sterilních vzorkovnic odebírány vzorky šedých vod (obytné budovy, veřejné budovy a zdravotnická zařízení), srážkových vod (obytné budovy a veřejné budovy) a recyklovaných vod z městských vodních prvků. Vzorky byly transportovány za stálého chlazení ($5 \pm 3^\circ\text{C}$) a zpracovány maximálně do 18 hodin po odběru.

Metody analýz

Pro kulturační stanovení byly použity metody podle následujících norem a postupů:

- ČSN EN ISO 9308-1 – Chromocult Coliform agar (Merck), membránová filtrace (filtry o porozitě $0,45\ \mu\text{m}$), kultivace 24 hodin při 36°C .
- ČSN EN ISO 9308-2 – Colilert/Quanti-Tray, kultivace 18 hodin nebo 24 hodin (podle typu testu) při 36°C .
- ČSN 757835 – m-FC agar (Merck), membránová filtrace (filtry o porozitě $0,45\ \mu\text{m}$), kultivace 24 hodin při 44°C .
- Optimalizovaná metoda stanovení *E. coli* na chromogenním TBX médiu (Merck), membránová filtrace (filtry o porozitě $0,45\ \mu\text{m}$), kultivace 24 hodin při teplotách 36°C nebo 44°C , případná předkultivace na selektivním médiu TSA/CA nebo také TBX 4 hodiny při 36°C .

Stanovení antibiotické rezistence

Z čištěných šedých vod (11 lokalit) bylo izolováno 145 kmenů gramnegativních bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae*, patřících do skupiny koliformních bakterií. Kmeny byly přečištěny a identifikovány metodou MALDI-TOF a dále u nich bylo provedeno testování citlivosti na antibiotika diskovou difúzní metodou podle European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, verze 7.0 z ledna 2019, tzv. EUCAST [3] (obr. 1). Pokud byl ve vzorku zachycen nízký počet kolonií (méně než pět) byly testovány všechny; jinak bylo vybráno pět až osm kolonií, pokud možno různého vzhledu. Kmeny byly testovány na antibiotika od firmy Oxoid (v závorce je uveden obsah disku): ampicilin (10 µg), amoxicilin-kyselina klavulanová (30 µg), cefotaxim (5 µg), cefepim (30 µg), cef-tazidim (10 µg), meropenem (10 µg), ciprofloxacín (5 µg) a gentamicin (10 µg).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Zastoupení *E. coli* mezi koliformními bakteriemi v různých typech (nejen recyklovaných) vod

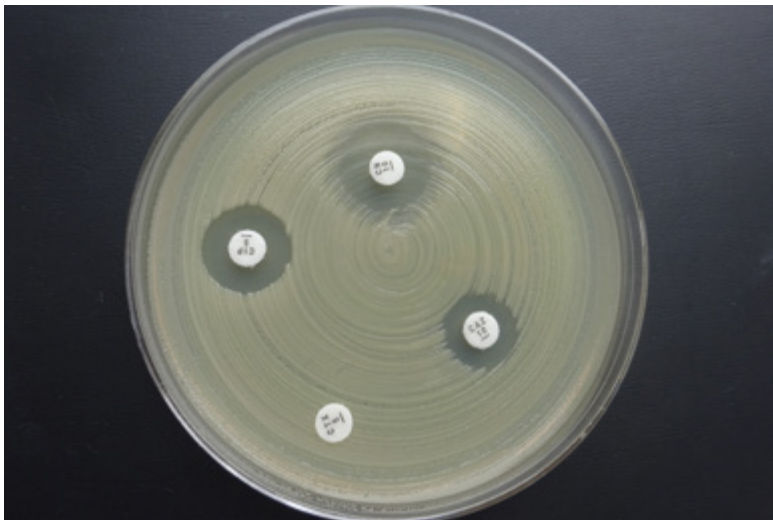
E. coli je stejně jako ostatní koliformní bakterie zástupcem čeledi *Enterobacteriaceae*, nepřežívá však – na rozdíl od jiných druhů – dlouhodobě ve vodním prostředí. Procentuální zastoupení *E. coli* mezi koliformními (případně termotolerantními koliformními) bakteriemi může ukazovat závažnost přímého fekálního znečištění a částečně i úroveň organického znečištění. V tab. 1 je uvedeno různé procentuální zastoupení *E. coli* mezi koliformními bakteriemi v různých typech námi sledovaných recyklovaných vod. Uvedeny jsou pouze výsledky odběrů v roce 2021, jelikož všechny tyto analýzy byly provedeny metodou dle ČSN EN ISO 9308-2, tudíž jsou mezi sebou porovnatelné. Pro statistické účely byly hodnoty nad pracovním rozsahem > 2419,2 nahrazeny hodnotou 3750 a hodnota > 4838,4 hodnotou 7500 MPN/100 ml.

Nejvíce zjištěných zástupců bakterie *E. coli* mezi koliformními bakteriemi bylo podle očekávání nalezeno v surových šedých vodách (31 %). Tyto výsledky jsou však také nejméně přesné, neboť zde se nejvíce výsledků pohybovalo nad pracovním rozsahem metody. V upravené šedé vodě už bylo *E. coli* nalezeno výrazně méně (8,1 %). Druhý nejvyšší výskyt *E. coli* byl zjištěn v městských vodních prvcích, což je logické, neboť i tam může docházet k přímému fekálnímu znečištění. Naopak nejméně *E. coli* mezi koliformními bakteriemi (2,6 %) bylo stanoveno ve srážkových vodách, kde byly nízké i absolutní počty. Pro srovnání, např. v povrchových vodách (toky Labe a Vltava) byla *E. coli* nalezena mezi koliformními bakteriemi ve 24,7 % případů [4]. Zde však ukazatele nebyly stanoveny metodou podle ČSN EN ISO 9308-2, ale podle ČSN 757837 (Endo agar), resp. ČSN 757835 (m-FC s β-D-glukuronidázou). Změna metody stanovení koliformních bakterií, v tomto případě fermentace laktózy versus aktivita β-D-galaktosidázy, vedla k širšímu pojetí skupiny koliformních bakterií, která v současné době zahrnuje výrazně více druhů, než tomu bylo v minulosti.

Metody testované ke stanovení koliformních bakterií a *E. coli* v recyklovaných vodách

Problémem detekce – především druhu *E. coli* ve vodách s bohatou doprovodnou mikroflórou – je skutečnost, že stanovení se obvykle provádí paralelně s detekcí koliformních bakterií na velmi citlivém médiu. Detektory (membránové filtry nebo Petriho misky) bývají přerostlé nejen doprovodnou mikroflórou, ale případně i koliformními bakteriemi, díky čemuž je *E. coli*, jež je většinou ve výrazné menšině, diskriminována tak, že její kolonie nemohou na médiu řádně narůst. Ředění vzorků v tomto případě nepomůže, protože *E. coli* se vyředí jako první (obr. 2), čímž je možné získat falešně negativní výsledek, resp. významně se zvýší mez detekce. Statistické hodnocení těchto typů výsledků v našem šetření provedeno nebylo, protože některé metody byly rychle vyloučeny po analýzách několika sérií vzorků jako metody nevhodné pro danou matici.

Další možností je použít médium m-FC (ČSN 757835) a stanovit buď termotolerantní koliformní bakterie (ukazatel jako takový), nebo identifikovat *E. coli* následnou detekcí enzymu β-D-glukuronidázy. První možnost by byla asi vhodnější, jelikož m-FC médium je extrémně selektivní (s nízkou produktivitou pod 50 %) a kultivační teplota 44 °C je opravdu vysoká, nicméně výsledky stanovení *E. coli* bývají touto metodou podhodnocovány [2]. Ačkoli ve většině případů je doprovodná mikroflóra eliminována, v extrémně mikrobiálně zatížených vzorcích (jež



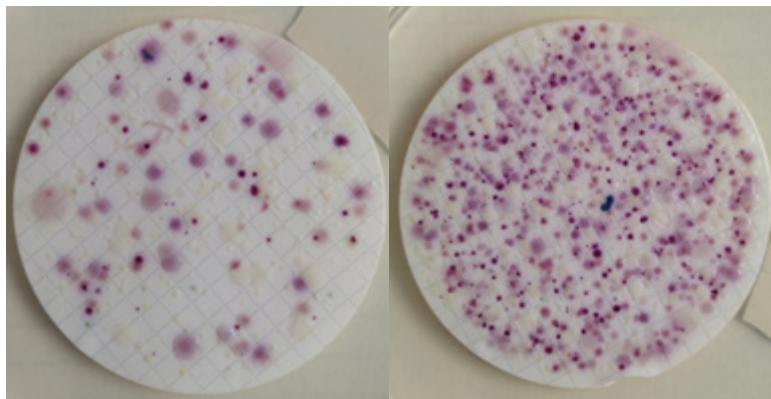
Obr. 1. Disková difúzní metoda – disky napuštěné příslušným antibiotikem jsou položeny na Petriho misku s Mueller Hinton médiem, naočkovaným testovaným kmenem; na základě velikosti zóny inhibice růstu okolo disku se určuje citlivost/rezistence k danému antibiotiku

Fig. 1. Disc diffusion method – disks impregnated with the antibiotics are placed in a Petri dish with Mueller Hinton medium inoculated with the test strain; the susceptibility/resistance to the given antibiotic is based on the size of the cleared zones of inhibition around the discs

Tab. 1. *E. coli* mezi koliformními bakteriemi v různých typech recyklovaných vod

Tab. 1. *E. coli* among total coliform bacteria in different types of reused waters

Typ recyklované vody	Počet analýz do výpočtu	Počet nulových nálezů <i>E. coli</i>	Průměrné procentuální zastoupení <i>E. coli</i> mezi koliformními bakteriemi
Městské vodní prvky	67	12	19,3 %
Srážková voda	45	8	2,6 %
Šedá voda surová	12	3	31 %
Šedá voda upravená	14	16	8,1 %



Obr. 2. Stanovení *E. coli* podle ČSN EN ISO 9308-1 (CCA médium) z matrice šedá voda – při očkovaní větších objemů je *E. coli* (modré až modrofialové kolonie) patrná, avšak těžko spočitatelná v nárůstu koliformních bakterií (růžové kolonie); při větším ředění už není detekována vůbec

Fig. 2. Detection of *E. coli* according to EN ISO 9308-1 (CCA medium) from grey waters – presence of *E. coli* (blue and violet blue colonies) in higher volume is apparent, but hardly countable among the coliform bacteria (rose/pink colonies); and it disappears in bigger dilution

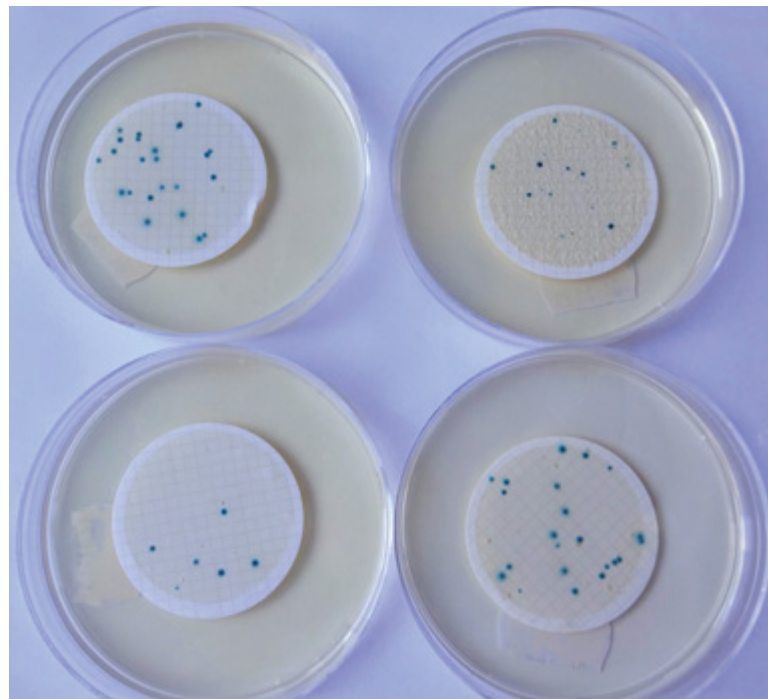
obsahují velké množství proteolytických bakterií) může dojít k jejímu nárůstu a v tomto případě někdy i k interferenci acidobazických reakcí, na jejichž principu je toto médium založeno. Výsledkem je pak vznik spíše červených, nikoli modrých kolonií (proteolytické bakterie mohou produkovat velké množství amoniaku, tudíž toto zásadité prostředí nemusí umožnit projev produktů kyselé reakce, vzniklé po fermentaci laktózy).

Jako doposud nejvhodnější normovaná metoda se ukázala metoda MPN podle ČSN EN ISO 9308-2, jež je dostatečně citlivá i selektivní a má pracovní rozsah tři řády. Tuto metodu také standardně používáme při našich analýzách. Má však i určité nevýhody, což je v první řadě cena analýzy a pak také nutnost pořízení relativně drahého systému Quanti-Tray (který právě z tohoto důvodu mnoho laboratoří nemá). V neposlední řadě tato metoda produkuje enormní množství plastového infekčního odpadu. Proto jsme hledali i další možnost stanovení *E. coli* v recyklovaných vodách.

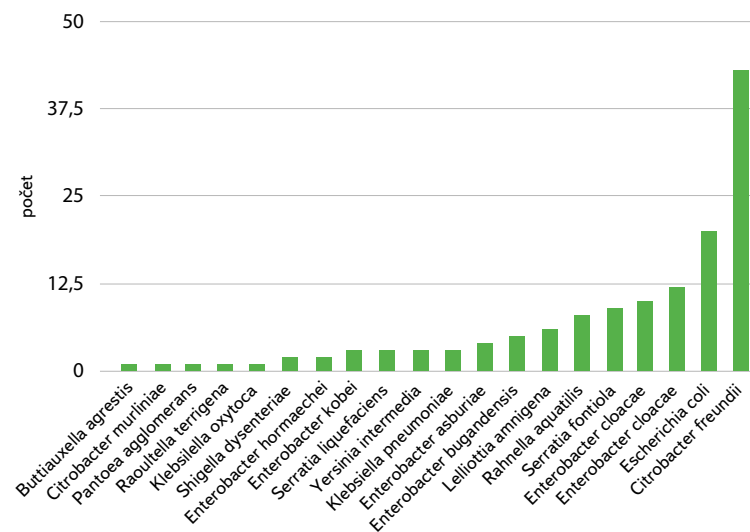
V roce 2019 publikovali chorvatští autoři [5] návrh optimalizované metody stanovení *E. coli* v koupacích vodách na TBX médium (Trypton Bile X-Glucuronide). TBX je chromogenní médium, kde je *E. coli* detekována na základě aktivity enzymu β -D-glukuronidázy a roste ve formě tyrkysových kolonií (veškeré ostatní bakterie včetně dalších druhů z čeledi *Enterobacteriaceae* rostou jako bezbarvé kolonie). Pro stanovení *E. coli* z přírodních vod se používá předkultivace naočkovaných misek, resp. membránových filtrů, trvající 4 hodiny při 36 °C, a to buď na živiny bohatém neselektivním médiu, nebo přímo na médiu TBX. Jmenovaní autoři [5] využili trypton sójový agar (TSA) nebo Columbia agar (CA) či též TBX. Naše předběžné výsledky ukázaly, že optimalizovaná metoda je slibná [6] (obr. 3). Doprovodná mikroflóra byla dostatečně potlačena a počet *E. coli* zjištěný kultivačně na pevném médiu byl srovnatelný s výsledky získanými metodou MPN při kultivaci v tekutém médiu podle ČSN EN ISO 9308-2 (Quanti-Tray), kdy jde o stejný princip stanovení (β -D-glukuronidáza).

Koliformní bakterie izolované z čištěných šedých vod a jejich antibiotická rezistence

Jak již bylo uvedeno, z čištěných šedých vod (11 lokalit) bylo izolováno a identifikováno 145 kmenů bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae*, patřících do skupiny koliformních bakterií. Tyto kmeny byly dále testovány na případnou antibiotickou rezistenci. Kmeny dosahovaly při identifikaci na MALDI-TOF průměrného

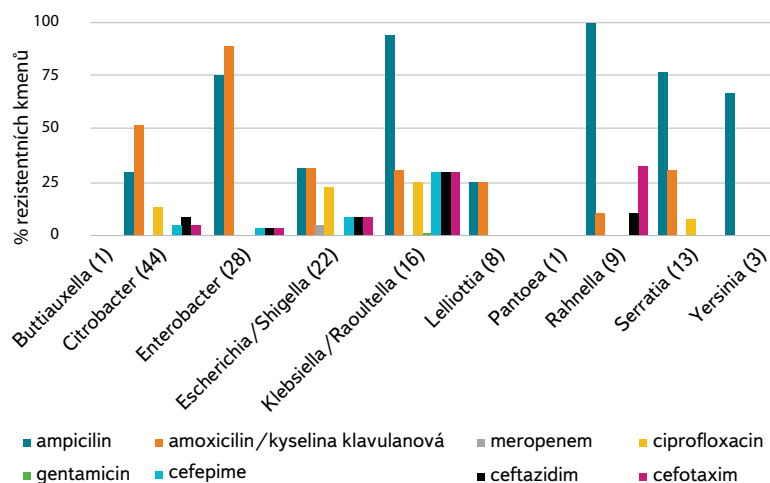


Obr. 3. *E. coli* na TBX médiu (vlevo nahoře kultivace 4 hodiny při 36 °C a pak 20 hodin při 44 °C; vpravo nahoře kultivace 24 hodin při 36 °C; vlevo dole kultivace 24 hodin při 44 °C; vpravo dole kultivace na CA 4 hodiny při 36 °C a pak kultivace na TBX 20 hodin při 44 °C; Fig. 3. *E. coli* on TBX medium (left up 4 hrs incubation at 36 °C, then 20 hrs at 44 °C; right up incubation 24 hrs at 36 °C, left down incubation 24 hrs at 44 °C, right down cultivation on Columbia medium 4 hrs at 36 °C, then 20 hrs at 44 °C on TBX



Obr. 4. Seznam a počet izolovaných a identifikovaných druhů koliformních bakterií
Fig. 4. List of isolated and identified coliform bacteria species

skóre 2,29, což znamená vysoce pravděpodobnou identifikaci do druhu. Druhové složení izolovaných kmenů je uvedeno na obr. 4. Některé druhy však, i když jsou takto „přesně“ identifikovány, patří do širších taxonomických skupin (*Escherichia coli*/*Shigella*, *Enterobacter cloacae* komplex, *Klebsiella oxytoca*/*Raoultella terrigena* apod.), a jejich odlišení je tedy spíše teoretické. Hodnocení antibiotické rezistence je tak uváděno na úrovni těchto skupin nebo rodů.



Obr. 5. Procentuální zastoupení rezistentních kmenů u jednotlivých rodů/taxonických skupin koliformních bakterií; v závorce za názvem rodu je uveden počet izolovaných a testovaných kmenů příslušného rodu/skupiny
Fig. 5. Percentage of resistant strains in individual genera / taxonomic groups of coliform bacteria; the number of isolated and tested strains of the relevant genus / group is given in brackets after the genus name

Na základě údajů z literární rešerše a z tabulky klinických breakpointů EUCAST [7] byl vybrán soubor antibiotických disků vhodných k testování rezistence u koliformních bakterií (bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae*). Konečný soubor zahrnuje peniciliny (ampicilin, amoxicilin-kyselina klavulanová), cefalosporiny (cefotaxim, cefepim a ceftazidim), karbapenemy (meropenem), fluorochinolony (ciprofloxacín) a aminoglykosidy (gentamicin). Nebyl testován tetracyklin, protože pro tuto skupinu bakterií neuvádí EUCAST interpretační kritéria, tzv. klinické breakpointy, což jsou průměry zón, podle nichž se kmeny kategorizují jako citlivé, nebo rezistentní.

Nejvyšší rezistence byla podle očekávání zjištěna u penicilinových derivátů (ampicilin a amoxicilin-kyselina klavulanová). Některé rody bakterií jsou však k těmto penicilinům přirozeně rezistentní [8]. Z námi izolovaných kmenů šlo v případě ampicilinu především o rody *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* a *Raoultella*, v případě amoxicilin-kyseliny klavulanové se jednalo o *Citrobacter freundii* a rod *Enterobacter*. Z hlediska našeho výzkumu je tedy významná především *E. coli*, která nemá přirozenou rezistenci na tato antibiotika. Z 22 testovaných kmenů *E. coli* (společně se *Shigella dysenteriae*) bylo 32 % rezistentních jak na ampicilin, tak na amoxicilin-kyselinu klavulanovou. Naše výsledky jsou poměrně ve shodě s literárními údaji, podle nichž byla rezistence na ampicilin zjištěna u 38 % kmenů izolátů *E. coli* z odpadních vod [9] a u 18 % kmenů *E. coli* izolovaných z odpadních vod a kalů [10].

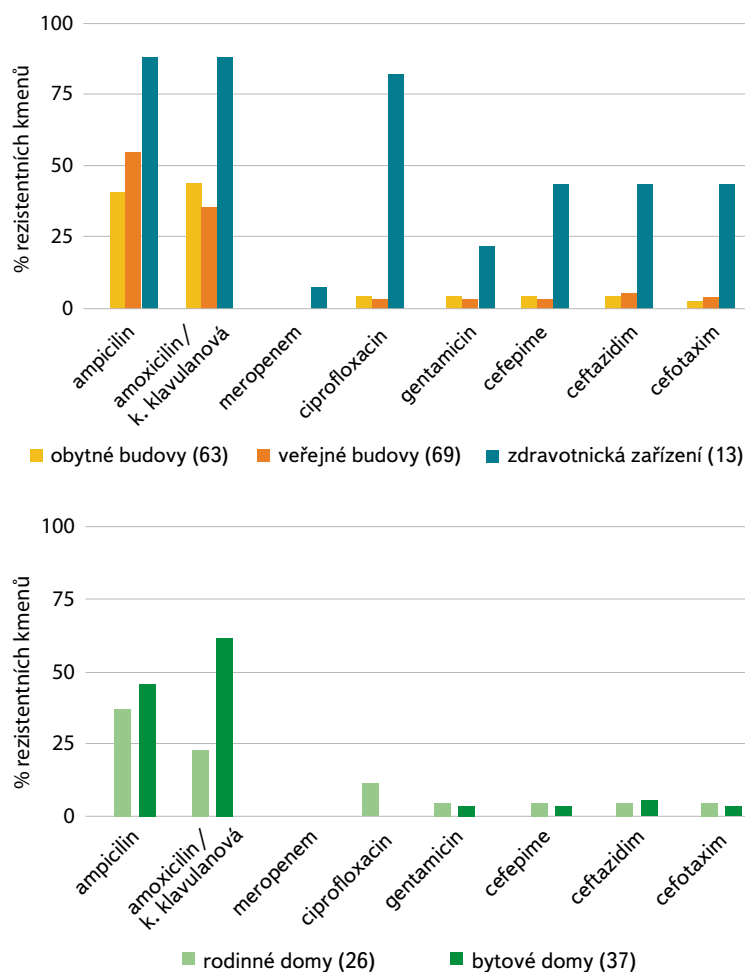
Rezistence na meropenem byla prokázána pouze u jednoho kmene *E. coli* ze zdravotnického zařízení (tj. 0,7 %), přičemž 11,7 % kmenů ze všech koliformních bakterií bylo rezistentních na ciprofloxacín, dále 9 % kmenů na gentamicin, 7 % na cefepim, 9 % na ceftazidim a 9 % na cefotaxim. Pro porovnání s dalšími studiemi ve světě [9] bylo z izolátů *E. coli* z odpadních vod zjištěno 6 % rezistentních na ciprofloxacín. Kmeny bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae* (především rody *Enterobacter* a *Citrobacter*) rezistentní na gentamicin, ciprofloxacín, meropenem, ceftazidim a amoxicilin-kyselinu klavulanovou byly izolovány i ze studničních vod na Slovensku [11].

Prokázané rezistence u jednotlivých rodů bakterií nebo sledovaných typů budov s recyklovanými vodami jsou uvedeny na obr. 5 a 6. Nejvyšší míra antibiotické rezistence byla zjištěna u kmenů izolovaných ze zdravotnického zařízení. Těchto kmenů však máme bohužel nejmenší počet. Čtrnáct kmenů (9,7 %) bylo rezistentních na tři a více testovaných antibiotik, šlo tedy o multirezistentní kmeny.

ZÁVĚR

E. coli se mezi koliformními bakteriemi vyskytuje v recyklovaných a srážkových vodách od 2,6 % (dešťové vody) do 31 % (surové šedé vody). Vzhledem k vysokému obsahu doprovodné mikroflóry (zejména u šedých vod) je v současné době k detekci *E. coli* nevhodnější metoda podle ČSN EN ISO 9308-2. Do budoucna se zdá být perspektivní optimalizovaná metoda pro stanovení (pouze) *E. coli* (se čtyřhodinovým resuscitačním krokem) na TBX médiu.

Pomocí metody MALDI-TOF bylo identifikováno 19 druhů koliformních bakterií vyskytujících se v čištěných šedých vodách, u nichž byla testována citlivost na antibiotika. Co se týče antibiotické rezistence, nejvyšší byla podle očekávání zjištěna u penicilinových derivátů (ampicilin a amoxicilin-kyselina klavulanová), a to 32 % u skupiny *E. coli/Shigella*. Rezistence na další sledovaná antibiotika byla prokázána u 7–12 % ze všech kmenů koliformních bakterií. Nejvíce rezistentních kmenů bylo izolováno ze zdravotnického zařízení. Pouze jeden kmen *E. coli* izolovaný z vod ze zdravotnického zařízení byl rezistentní na meropenem. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky dalších odborníků, kteří izolovali bakterie z různých typů vod (odpadní vody, kaly, studny) [9–11].



Obr. 6a (nahoře) a 6 b (dole). Procentuální zastoupení rezistentních kmenů (bez rozlišení rodů) podle izolace z různých typů lokalit; v závorce za typem lokality je uveden počet izolovaných a testovaných kmenů; za rodinné domy se považují objekty s maximálně dvěma bytovými jednotkami

Fig. 6a (up) a 6 b (down). Percentage of resistant strains according to isolation from different types of localities; the number of isolated and tested strains is given in brackets for the site type; we consider family houses to be buildings with a maximum of two residential units



Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu TA ČR SS01010179 „Stanovení hygienických požadavků na recyklovanou vodu využívanou v budovách a městských vodních prvcích“.

Literatura

- [1] MATĚJŮ, L., DRAHOŠOVÁ, Z., KOŘÍNKOVÁ, M., MATOUŠKOVÁ, N., BARTÁČEK, J., ŠÁTKOVÁ, B., DOLEJŠ, P., STRÁNSKÝ, D., KABELKOVÁ, I. Potřebujeme právní rámec k opětovnému využití vody? SOVAK. 2021, 30(9), s. 10–18. ISSN 1210-3039.
- [2] BAUDIŠOVÁ, D. Metody stanovení *Escherichia coli* a intestinálních enterokoků v koupacích vodách. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2013, 55(1), s. 5–7. ISSN 0322-8916.
- [3] EUROPEAN COMMITTEE ON ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING. *Výšetření citlivosti k antibiotikům, EUCAST disková difúzní metoda*, verze 7.0 z ledna 2019.
- [4] BAUDIŠOVÁ, D. Mikrobiální zatížení Labe. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 1998, 40(11–12), s. 409–416. ISSN 0322-8916.
- [5] JOŽIČ, S., VUKIČ LUŠIČ, D., ALJINOVIC, A., VLAKANČIČ, W., CENOV, A., VRDOLJAK, T. A., RAKIČ, A., ŠOLIČ, M. Is TBX Agar a Suitable Medium for Monitoring *Escherichia Coli* in Bathing Water Using the Membrane Filtration Method? *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019, 191(9), s. 558. Dostupné z: doi: 10.1007/s10661-019-7733-4
- [6] BAUDIŠOVÁ, D., BOBKOVÁ, Š., KOŽÍŠEK, F., JELIGOVÁ, H. Bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* v recyklovaných vodách. In: ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J., PETRÁKOVÁ KÁNSKÁ, K. (eds.): *Vodárenská biologie 2022*. Praha: Vodní zdroje Ekomonitor, spol., s. r. o., 2022, s. 124–131. ISBN 978-80-88238-24-9.
- [7] EUROPEAN COMMITTEE ON ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING. *Tabulka klinických breakpointů EUCAST*, verze 10.0 platná od 1. ledna 2020.
- [8] EUROPEAN COMMITTEE ON ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING. *Přirozená rezistence a neobvyklé fenotypy*, verze 3.3, říjen 2021.
- [9] WATKINSON, A. J., MICALIZZI, G. R., BATES, J. R., COSTANZO, S. D. Novel Method for Rapid Assessment of Antibiotic Resistance in *Escherichia coli* Isolates from Environmental Water by Use of a Modified Chromogenic Agar. *Applied and Environmental Microbiology*. 2007, 73(7), s. 2224–2229. Dostupné z: doi: 10.1128/AEM.02099-06
- [10] REINTHALER, F. F., FEIERL, G., WÜST, G., HAAS, D., RUCKENBAUER, G., MASCHER, F., MARTH, E. Antibiotic Resistance of *E. coli* in Sewage and Sludge. *Water Research*. 2003, 37(8), s. 1685–1690. Dostupné z: doi: 10.1016/S0043-1354(02)00569-9
- [11] OLEJNÍKOVÁ, P., DRAHOVSKÁ, H., FUJÁKOVÁ, M., GLIŠEVIČ, A., PUZDEROVÁ, B., BEZÁKOVÁ, T., BÍROŠOVÁ, B. Výskyt rezistentních mikroorganismů vůči antibiotikům v studňových vodách. In: *Mikrobiologie vody a životního prostředí 2018. Zborník prednášok a posterov*. Bratislava, Praha: Československá společnost mikrobiologická, 2018, s. 43–46. ISBN 978-80-971422-8-5.

Autoři

RNDr. Dana Baudišová, Ph.D.

✉ dana.baudisova@szu.cz

ORCID: 0000-0003-3993-6845

RNDr. Šárka Bobková, Ph.D.

✉ sarka.bobkova@szu.cz

ORCID: 0000-0003-3552-2530

Mgr. Vladislav Jakubů

✉ vladislav.jakubu@szu.cz

ORCID: 0000-0001-9100-8689

MUDr. Hana Jeligová

✉ hana.jeligova@szu.cz

ORCID: 0000-0001-5488-5084

MUDr. František Kožíšek, CSc.

✉ frantisek.kozisek@szu.cz

ORCID: 0000-0002-0107-6969

Státní zdravotní ústav, Praha

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.002

BACTERIA FROM THE FAMILY *ENTEROBACTERIACEAE* IN REUSED WATERS AND THEIR ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITY

**BAUDIŠOVÁ, D.; BOBKOVÁ, Š.; JAKUBŮ, V.; JELIGOVÁ, H.;
KOŽÍŠEK, F.**

National Institute of Public Health, Prague

Keywords: reused water — *E. coli* — total coliforms — ATB resistance

The aim of this study is to evaluate the presence of bacteria from the *Enterobacteriaceae* family (i.e. total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*) in different types of recycled waters (grey water, rain water and reclaimed water from the public city fountains) and problems with their detection (especially sensitivity and specificity of detection methods). The species composition of coliform bacteria in purified grey waters with their antibiotic resistance are presented. As expected, the greatest antibiotic resistance was found in penicillin derivatives (ampicilline and amoxicilline clavulanate), which accounted for 32 % of *Escherichia coli* / *Shigella* group. Resistance to other studied antibiotics was demonstrated in 7–12 % of all coliform strains. Most resistant strains were isolated from medical facilities. Only one strain (*Escherichia coli* from a medical facility) was resistant to meropenem.

Přivozy na starých topografických mapách

MAREK HAVLÍČEK, IVO DOSTÁL, JOSEF SVOBODA

KLÍČOVÁ SLOVA: novověk – vojenské mapování – řeka – přivoz – Česko

SOUHRN

Střední a velké řeky představovaly významnou překážku na historických obchodních cestách a stezkách. Říční přivozy byly jedním z hlavních způsobů jejich překonávání, jejich lokality byly tedy považovány za body strategické důležitosti. Pomocí starých topografických map rakouského vojenského mapování z let 1763–1768, 1836–1852, 1876–1880, pruských vojenských map z let 1825 a 1877 a československých vojenských map z let 1953–1957 jsme systematicky lokalizovali přivozy na celém současném území Česka. Byly analyzovány také mapové klíče z jednotlivých mapování za účelem prozkoumání způsobu zobrazení přivozů na těchto mapách. Na základě studia starých topografických map byla vytvořena geografická databáze s lokalizací jednotlivých přivozů, včetně uvedení období, ve kterých byl daný říční přivoz evidován. Na starých topografických mapách vojenských mapování bylo na českém území zaznamenáno celkem 514 historických přivozů, dalších 28 přivozů bylo identifikováno z jiných dostupných podrobnějších mapových zdrojů.

ÚVOD

Velké řeky tvoří přirozenou krajinnou bariéru, která vždy významně ovlivňovala vedení dopravních sítí. Úseky vhodné pro bezpečné překročení takové bariéry byly důležitými strategickými a obchodními místy, a proto je historici považují za pevné body při rekonstrukci průběhu starých cest a stezek [1]. Ještě v první polovině 19. století přetrvával význam brodů pro cestování a dopravu zboží na méně vodnatých tocích. Kamenné mosty byly na těchto tocích vzácné, dřevěné mosty vyžadovaly pravidelné opravy. Na větších řekách v úsecích s větší hloubkou již bylo nezbytné dopravu zajistit jiným způsobem, obvykle říčním přívosem za pomoci prámu nebo lodky. Provozování přivozů bylo původně součástí panských privilegií, přičemž za převoz osob, zboží i nákladu byl převozníkem vybírán poplatek. V roce 1870 byl přijat zákon Právo vodní pro království České, kterým se provozování přivozů stalo licencovaným podnikáním [2], a pro jednotlivá správní území tři zemské zákony. Pro Čechy platil Český zákon zemský č. 71/1870 čes. z. z., o tom, která lze vodu užívat, ji svozovat a jí se bránit, pro Moravu Moravský zákon zemský č. 65/1870 mor. z. z., o používání i provádění vod a obraně proti nim, a pro Slezsko Slezský zákon zemský č. 51/1870 slez. z. z., o používání i provádění vod a obraně proti nim. Moravský a slezský vodní zákon se od zákona českého lišily jen v některých detailech [3].

S postupným rozvojem technických znalostí a stavebních technologií se mosty staly převažujícím způsobem překonávání vodních toků a přivozy byly zachovány pouze na místech, kde stavba mostu nebyla možná z technických nebo ekonomických důvodů. V Česku jsou v současnosti přivozy provozovány také na některých významnějších vodních nádržích. Především v městských oblastech přivozy aktuálně slouží jako součást veřejné městské dopravy [4, 5], přičemž jde nejen o uchování určité tradice v dopravním

systému, ale i o praktický efekt zkrácení doby dopravy pro každodenní dojížděku a zároveň představují turistickou atrakci. Přivozy tímto kompenzují nedostatek mostů, jež by usnadnily cestujícím pohyb mezi konkrétními cíli na opačných březích řek. Turistická poptávka je další hybnou silou, která má zásadní význam pro zachování provozu přivozů na řekách, protože nabízejí cestujícím jedinečný zážitek z vodní krajiny, který se vymyká dnes dominantním formám dopravy [6, 7].

Staré topografické mapy jsou cenným zdrojem informací o stavu tehdejší krajiny a zároveň nacházejí uplatnění v geografických, historických a krajinně-ekologických výzkumech. V Evropě jsou topografické mapy využitelné od poloviny 18. století, kdy začaly vznikat první mapy středního měřítka (okolo 1 : 25 000 až 1 : 30 000). Od poloviny 19. století již topografické mapy dosahovaly díky kvalitnímu kartografickému a geodetickému základům poměrně solidní polohové přesnosti zhruba 25 m [8]. Tyto mapy jsou využívány v širokém spektru badatelských oblastí, v případě řek a vodních útvarů jsou nejčastěji zkoumány historické souvislosti vývoje vodních ploch a rybníků [9], vývoj říční sítě [10] nebo historické identifikace a evidence vodohospodářských objektů [11]. Doposud nebyla v Česku publikována systematická identifikace a evidence všech lokalit s provozem přivozů. Některé historické práce se zabývaly konkrétními úseky řek, přičemž jejich metodika identifikace přivozů se opírala především o archivní zdroje [12, 13].

Vzhledem k relativně jednoduchému vybavení potřebnému pro provoz přivozu, jež se skládá ze samotného plavidla, dvou nástupních mol nebo nájezdů do vody a vodícího lana, mohou přivozy snadno vznikat a mizet (obr. 1). Mírné změny v lokalizaci přivozu mohou být zapříčiněny morfologickými změnami koryta nebo břehů řek [14], případně změnami v sídelní struktuře obcí a měst.

Mezi hlavní cíle tohoto článku patří:

- zkoumání způsobu a formy zobrazování přivozů na starých topografických mapách jednotlivých vojenských mapování,
- identifikace všech přivozů zaznamenaných ve starých topografických mapách na území současného Česka a vytvoření mapové databáze těchto lokalit,
- ověření vhodnosti starých topografických map jako jednoho ze zásadních zdrojů pro evidenci historických lokalit přivozů.

METODIKA

Identifikace a evidence přivozů byla provedena nad mapovými sadami starých topografických map v prostředí GIS. Použity byly tyto mapové soubory:

- 1. rakouské vojenské mapování 1 : 28 800 (1763–1768),
- 2. rakouské vojenské mapování 1 : 28 800 (1836–1852),
- 3. rakouské vojenské mapování 1 : 25 000 (1876–1880),
- pruské vojenské mapy 1 : 25 000 (1825, 1877),
- československé vojenské topografické mapy 1 : 25 000 (1953–1957).



Obr. 1. Přívoz pro motorová vozidla na Labi u Dolního Žlebu

Fig. 1. A ferry for motor vehicles on Elbe river in the village Dolní Žleb

Mapy 1. rakouského vojenského mapování byly pro území dnešního Česka tvořeny v etapách pro jednotlivé historické země (Slezsko 1763, Čechy 1764–1767, Morava 1764–1768). Poměrně špatná polohová přesnost těchto map je způsobena nedostatečnými kartografickými základy, průměrná odchylka georeferencovaných map dosahuje až 300 m.

Mapy 2. rakouského vojenského mapování byly zpracovány na území Moravy a Slezska v letech 1836 až 1852, na území Čech v letech 1842–1852. Tyto mapy jsou založeny na geodetické síti využitě při zaměrování katastrálních map, jejich polohová přesnost se pohybuje kolem 25–30 m.

Mapy 3. rakouského vojenského mapování vznikaly na našem území v letech 1876–1880. Tyto mapy již zachycují rozmach průmyslu, budování železničních tratí, silniční sítě a dynamický růst sídel. Přibližně dvě třetiny mapových listů jsou k dispozici v originálním barevném provedení, zbývající třetina se dochovala v černobílé podobě.

Československé topografické vojenské mapy z let 1953–1957 byly po více než 80 letech jediným kompletním kartografickým souborem, který byl dokončen na celém území současného Česka. Jde o polohově přesné kartografické dílo, jež využívalo jednotný systém mapování a kladu listů pro země socialistického zřízení v Evropě.

V oblasti Hlučínska, které v 19. století nebylo součástí rakouského Slezska, byly využity kartografické zdroje pruské provenience, konkrétně vojenské topografické mapy z let 1825 a 1877. Tyto mapy byly georeferencovány s polohopisnou přesností 25 m.

K identifikaci přívozů v současnosti provozovaných na území Česka byla využita Základní databáze geografických dat (ZABAGED) Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Tyto údaje byly ověřeny na základě informací Státní plavební správy.

K identifikaci přívozů sloužily rovněž další pomocné kartografické a archivní zdroje, např. podrobné topografické mapy 1 : 10 000 z let 1957–1971, které dosud nejsou k dispozici v georeferencované podobě pro celou ČR, reambulované mapy z třicátých a čtyřicátých let 20. století v měřítku 1 : 25 000, státní mapa odvozená 1 : 5 000 pořizovaná od roku 1955, veřejně dostupné letecké snímky z třicátých a padesátých let 20. století. Lokalizace objektů byla ověřována i na základě aktuálních leteckých snímků a základních map v měřítku 1 : 10 000.

Nejprve byly analyzovány mapové klíče pro jednotlivá období, následně navržena struktura databáze přívozů a v poslední fázi proběhla vektorizace nad konkrétními mapami z jednotlivých období.

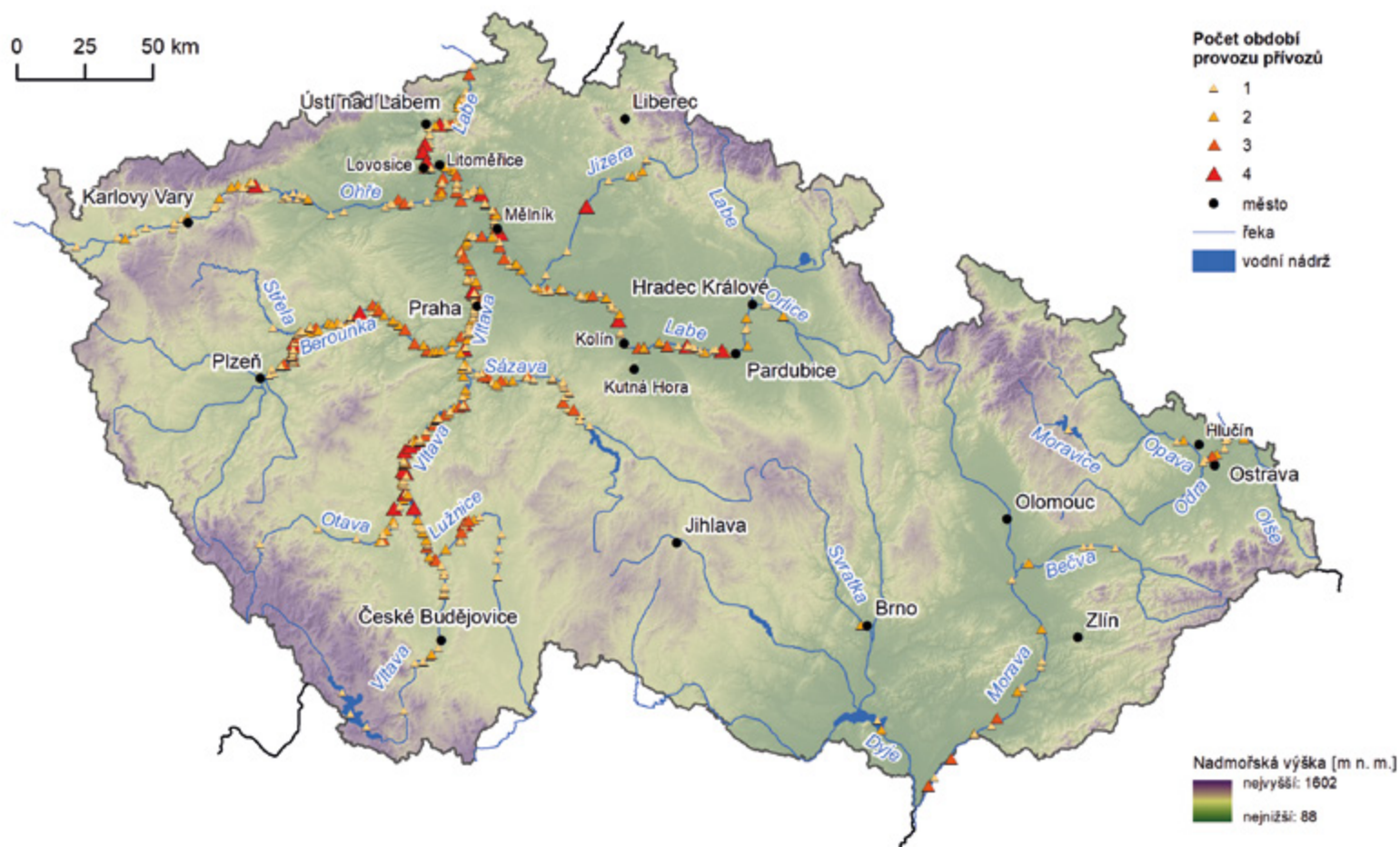
Přívozy byly mapovány podle významnosti vodních toků, vždy od soutoku nebo hranice České republiky k pramenné oblasti. Při identifikaci přívozů byly monitorovány konkrétní vodní toky na základě odborné znalosti území a šířky vodních toků, prezentované v současných i starých topografických mapách. Přívozy provozované na vodních nádržích jsou evidovány u vodních toků, jež tyto nádrže napájejí.

Vedle použití klasických mapových značek byla sledována toponyma v německém a českém jazyce, která označovala přívoz. Přívozy byly v historickém průřezu považovány za totožné v případě lokalizace objektů ve vzdálenosti menší než 50 metrů. Pokud byla vzdálenost mezi přívozy v odlišných časových obdobích větší než 50 metrů, byly tyto lokality evidovány samostatně. Pro období let 1953–1957 bylo umístění přívozů zpřesněno s využitím starých leteckých snímků.

Na základě výše uvedeného postupu byla připravena databáze říčních přívozů v Česku mající formu bodové vrstvy v souřadnicovém systému S-JTSK s názvem přívoz, lokalizací podle řeky, katastrálního území, údaji o zeměpisné šířce a délce, existenci či neexistenci přívozu v časových obdobích podle mapování a informacemi o pomocných zdrojích.

Tab. 1. Kartografické značky přívozů v legendách starých topografických map
 Tab. 1. Cartographic signs of ferries in the legends of old topographic maps

Typ přívozu	Období				
	1763–1768	1836–1852	1876–1880	Prusko 1877	1953–1955
Přívoz pro pěší					
Přívoz pro koně					
Přívoz pro náklad					
Létající most	n/a				
Přívoz na parní pohon	n/a	n/a			n/a



Obr. 2. Počet období provozu přívozů v Česku na základě studia starých topografických map, viz tab. 2

Fig. 2. Number of periods of ferry operation in the Czechia based on the study of old topographic maps, see Tab. 2

VÝSLEDKY

Kartografická analýza způsobu zobrazení přívozů na starých topografických mapách

Na základě rozboru mapových klíčů jednotlivých mapování byly identifikovány následující typy přívozů: přívozy pro pěší (rakouské vojenské mapování: Überfuhr für Menschen, pruské vojenské mapování: Kahn-Fähre), přívozy pro koně (rakouské vojenské mapování: Überfuhr für Pferde), přívozy pro náklad (rakouské vojenské mapování: Überfuhr für Wagen). Specifickou mapovou značkou je tzv. létající most (rakouské vojenské mapování: Fliegende Brücke), jenž sestává z pevného ukotvení lodě nebo prámu uprostřed řeky a fixace plavidla na laně (tab. 1). Mapy 3. rakouského vojenského mapování obsahují také všechny tři kategorie typů přívozů (Überfuhr), včetně označení přívozu na parní pohon (Dampffähre) a železničního přívozu (Eisenbahntrajekt). Tato legenda je univerzální pro celé území tehdejšího Rakouska-Uherska, oba posledně jmenované typy přívozů se však na území dnešního Česka nevyskytovaly.

Tab. 2. Počet lokalit přívozů na jednotlivých říčních tocích identifikovaných v každém časovém období
Tab. 2. The numbers of ferry locations on individual rivers identified in each of the studied periods

Období						
Řeka	1763–1768	1836–1852	1876–1880	1953–1955	2020	Celkem
Bečva			1	5		5
Berounka	7	55	38	15	3	66
Dyje		1	1	1		2
Jizera	1	3	6	3	1	9
Labe	30	63	74	43	10	129
Lužnice	10	8	4	5		15
Morava	6	6	8	4		15
Moravice					1	1
Odra	1	7	2			7
Ohře	12	28	26	5	1	51
Olše		2	1			2
Opava		2	1			2
Orlice		3	1			3
Otava	5	11	7	4		15
Sázava	4	10	23	12	1	34
Střela			1			1
Svratka	1	1				1
Vltava	49	60	96	31	16	156
Celkem	126	260	290	128	33	514

Prostorové rozložení historických lokalit přívozů

Databáze v současnosti obsahuje celkem 542 historických lokalit přívozů na území dnešního Česka, z nichž 514 pochází z identifikace na mapách vytvořených v rámci jednotlivých vojenských mapování. Zbývající místa přívozů byla zjištěna pouze na základě pomocných zdrojů, aniž by se skutečně vyskytovala ve vojenských topografických mapách. Přehled počtů lokalit přívozů podle vodních toků za každé časové období je uveden v tab. 2.

Nejvyšší počet přívozů byl identifikován na vojenských mapách z let 1876–1880, přičemž více než polovina (56,4 %) z celkového počtu lokalit přívozů byla v tomto období v provozu. Podobný údaj (50,6 %) byl zaznamenán i v dřívějším období 1836–1852. Pokud jde o ostatní časová období, počty zjištěných lokalit přívozů byly výrazně nižší. V letech 1763–1768 a 1953–1955 byl evidován přibližně stejný počet lokalit (126 a 128), v současnosti je přívoz provozován v pouhých 33 lokalitách (6,4 %). Přívozy byly identifikovány na celkem 18 různých vodních tocích. Výrazně nejvyšší počty lokalit byly objeveny na dvou nejmohutnějších vodních tocích, tj. na Labi a Vltavě (55,4 %), značný počet přívozů byl evidován také na Berounce a Sázavě.

Tab. 3. Stabilita zkoumaných lokalit přívozů u jednotlivých řek: počet časových období, ve kterých byl přívoz provozován
Tab. 3. The stability of the investigated localities with ferries by individual rivers: the number of time periods in which, according to studied maps, the ferry was in operation

Počet období						
Řeka	1	2	3	4	0 *	Celkem
Bečva	4	1				5
Berounka	30	22	12	2	4	70
Dyje	1	1				2
Jizera	6	2		1		9
Labe	72	32	16	9	6	135
Lužnice	8	3	3	1	2	17
Morava	9	3	3			15
Moravice	1					1
Odra	5	1	1			7
Ohře	36	10	4	1	1	52
Olše	1	1				2
Opava	1	1				2
Orlice	2	1				3
Otava	8	4	1	2		15
Sázava	24	4	6		3	37
Střela	1					1
Svratka		1				1
Vltava	93	39	15	9	12	168
Celkem	302	126	061	025	028	542

* Lokality evidované pouze na základě pomocných zdrojů, bez výskytu ve vojenských mapováních / Locations registered only on the basis of assistant sources without occurrence in military mapping



Obr. 3. Přívoz Oseček na Labi je provozován s krátkým přerušením již od roku 1836

Fig. 3. The Oseček ferry on the Elbe river has been operated with a short break since 1836

U žádné další řeky nebylo zjištěno více než 15 lokalit přívozů. Zřetelnou prostorovou nerovnováhu v rozmístění přívozů v rámci Česka ukazuje obr. 2. Většina přívozů byla lokalizována v západní části republiky (povodí Labe), zatímco ve východní části (povodí Moravy a Odry) pouze 35 (6,8 %).

Během celého výzkumu jsme neidentifikovali přívoz, který by byl na mapách přítomen ve všech pěti zkoumaných obdobích (tab. 3). Ve čtyřech časových obdobích bylo podle mapového zákresu provozováno pouhých 25 přívozů (4,6 %), většinou na Labi a Vltavě (po devíti lokalitách). Jako jeden z příkladů přívozu evidovaného na čtyřech topografických mapách lze uvést Oseček na řece Labi, který je provozován i v současnosti (obr. 3). Nadpoloviční část (55,7 %) přívozů v databázi se objevila pouze v jednom z období a v ostatních už přítomna nebyla. Pokud jde o významné řeky (15 a více přívozů), nejpočetnější zastoupení lokalit s přívozy lze nalézt na Ohři (69,2 %).

Ověření pomocí plavebních map a vodních knih

Vypovídací schopnost topografických map ovlivňují různá hlediska, ať už objektivní (tedy taková, která vycházejí z měřítka mapy, mapového klíče a jeho označení), nebo subjektivní (mezi něž patří sám tvůrce mapy odpovědný za záznam relevantních jevů v krajině). Cílem této kapitoly bylo alespoň částečně posoudit spolehlivost aplikované metodologie výzkumu komparací s jinými zdroji vypovídajícími o existenci přívozů v obdobných časových obdobích u vybraných modelových území. Vzhledem k nedostatku přesných podkladů v předchozích

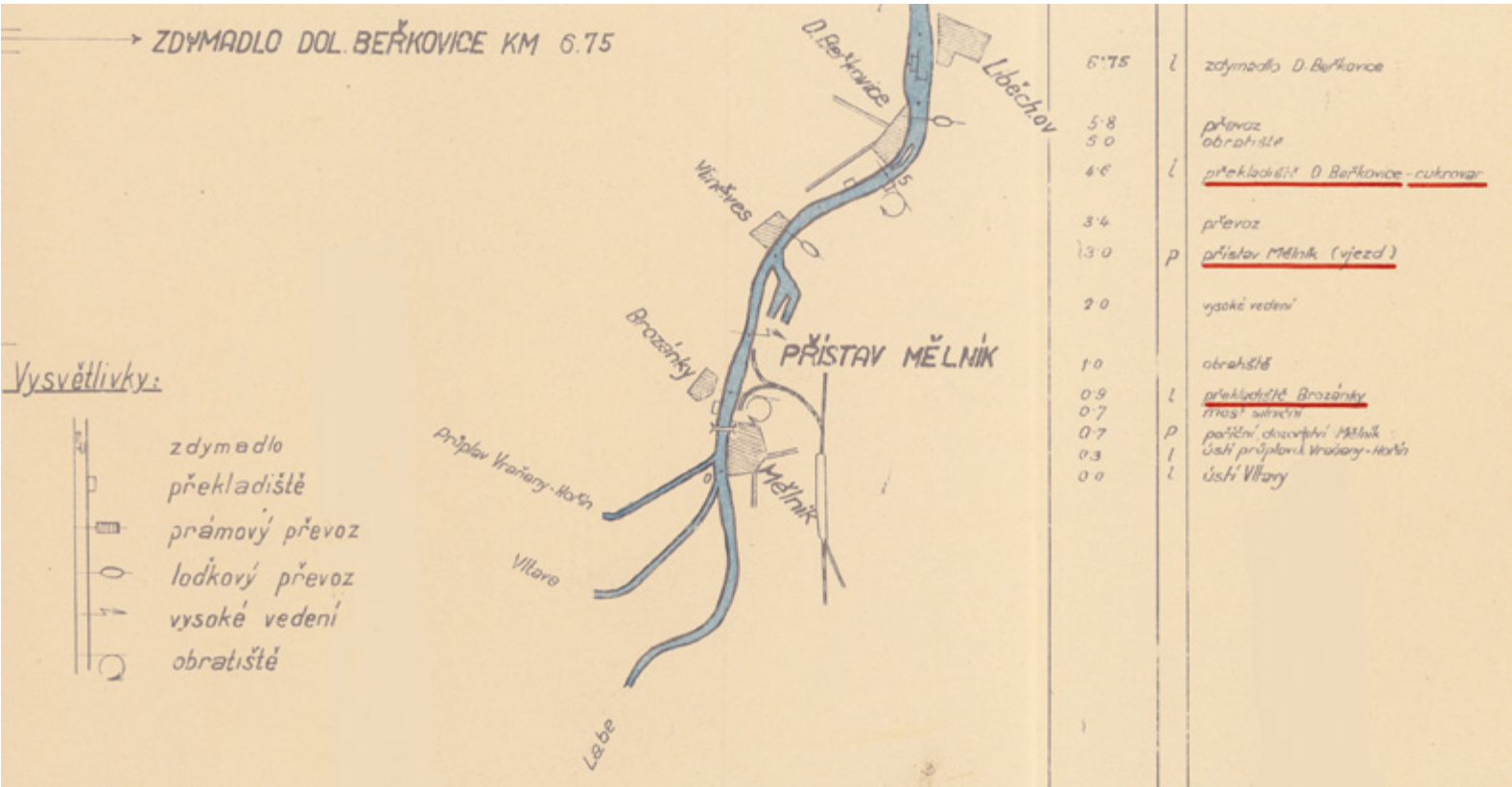
obdobích bylo ověření proveditelné pouze pro roky 1953–1955, kdy byly rozpoznány dvě možné alternativy představující zdroje informací, které se žádným způsobem nezakládaly na topografických mapách.

Plavební mapy pro Labe mezi Lovosicemi a Kolínem a pro Vltavu za Prahou

Cenným historickým materiálem jsou plavební mapy (obr. 4), jež nám poskytli Národní archiv ČR [14]. Mapy obsahují údaje provozně významných faktorů usnadňujících bezpečnou plavbu na splavných tocích. Poloha jednotlivých staveb a zařízení je vztažena k říčnímu kilometru daného toku. Poslední aktualizace proběhla na konci roku 1950. Tuto mapu jsme využili ke srovnání výsledků z úseků řeky Labe mezi Litoměřicemi a Kolínem a ze střední a dolní části Vltavy. Oblast středního Povltaví prošla velkými změnami v letech 1950–1955, kdy byly vybudovány rozsáhlé vodní stavby, mezi které patřila zejména Slapská přehrada, ve své době největší přehrada v ČR [16]. Plavební mapa vztahující se k této oblasti nebyla z tohoto důvodu pro ověření relevantní.

Plavební mapa Labe zahrnuje 83 km vodního toku mezi Mělníkem a Kolínem a asi 50 km z Mělníka do Lovosic. Srovnání na dolní Vltavě bylo provedeno pro 44 km dlouhý úsek mezi Prahou-Trojou a soutokem s Labem u Mělníka (splavný km 201 až 245). Výsledky jsou uvedeny v tab. 4.

Shoda mezi informacemi pocházejícími ze starých topografických map na straně jedné a údaji z plavebních map na straně druhé tedy činila přibližně 70 %,



Obr. 4. Ukázka plavební mapy s legendou v levé části výřezu, přímový a loďkový přívoz je zobrazen na třetím a čtvrtém řádku
Fig. 4. An excerpt from the navigation chart and its legend (left bottom corner); the ferry signs are on the third and the fourth lines

bereme-li v úvahu i časový aspekt. Pokud bychom zohlednili jen umístění lokalit přívozů, dosáhla shoda více než 97 %. Pouze jediný z přívozů (2,2 %) byl identifikován v plavebních mapách, zatímco v databázi zcela chyběl. Narazili jsme však také na přívoz zobrazený v topografických mapách, ale nezaznamenaný v mapě plavební.

Vodní knihy pro oblast středního Posázaví
v období padesátých let 20. století

Tihelka prezentoval mapu přívozů v oblasti středního Posázaví pro oblast Kutnohorská v posledním období jejich existence v polovině 20. století [13]. Ve své práci vycházel z úředních záznamů tzv. Vodních knih, které byly vedeny u jednotlivých okresních úřadů a obsahují mj. platné licence k provozu jednotlivých přívozů. Všechny lokality uvedené v Tihelkově práci se povedlo identifikovat také pomocí naší metodiky, avšak v mnoha případech nikoli s přesným časovým určením. V mapách 1 : 25 000 chybějí přívozy Soběšín, Samopše, Sázava, Radvanice a Rataje nad Sázavou uváděné Tihelkou jako zaniklé k roku 1952, resp. 1953 nebo 1955. Na druhou stranu, námi je pro období let 1953–1955 identifikován přívoz Střechov nad Sázavou. Je možné, že tyto přívozy v době vydání vojenských map již nebyly fakticky provozovány, ačkoli měly nadále platnou licenci, neboť ještě na reambulovaných mapách z předchozího desetiletí je většina z nich zakreslena. Některé z nich se však objevily dokonce na podrobnějších vojenských mapách v měřítku 1 : 10 000 o celé desetiletí později. Tihelka rovněž uvádí přívoz Ledčecko zaniklý k roku 1956, přestože byl podle údajů ŘSD již kolem roku 1932 nahrazen mostem.

Tab. 4. Počet lokalit přívozů v plavebních mapách a v GIS databázi přívozů vytvořené z topografických map
Tab. 4. The numbers of ferries in the navigation charts and in the GIS database of ferries created from topographic maps

Část řeky	A	B	C	D	E
Labe (Mělník–Kolín)	18	15	3	0	0
Labe (Mělník–Lovosice)	13	6	7	0	0
Vltava (Praha–Troja–Mělník)	15	11	3	1	1
Celkem	46	32	13	1	1
	100,0 %	69,6 %	28,3 %	2,2 %	-

Legenda: A – celkový počet přívozů identifikovaných v plavební mapě z roku 1950; B – počet přívozů uvedených v databázi za roky 1953–1955 a zároveň uvedených v plavební mapě; C – počet přívozů identifikovaných v plavební mapě a zároveň evidovaných v databázi v jiném období než v letech 1953–1955; D – počet přívozů uvedených v plavební mapě, jež zcela chybějí v databázi; E – počet přívozů v databázi, ale neuvedených v plavebních mapách.
Legend: A – total number of ferries identified in the navigation chart from 1950; B – number of ferries (out of the set in A) identified in the database for the years 1953–1955; C – number of ferries (out of the set in A) identified in the database, but not for 1953–1955; D – number of ferries (out of the set in A) completely missing in the database; E – number of ferries in the database, but not identified in the navigation charts.

Diskuze

Při zkoumání způsobů zobrazování přívozů na různých starých mapách vztahujících se ke středoevropskému prostoru jsme zjistili, že přívozy jsou zobrazovány různými značkami a že zároveň lze v některých obdobích rozlišit různé kategorie přívozů. Kritéria umožňující takové rozlišení zahrnovala například způsob přepravy (osobní nebo nákladní), konkrétní typ přívozu (lodka nebo prám) a ve 20. století i parametry určující nosnost přívozu. Celkem bylo v Česku identifikováno 542 přívozů, z toho 514 bylo nalezeno ve starých topografických mapách. Nejvýraznější problémy se týkaly identifikace a lokalizace přívozů na mapách vzniklých 1. rakouským vojenským mapováním (1 : 28 800), kde horší kvalita některých dochovaných kopií a především poměrně problematická metodika mapování, jež postrádala přesné geodetické základy [17], nezaručovala vždy dostatečně přesnou lokalizaci objektu.

Soubor velmi zajímavých údajů lze získat z výsledků analýzy časové kontinuity existence jednotlivých přívozů. Výsledky ukázaly, že žádný přívoz nebyl identifikován na jednom a totéž místě ve všech sledovaných obdobích, i přes polohovou toleranci 50 m. To je dáno především dvěma faktory: velmi malým počtem přívozů (33) v současnosti a obecně dynamickými změnami říčních toků v krajině [9]. Přibližně 56 % z celkem nalezených přívozů bylo zaznamenáno pouze v jednom časovém období, přičemž některé vodní toky vykazují ještě vyšší podíl (Ohře cca 70 %). Naopak u některých přívozů byla dohledána jejich dlouhodobá existence, neboť byly identifikovány na čtyřech různých mapováních od poloviny 18. století (jde o devět přívozů na Labi a dalších devět na Vltavě). Je však třeba podotknout, že naše údaje jsou omezeny na mapovací období, což znamená, že případné změny, k nimž došlo mimo tato mapování, nemusely být podchyceny.

Nedílným dílčím tématem výzkumu bylo ověřování informací získaných jak z topografických map, tak i z dalších pomocných informačních zdrojů. Srovnání objektů identifikovaných v topografických mapách a v plavebních mapách Labe a Vltavy vykazovala shodu v téměř 70 % objektů. S výjimkou jednoho objektu byly všechny chybějící přívozy zaznamenány alespoň na mapách z dřívějšího období. Jak ukázala souběžně provedená analýza prostřednictvím Vodních knih z padesátých let minulého století, rozdíl 3–5 let mezi dobou pořízení topografické mapy a plavební mapy odpovídá období hromadného zániku mnoha přívozů. To podporuje i skutečnost, že řada chybějících lokalit byla zaznamenána během 3. rakouského mapování, reambulovaného ve třicátých a čtyřicátých letech 20. století. V našem výzkumu našly tyto mapy využití jako pomocný pramen. V daném kontextu je třeba zdůraznit, že padesátá léta 20. století byla dobou rychlých společenských a hospodářských změn, která následovala po konci druhé světové války a nástupu komunistů k moci. Zmíněné společenské procesy zahrnovaly mimo jiné motorizaci země a zlepšení dostupnosti sídel. Posledně jmenovaný trend se skládal z více koncepčních kroků, z nichž jedním byla výstavba větších trvalých mostních objektů přes řeky, jež nahradily přívozy [18, 19].

ZÁVĚRY

V Česku bylo od roku 1763 do roku 2022 evidováno celkem 542 přívozů, z toho 514 na starých topografických mapách, a dalších 28 na základě pomocných pramenů. Lze tedy tvrdit, že staré rakouské a československé vojenské topografické mapy představují cenný zdroj informací z hlediska identifikace historických přívozů. Je však třeba upozornit i na určitá omezení:

- Mapy 1. rakouského vojenského mapování vykazují značnou polohovou nepřesnost, zejména pokud jde o použité kartografické zobrazení a kvalitu mapových kopií, které jsou přibližně 250 let staré.
- Tematický obsah zpracovávali různí kartografové, což znamená, že se mohou vyskytovat rozdíly v zaznamenaných detailech napříč mapovými listy.

- Každé z mapových děl zachycuje podmínky v určité době, což naznačuje, že během dlouhých časových úseků mezi mapovými díly mohly některé přívozy vznikat a zanikat, aniž byly zaznamenány.

I přes tyto nedostatky představuje naše databáze dosud nejrozsáhlejší soubor identifikovaných a evidovaných lokalit přívozů v Česku. Soubor dat jako takový může být cennou podporou badatelům v oblasti historické geografie, především těm, kteří se zaměřují na studium historických dopravních spojů a zkoumají funkční propojení mezi sídly, velkými průmyslovými objekty a/nebo rekreačními aktivitami.

Vlastní kontinuitu konkrétního objektu lze vymezit pouze na základě komplexního studia archivních pramenů o provozu přívozu, licencích a koncesích, revizích, řízeních o stavbách mostů v okolí, povodňových škodách týkajících se jak přívozu, tak mostů, o stářím způsobeném chátrání a dalších aspektech. Stejný předpoklad platí i pro studium hybných sil, které vedly ke vzniku nebo naopak zrušení přívozu.

Důležité je, že databáze otevírá cesty k budoucímu geografickému výzkumu přívozů, zejména jejich prostorového rozmístění podél řek a vztahu k různým fyzicko-geografickým faktorům zahrnujícím mimo jiné orografii, velikost vodního toku, dynamiku vodního toku v záplavové krajině a složení půdního pokryvu. V rámci socioekonomické geografie lze analyzovat funkce přívozů z hlediska růstu sídel nebo regionální ekonomiky (například průmyslu a obchodu). Další životaschopné téma spočívá ve zkoumání způsobů využití rozpoznávaných lokalit jako bodů zájmu pro podporu cestovního ruchu v rurálních regionech.

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován na CDV s využitím finanční podpory poskytnuté Ministerstvem dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných institucí (rozhodnutí č. 1-RVO/2021), ve VÚKOZu byly práce spolufinancovány Ministerstvem životního prostředí (VUKOZ-IP-00027073). Tato dílčí studie vychází z komplexního článku o přívozech v České republice, který byl publikován v anglickém jazyce v časopise Water v roce 2021.

Literatura

- [1] MARTÍNEK, J., LÉTAL, A., MIŘÍJOVSKÝ, J., ŠLÉZAR, P., VÍCH, D., KALÁBEK, M. *Poznáváme historické cesty*. 1. vyd. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2014, s. 238.
- [2] ČÍŽEK, K. *Právo vodní dle Zákona ze dne 28. srpna 1870 pro Království České*. Praha: Jindřich Mercy, 1886, s. 643.
- [3] MILLER, B. *Vodní právo (Sbírka nejdůležitějších zákonů a nařízení týkajících se vodního práva pro historické země Čechy, Moravu a Slezsko)*. Praha: Spolek československých inženýrů, 1934, s. 204.
- [4] BIGNON, E., POJANI, D. River-Based Public Transport: Why Won't Paris Jump on Board? *Case Studies on Transport Policy*. 2018, 6, s. 200–205. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cstp.2018. 05. 002
- [5] CHEEMAKURTHY, H., TANKO, M., GARME, K. *Urban Waterborne Public Transport Systems: An Overview of Existing Operations in World Cities*. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology, 2017. 85 s.
- [6] TARKOWSKI, M., POŁOM, M., PUZDRAKIEWICZ, K. Bridging Tourist Attractions. The Role of Waterbuses in Urban Tourism Development: The Case of the Coastal City of Gdańsk (Poland). *Geojournal of Tourism Geosites*. 2021, 34(1), s. 126–131. Dostupné z: doi: 10.30892/gtg.34116-627
- [7] MCGRATH, E., HARMER, N., YARWOOD, R. Ferries as Travelling Landscapes: Tourism and Watery Mobilities. *International Journal of Culture Tourism Hospitality Research*. 2020, 14, s. 321–334. Dostupné z: doi: 10.1108/ijcthr-10-2019-0184
- [8] TIMÁR, G., MOLNÁR, G., SZÉKELY, B., BISZAK, S., VARGA, J., JANKÓ, A. *Digitized Maps of the Habsburg Empire – The Map Sheets of the Second Military Survey and their Georeferenced Version*. Budapest: Arcanum, 2006.
- [9] PAVELKOVÁ, R., FRAJER, J., NETOPILOV, P. a kol. *Historické rybníky České republiky: srovnání současnosti se stavem v 2. polovině 19. století*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2014, 167 s.
- [10] GARCÍA, J. H., DUNESME, S., PIÉGAY, H. Can We Characterize River Corridor Evolution at a Continental Scale from Historical Topographic Maps? A First Assessment from the Comparison of Four Countries. *River Research and Applications*. 2019, 36(6), s. 934–946. Dostupné z: doi: 10.1002/rra.3582
- [11] HAVLÍČEK, M., VYSKOČIL, A., CALETKA, M., SVITÁK, Z., DZURÁKOVÁ, M., SKOKANOVÁ, H., ŠOPÁKOVÁ, M. History of Using Hydropower in the Moravice River Basin, Czechia. *Water*, 2022, 14(6), 916. Dostupné z: doi: 10.3390/w14060916
- [12] FRÖHLICH, J. *Stará Otava mezi Pískem a Zvíkovem*. Písek: Prácheňské nakladatelství, 2012, s. 113.

- [13] TIHELKA, E. Zaniklé sázavské přívozy na Kutnohorsku. *Kutnohorsko*. 2017, 19, s. 29–35.
- [14] SOSNOWSKA, A. Dynamics of Mid-Channel Bars in the Middle Vistula River in Response to Ferry Crossing Abutment Construction. *Open Geosciences*. 2020, 12, s. 290–298. Dostupné z: doi: 10.1515/geo-2020-0049
- [15] Národní archiv České republiky. *Sbírka Ministerstva dopravy 1953–1960*, přílohy, Box 33, dokument 01895/1959.
- [16] KOMÁRKOVÁ, M. Padesát let vodního díla Slapy. *Vodní hospodářství*. 2005, 55, s. 160–161.
- [17] JANATA, T., CAJTHAML, J. Georeferencing of Multi-Sheet Maps Based on Least Squares with Constraints – First Military Mapping Survey Maps in the Area of Czechia. *Applied Sciences*. 2020, 11(1), 299. Dostupné z: doi: 10.3390/app11010299
- [18] JEDLIČKA, J., HAVLÍČEK, M., DOSTÁL, I., HUZLÍK, J., SKOKANOVÁ, H. Assessing Relationships between Land Use Changes and the Development of a Road Network in the Hodonín Region (Czech Republic). *Quaestiones Geographicae*. 2019, 38(1), s. 145–159. Dostupné z: doi: 10.2478/quageo-2019-0003
- [19] DOSTÁL, I., HAVLÍČEK, M., SVOBODA, J. There Used to Be a River Ferry: Identifying and Analyzing Localities by Means of Old Topographic Maps. *Water*, 2021, 13(19), 2689. Dostupné z: doi: https://doi.org/10.3390/w13192689

Autoři

Mgr. Marek Havlíček, Ph.D.^{1,2}

✉ marek.havlicek@vukoz.cz

ORCID: 0000-0002-7048-2143

Mgr. Ivo Dostál²

✉ ivo.dostal@cdv.cz

ORCID: 0000-0002-1187-1800

Ing. Josef Svoboda^{1,2}

✉ josef.svoboda@vukoz.cz

¹Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Brno

²Centrum dopravního výzkumu, Brno

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.004

RIVER FERRIES ON OLD TOPOGRAPHIC MAPS

HAVLÍČEK, M.^{1,2}; DOSTÁL, I.²; SVOBODA, J.^{1,2}

¹The Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, Brno

²Transport Research Centre, Brno

Keywords: modern age — military mapping — river — ferry — Czechia

Medium and large rivers have been a major obstacle to historic trade routes and trails. River ferries were one of the main ways to cross them, so their locations were considered points of strategic importance. Using old topographic maps of Austrian military mapping from 1763–1768, 1836–1852, 1876–1880, Prussian military maps from 1825 and 1877 and Czechoslovak military maps from 1953–1957, we systematically located ferries throughout the current territory of the Czechia. Map keys from individual mappings mentioned above were also analyzed to examine how ferries are displayed on these maps. Based on the study of old topographic maps, a geographical database was created with the location of individual ferries, including the period in which the river ferry was registered. A total of 514 historical ferries were recorded on old topographic maps of military mappings throughout the Czechia, another 28 ferries were identified from other available more detailed map sources.



Atmosférická depozice jako možný zdroj znečištění povrchových vod

(Předběžné výsledky projektu, část 1. — těžké kovy)

SILVIE SEMERÁDOVÁ, JULIE SUCHAROVÁ, TOMÁŠ MIČANÍK, FRANTIŠEK SÝKORA, LUCIE JAŠÍKOVÁ

Klíčová slova: depozice atmosférická — voda povrchová — zdroje znečištění

SOUHRN

Na pilotních lokalitách v Jizerských horách, Moravskoslezských Beskydech a na Českomoravské vrchovině byly v průběhu jednoho roku sledovány koncentrace vybraných těžkých kovů v atmosférické depozici a povrchové vodě s cílem určit významnost vlivu srážek na kvalitu povrchových vod v antropogenně málo ovlivněném prostředí. Dosažené výsledky ukazují, že u vybraných kovů může atmosférická depozice v některých případech představovat významný vnos do povrchových vod. Na výslednou bilanci látkového odnosu má zásadní vliv charakter prostředí a jeho zatížení v minulosti.

ÚVOD

Rámcová směrnice o vodách (2000/60/ES) [1] ukládá členským zemím EU v pravidelných šestiletých cyklech hodnotit stav podzemních a povrchových vod. V případech nedosažení dobrého chemického a/nebo ekologického stavu je třeba určit zásadní vlivy způsobující tuto situaci a navrhnout opatření pro její zlepšení. Z hodnocení stavu útvarů povrchových vod, které v ČR probíhá od roku 2009 podle české legislativy ve tříletých cyklech, opakovaně vychází vysoký podíl vodních útvarů nedosahujících dobrého chemického stavu v případě některých prioritních látek podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., a dobrého ekologického stavu v případě některých specifických nebezpečných látek [2, 3]. Nedosažení dobrého stavu pro některé skupiny látek je zaznamenáno i ve vodních útvarech, kde lze většinu potenciálních antropogenních vlivů vyloučit, a u nichž je tedy možným hlavním vlivem přenos znečištění do vodního prostředí z ovzduší prostřednictvím atmosférické depozice. Mezi tyto skupiny patří zejména těžké kovy a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU).

Projekt TA ČR SS01010231 „Dopady atmosférické depozice na vodní prostředí se zohledněním klimatických podmínek“ se touto problematikou zabývá. Projekt navazuje na metodiku [4], která mimo jiné na základě dostupných dat navrhuje postupy pro posouzení rizikovosti útvarů povrchových vod z hlediska atmosférické depozice. Hlavním problémem této části metodiky byla nedostupnost aktuálních a plošných dat a neověřenost postupů při jejich využití. Cílem projektu je alespoň částečně tato chybějící data a postupy doplnit. Částí řešení projektu je i kvantifikace znečištění v různých složkách životního prostředí pomocí terénního monitoringu ve vybraných pilotních lesních povodích. Cílem této činnosti je ověřit, nakolik mohou jednotlivé látky ovlivnit situaci v reálném prostředí, a vytypovat další faktory zvyšující riziko prostupu kontaminace do vodního prostředí.

Vzhledem k šíři problematiky a množství výsledků nebylo možné všechny zjištěné poznatky zpracovat v rámci jednoho příspěvku. Tento článek prezentuje výsledky zastoupení vybraných těžkých kovů v maticích povrchová voda a srážková voda, jež byly jímány jako podkorunová (throughfall) a celková mokrá depozice (bulk). Problematické PAU, podrobnějšímu hodnocení vztahů mezi zatížením jednotlivých složek životního prostředí a využívání biologických materiálů jako indikátoru antropogenních vlivů budou věnovány další samostatné příspěvky.

TĚŽKÉ KOVY V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ

Těžké kovy kvůli svým toxickým účinkům představují významný zdroj znečištění povrchových vod [5–7]. Směrodatné pro určení nebezpečnosti kovů pro životní prostředí jsou tři vlastnosti: odolnost, bioakumulace a toxicita. Těžké kovy, které jsou odolné a zároveň bioakumulativní, jsou nebezpečnější, protože se mohou akumulovat v organismech a transportovat z jednoho prostředí do jiného [8]. Z kovů, jež se v povrchové vodě vyskytují nejčastěji a představují riziko pro životní prostředí, lze jmenovat zejména rtuť, olovo, kadmium, nikl a arsen [9, 10]. Za jejich výskyt v prostředí jsou zodpovědné kromě přírodních příčin i antropogenní aktivity, zejména spalování fosilních paliv, průmyslové činnosti (metalurgie, povrchová úprava kovů a smaltování), používání barev a pigmentů a zemědělství [11, 12]. Emisemi se těžké kovy dostávají do atmosféry a ze vzduchu následně depozicí do vod a půd [13]. Sloučeniny kovů se v atmosféře vyskytují ve formě částic, které se sorbují na částice aerosolu. Množství kovů v aerosolu se mění v průběhu roku [14]. Dalšími faktory, jež ovlivňují množství kovů v atmosféře, jsou meteorologické podmínky, umístění lokality, možnosti dálkového transportu a množství emisí [15]. V atmosféře může probíhat kvůli vzdušným masám dálkový transport částic, proto lze nalézt vysoké hodnoty znečištění těžkými kovy i v místech bez přímého zdroje znečištění [16, 17]. Z atmosféry se těžké kovy přenášejí k zemskému povrchu depozicí, která je hnána gravitační silou a může probíhat prostřednictvím dvou mechanismů: suchou a mokrou depozicí. Suchá depozice je pomalejší a není závislá na srážkách, kdežto mokrá depozice je rychlejší a je ovlivněna množstvím srážek a rychlostí zachytu částic na povrch kapek [18].



POUŽITÉ METODY

V rámci projektu byly zkoumány a hodnoceny látky, jež způsobují nedosažení dobrého stavu vod a zároveň se u nich předpokládá významný přenos ovzduším. Tímto způsobem byly vybrány těžké kovy arsen (As), kadmium (Cd), rtuť (Hg), nikl (Ni) a olovo (Pb). Z hlediska kategorizace látek závadných pro vodní prostředí je třeba zmínit, že arsen náleží ke specifickým znečišťujícími látkám, ostatní kovy řešené v projektu k prioritním látkám, a kadmium a rtuť dokonce k prioritním nebezpečným látkám.

Pro porovnání přítomnosti vybraných prvků v různých složkách životního prostředí byly v modelových povodích prováděny odběry následujících matic:

- atmosférická mokrá depozice s prašným spadem na volné ploše (bulk) (měsíčně*),
- podkorunová depozice (throughfall) (měsíčně*),
- povrchová voda (měsíčně),
- říční sediment (2x v průběhu roku),
- humus – biologicky stabilní humifikační vrstva (H, Oh horizont), po odstranění opadu (Ol) a fermentačního horizontu (Of) v nadloží (1x – vzorky reprezentují delší časové období),
- mech (1x – vzorky reprezentují delší období).

Pozn.*: Pro stanovení zájmových polutantů v atmosférické depozici bylo potřeba získat dostatečný objem vzorků. V případech nedostatečného množství srážek byly vzorky odebírány po dvouměsíční expozici.

Ve vodních maticích byla zjišťována celková koncentrace As, Cd, Hg, Ni a Pb metodami hmotnostní spektrometrie a AAS-Hg. Bodové vzorky povrchové vody byly v první části projektu vyhodnocovány metodou ETA-AAS pro kovy a AMA 254 pro rtuť. To je i důvodem vyšších mezí stanovitelnosti u části výsledků (u povrchové vody v prvním půlroce sledování).



Obr. 1. Umístění pilotních lokalit

Fig. 1. Location of pilot areas

Pro řešení projektu byla vybrána modelová lesní mikropovodí, která vyhovovala monitorování všech výše uvedených matic a kde zároveň kromě vlivu vlastní atmosférické depozice nebyly přítomny další antropogenní zdroje znečištění. Jako pilotní území byla zvolena následující povodí:

- Oblast východně od ostravské a třinecké aglomerace, která je vzhledem k převládajícímu proudění vzduchu silně zatížena PAU a těžkými kovy z tamní energetiky a průmyslu, ale zároveň jde o hornatou a lesnatou oblast bez přírodních vypouštění do vodního toku. Modelová horní část povodí Suchého potoka ve východní části katastrálního území obce Bystřice má po bodu odběru vzorků rozlohu 0,462 km². Suchý potok je součástí povodí útvaru HOD_750 – Hlučová od pramene po ústí do Olše, který ve třetím plánovacím cyklu nedosahuje dobrého stavu z důvodu přítomnosti PAU. Jiná překročení NEK (normy environmentální kvality) nebyla zjištěna. Ve výsledných tabulkách je povodí podle nejbližší obce označováno Bystřice (BY).



Obr. 2. Srážkoměrné nádoby umístěné na lokalitě Bystřice

Fig. 2. Precipitation sampling in Bystřice pilot area

- Oblast Českomoravské vrchoviny, která je považována za území s čistým ovzduším, ovlivněným převážně jen lokálními topeništi. V této lokalitě se navíc v současné době rozšiřují oblasti s významnou těžbou dřeva po kůrovcové kalamitě. Je tedy možné sledovat, jakým způsobem se odlesnění a těžba podílí na splachu nebezpečných látek. Naopak bylo potřeba se vyhnout místům se současnou i minulou těžbou nerostných surovin. Modelové povodí Lesního potoka, přítoku Anenského potoka na severovýchodním okraji katastrálního území obce Košetice a nedaleké stejnojmenné meteorologické stanice, má po bod odběru rozlohu 0,292 km². Potok je součástí povodí útvaru DVL_0440 Martinický potok, který dosahoval v druhém i třetím cyklu dobrého chemického stavu a NEK pro vybrané látky nebyly překročeny. Ve výsledných tabulkách je povodí podle nejbližší obce označováno Košetice (KO).
- Oblast Jizerských hor, jež byla v minulosti silně zasažena zejména emisemi kadmia a dalších kovů z blízkého sklářského průmyslu a případně z uhelných elektráren na polské straně Jizerských hor (v posledních letech ale došlo ke zlepšení stavu ovzduší). Modelové povodí Hřebového (někdy také Hřebenového) potoka, který je levostranným přítokem vodní nádrže Souš v k. ú. obcí Desná a Kofenov, má po bod odběru rozlohu 1,029 km². Potok leží v povodí vodního útvaru HSL_1896_J – Nádrž Souš na toku Černá Desná, který ve druhém plánovacím cyklu nedosahoval dobrého chemického stavu z důvodů překročených NEK pro kadmium, ve třetím cyklu nebyl klasifikován. Ve výsledných tabulkách je povodí podle nejbližší obce označováno Desná (DE).

V těchto lokalitách byly v blízkosti vodoteče umístěny srážkoměrné nádoby a vždy na konci daného období byl odebrán směsný vzorek srážek (zachycený za celé období jednoho, případně dvou měsíců). Pro podkorunovou expozici (throughfall) byl vybrán jehličnan (ve všech třech lokalitách smrk), protože jímání srážek bylo prováděno i v zimním období. Svrchní část srážkoměrů byla v období bez sněhu opatřena ochrannou sítí, aby se spad hrubých pevných částic ani hmyz nedostaly do jímání vodní fáze. Objem zachycených srážek byl měřen. Každá odběrová kampaň byla fotograficky dokumentována. Současně

s odběrem srážek byl v blízkosti srážkoměrné stanice proveden bodový odběr povrchové vody z vodního toku. Instalace srážkoměrů první vzorkovací kampaně proběhla ve dnech 6. října 2020 (BY), 7. října 2020 (KO) a 8. října 2020 (DE).

K jednotlivým kampaním byl připojen údaj o množství srážek získaný od Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a potvrzený vlastním měřením v daných lokalitách. Průtok ve vodním toku v době odběru vzorků byl proveden odhadem, analogií podle průtoků na nejbližších vodoměrných stanicích ČHMÚ. Poměr průtoku ve sledovaném bodě experimentální lokality a na nejbližší vodoměrné stanici byl roven poměru rozloh povodí daných bodů.



Obr. 3. Hřebový potok v lokalitě Desná

Fig. 3. Locality Desná – Hřebový stream



Obr. 4. Nádoba na zachycení srážek typu bulk pro analýzu kovů v pilotním území Košetice (vlevo: stav 6. listopadu 2020, vpravo: stav 7. ledna 2021)

Fig. 4. Bulk precipitation sampling in Košetice pilot locality (left: state 6 November 2020, right: state 7 January 2021)

Tab. 1. Množství srážek a průtoky v době měření na jednotlivých lokalitách
Tab. 1. Monthly precipitation amounts and flows at the time of measurement at individual sites

Kampaň	Datum		Srážky [mm]			Průtok [m³.s⁻¹]		
	DE, BY	KO	BY	DE	KO	BY	DE	KO
1	5. 11. 2020	6. 11. 2020	190,8	176,6	55,9	0,19	0,021	0,0008
2	7. 12. 2020	8. 12. 2020	22	35,1	9,2	0,003	0,033	0,0005
3	6. 1. 2021	7. 1. 2021	51	58,7	27,1	0,007	0,009	0,0004
4	5. 2. 2021	6. 2. 2021	122,2	124,3	65,1	0,018	0,118	0,0024
5	5. 3. 2021	8. 3. 2021	90,1	24,8	10	0,017	0,201	0,0014
6	6. 4. 2021	7. 4. 2021	89,6	73,9	21,2	0,012	0,026	0,0008
7	6. 5. 2021	7. 5. 2021	151,8	89,1	42,2	0,008	0,096	0,0008
8	7. 6. 2021	8. 6. 2021	179,2	88	86,8	0,005	0,182	0,0008
9	7. 7. 2021	8. 7. 2021	75,5	100,6	69,1	0,001	0,014	0,0015
10	6. 8. 2021	9. 8. 2021	192,1	164,2	126,9	0,001	0,016	0,001
11	6. 9. 2021	7. 9. 2021	224,8	144,6	19,9	0,017	0,011	0,0004
12	6. 10. 2021	7. 10. 2021	83,2	74,4	31,9	0,025	0,066	0,0004
Celkové srážky [mm]	-	-	1 472,3	1 154,3	565,3	-	-	-
Průměrný průtok [m³.s⁻¹]	-	-	-	-	-	0,025	0,066	0,0009

Výjimkou byla lokalita v Košetících, kde byl převzat údaj z pravidelných měření prováděných ČHMÚ.

Na základě množství srážek a zjištěných koncentrací sledovaných parametrů znečištění ve srážkách byl vypočten odhad celkového spadu pro dané experimentální povodí podle vzorce:

$RS = \sum Sx \cdot Cx$

kde RS je roční spad v daném povodí
Sx množství srážek v daném měsíci na plochu povodí
Cx koncentrace znečišťující látky ve vzorku typu throughfall daného měsíce

Odhad ročního látkového odnosu vodotečí pro danou znečišťující látku by vypočten na základě vypočteného průtoku a zjištěných koncentrací podle vzorce:

$LOD = \sum Qx \cdot Cx \cdot d$

kde LOD je látkový odnos
Qx okamžitý průtok v době odběru
Cx koncentrace látky v bodovém vzorku
d délka období, k němuž je hodnota vztažena, v tomto případě jeden měsíc

Hodnoty pod mezí stanovitelnosti nebyly do průměru započítány, pro účely výpočtu látkového odnosu byl místo koncentrací pod mezí stanovitelnosti použit průměr ze skutečně naměřených hodnot v případě, že byl tento menší než mez stanovitelnosti, a mez stanovitelnosti v případě, že byl průměr ostatních hodnot vyšší. Obvyklý postup s využitím poloviny meze stanovitelnosti nebyl použit, protože porovnání výsledků obou metod stanovení ukazují na velkou relativní chybu tohoto postupu.

VÝSLEDKY

Vzhledem k rozdílným vlastnostem sledovaných látek jsou výsledky pro každý kov uvedeny samostatně. Informativně je pro srovnání uveden limit dobrého stavu povrchových vod vycházející ze Směrnice 39/2013/EU [19] v případě prioritních látek niklu, kadmia, olova a rtuti a z metodiky hodnocení ekologického stavu povrchových vod [20] v případě arsenu. Hodnota NEK znamená, jak již bylo zmíněno, normu environmentální kvality, rp roční průměr a hodnota NEK npk nejvyšší přípustnou koncentraci. Dále je uveden počet útvarů povrchových vod, u kterých byl překročen limit pro dobrý stav při vyhodnocení pro druhé, resp. třetí plány povodí. Celkový počet útvarů povrchových vod činí 1 121, resp. 1 118 v druhém a třetím plánovacím cyklu. Počet nevyhovujících útvarů vypovídá o významu látky z hlediska hodnocení stavu povrchových vod. Významné rozdíly mezi vyhodnocením v druhém a třetím cyklu u niklu a olova jsou způsobeny mimo jiné i změnami v metodikách hodnocení, tedy využitím stanovení biodostupnosti kovů v hodnocení chemického stavu pro třetí plánovací cyklus. Metodikami a výsledky vyhodnocení stavu se zabývá podrobněji [3]. V tab. 2–6 jsou červenou barvou označeny hodnoty, které jsou vyšší, než jsou hodnoty norem environmentální kvality pro dobrý stav povrchových vod. Přitom je nutno zdůraznit, že normy environmentální kvality jsou v případě Ni, Cd a Hg stanoveny pro rozpuštěnou formu kovů, zatímco v rámci projektu byla sledována jejich celková koncentrace, vyznačení hodnot nad NEK je tedy pouze orientační. Průměrná roční hodnota je porovnávána s hodnotou NEK rp, měření v jednotlivých měsících s hodnotou NEK npk.

Tab. 2. Výsledky měření celkového olova v povrchové vodě a ve srážkách
 Tab. 2. Lead concentrations in surface and precipitation water

Pb [μg.l ⁻¹]	Bystřice			Desná			Košetice		
Kampaň	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall
1	1,11	0,584	1,503	< 1,0	0,153	0,991	< 1,0	0,775	0,307
2	< 1,0	1,712	2,094	< 1,0	0,237	1,388	< 1,0	-	-
3	< 1,0	0,828	2,627	< 1,0	0,398	1,702	4,85	0,315	0,381
4	< 1,0	1,832	1,893	< 1,0	0,506	0,913	2,74	0,688	0,695
5	< 1,0	2,33	4,35	< 1,0	0,376	1,22	< 1	-	-
6	< 1,0	1,839	4,711	< 1,0	0,525	2,846	< 1	0,584	0,640
7	< 1,0	0,620	2,302	1,63	0,292	1,764	1,87	0,591	1,141
8	1,934	0,555	2,020	0,664	0,252	2,819	0,501	0,374	0,865
9	0,114	0,745	2,959	1,098	0,285	1,899	0,509	0,136	0,319
10	1,85	0,692	6,11	2,41	0,194	1,39	0,528	0,154	0,632
11	0,512	0,495	0,841	1,03	0,152	1,59	1,38	0,725	0,272
12	0,013	0,065	0,076	1,434	0,194	0,868	0,059	0,083	0,136
Průměr	0,922	1,025	2,624	1,378	0,297	1,616	1,554	0,444	0,534

Tab. 3. Výsledky měření celkového niklu v povrchové vodě a ve srážkách
 Tab. 3. Nickel concentrations in surface and precipitation water

Ni [µg.l ⁻¹]	Bystřice			Desná			Košetice		
Kampaň	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall
1	< 2,0	0,562	2,808	< 2,0	0,032	0,474	5,59	0,933	0,972
2	< 2,0	0,217	1,334	< 2,0	0,117	1,187	2,7	-	-
3	< 2,0	0,0789	0,0861	< 2,0	0,0861	1,2917	12,2	0,1461	0,9165
4	< 2,0	0,180	0,537	< 2,0	0,223	0,286	7,41	0,376	0,668
5	< 2,0	0,249	1,625	< 2,0	0,132	0,781	8,09	-	-
6	< 2,0	0,262	1,105	< 2,0	0,467	1,682	5,19	0,911	0,723
7	< 2,0	0,269	0,560	< 2,0	0,141	0,610	4,1	0,306	1,243
8	1,04	0,184	0,560	0,342	0,493	2,814	6,77	0,197	0,905
9	0,536	0,344	1,053	0,333	0,180	1,704	7,63	0,353	0,852
10	0,822	0,294	0,825	0,570	0,169	0,999	6,653	0,215	0,993
11	0,238	0,067	0,371	0,346	0,055	1,142	8,624	1,469	1,455
12	0,207	0,086	0,201	0,271	0,157	1,522	4,156	0,347	1,696
Průměr	0,569	0,233	0,922	0,372	0,188	1,208	6,593	0,526	1,005

Tab. 4. Výsledky měření celkového arsenu v povrchové vodě a ve srážkách
Tab. 4. Arsenic concentrations in surface and precipitation water

As [µg.l ⁻¹]	Bystřice			Desná			Košetice		
Kampaň	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall
1	< 1,0	0,107	0,218	< 1,0	0,085	0,371	< 1,0	0,122	0,205
2	< 1,0	0,322	0,705	< 1,0	0,082	0,715	1,1	-	-
3	< 1,0	0,119	0,487	< 1,0	0,092	1,958	1,29	0,104	0,098
4	< 1,0	0,319	0,455	1,03	0,191	0,313	< 1,0	0,124	0,165
5	< 1,0	0,449	0,888	1,03	0,210	0,352	< 1,0	-	-
6	< 1,0	0,457	1,077	< 1,0	0,228	0,758	< 1,0	1,033	0,385
7	< 1,0	0,173	0,422	1,02	0,078	0,425	< 1,0	0,185	0,410
8	0,265	0,166	0,318	0,701	0,108	0,863	0,425	0,111	0,210
9	0,212	0,121	0,605	1,075	0,089	0,931	0,491	0,081	0,150
10	0,301	0,109	0,308	1,597	0,058	0,376	0,476	0,050	0,129
11	0,194	0,046	0,141	0,821	0,034	0,551	0,585	0,102	0,224
12	0,393	0,113	0,136	1,089	0,067	0,530	0,377	0,089	0,328
Průměr	0,273	0,208	0,480	1,045	0,110	0,678	0,607	0,262	0,232

Tab. 5. Výsledky měření celkového kadmia v povrchové vodě a ve srážkách (barevné označení hodnot nad NEK vychází z limitu pro třídu tvrdosti 1, tedy měkkou až velmi měkkou vodu)
Tab. 5. Cadmium concentrations in surface and precipitation water (concentrations above EQS hardness class 1 in red, annual mean is compared with AA EQS, monthly concentrations with MAC EQS)

Cd [µg.l ⁻¹]	Bystřice			Desná			Košetice		
Kampaň	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall
1	< 0,1	0,035	0,0467	0,23	0,033	0,072	< 0,1	0,045	0,035
2	< 0,1	0,088	0,208	0,23	0,027	0,344	< 0,1	-	-
3	< 0,1	0,021	0,268	< 0,1	0,025	0,477	< 0,1	0,019	0,025
4	< 0,1	0,045	0,135	0,21	0,041	0,107	< 0,1	0,049	0,047
5	< 0,1	0,121	0,504	0,19	0,033	0,170	-	-	-
6	< 0,1	0,235	0,712	0,2	0,033	0,204	< 0,1	0,081	0,036
7	< 0,1	0,073	0,200	0,16	0,020	0,251	< 0,1	0,075	0,113
8	0,108	0,039	0,113	0,103	0,026	0,300	0,037	0,026	0,046
9	0,034	0,050	0,194	0,107	0,021	0,202	0,041	0,072	0,040
10	0,091	0,105	0,134	0,272	0,041	0,110	0,036	0,095	0,059
11	0,037	0,048	0,023	0,122	0,010	0,129	0,038	0,039	0,014
12	0,056	0,0679	0,012	0,256	0,018	0,129	0,020	0,0164	0,027
Průměr	0,065	0,077	0,213	0,189	0,027	0,208	0,034	0,051	0,042

Olovo

Hlavním zdrojem olova ve vodách je nyní především průmysl a dříve i doprava, přičemž významnou cestou jeho průniku do vodního prostředí je přenos prostřednictvím ovzduší. Po zákazu používání olovnatých paliv v roce 2001 se olovo dále dostává do vod vymýváním z kontaminované půdy. Limity dobrého stavu pro povrchové vody: NEK rp = 1,2 µg.l⁻¹, NEK npk = 14 µg.l⁻¹. Počet útvarů povrchových vod nesplňujících NEK v ČR v druhém/třetím plánovacím cyklu je 43/4.

Nikl

Vyskytuje se přirozeně v zemské kůře a je přítomen i v půdě. Může být emitován sopečnou činností. V průmyslu je nikl často využíván při výrobě baterií, v metalurgii a při výrobě elektroniky. V ovzduší se nikl vyskytuje hlavně v důsledku spalování fosilních paliv. Do vody se dostává převážně vymýváním z hornin a sedimentů. Limity dobrého stavu pro povrchové vody: NEK rp= 4 µg.l⁻¹, NEK npk= 34 µg.l⁻¹. Počet útvarů povrchových vod nesplňujících NEK v ČR v druhém/třetím plánovacím cyklu je 175/5.

Arsen

Přirozeně se vyskytuje v zemské kůře, může být též přítomen v rudných ložiscích uhlí. Do vody se může dostávat z důlních vod, do ovzduší pak spalováním některých druhů uhlí. Limit dobrého stavu pro povrchové vody: NEK rp = 11 µg.l⁻¹. Počet útvarů povrchových vod nesplňujících NEK v ČR v druhém/třetím plánovacím cyklu je 8/13.

Kadmium

Kadmium je v přírodě poměrně málo běžným prvkem. Do ovzduší se může dostat vulkanickou činností, při požárech nebo s prachovými částicemi při větrné erozi či spalováním fosilních paliv. V průmyslu se v omezené míře využívá při výrobě baterií, keramiky, elektroniky a textilních výrobků. Do povrchových vod proniká hlavně v rámci průmyslově vypouštěných vod a vod z důlní těžby neželezných kovů nebo přenosem z ovzduší.

Tab. 6. Výsledky měření celkové rtuti v povrchové vodě a ve srážkách. Barevně jsou vyznačeny hodnoty přesahující limit NEK pro povrchové vody

Tab. 6. Mercury concentrations in surface and precipitation water. Values exceeding the environmental quality standard limit for surface water are marked in red

Hg [µg/l]	Bystřice			Desná			Košetice		
Kampaň	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall	tok	bulk	throughfall
1	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	0,175	0,036
2	< 0,05	0,153	0,23	< 0,05	0,29	0,305	< 0,05	-	-
3	< 0,05	< 0,006	0,04	< 0,05	< 0,006	0,07	< 0,05	< 0,006	< 0,006
4	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	< 0,006	< 0,006
5	< 0,05	280	27,5	< 0,05	15	13,8	< 0,05	-	-
6	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	0,35	< 0,006
7	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	< 0,006	< 0,006	< 0,05	< 0,006	< 0,006
8	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
9	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
10	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
11	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
12	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,067	0,087	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006

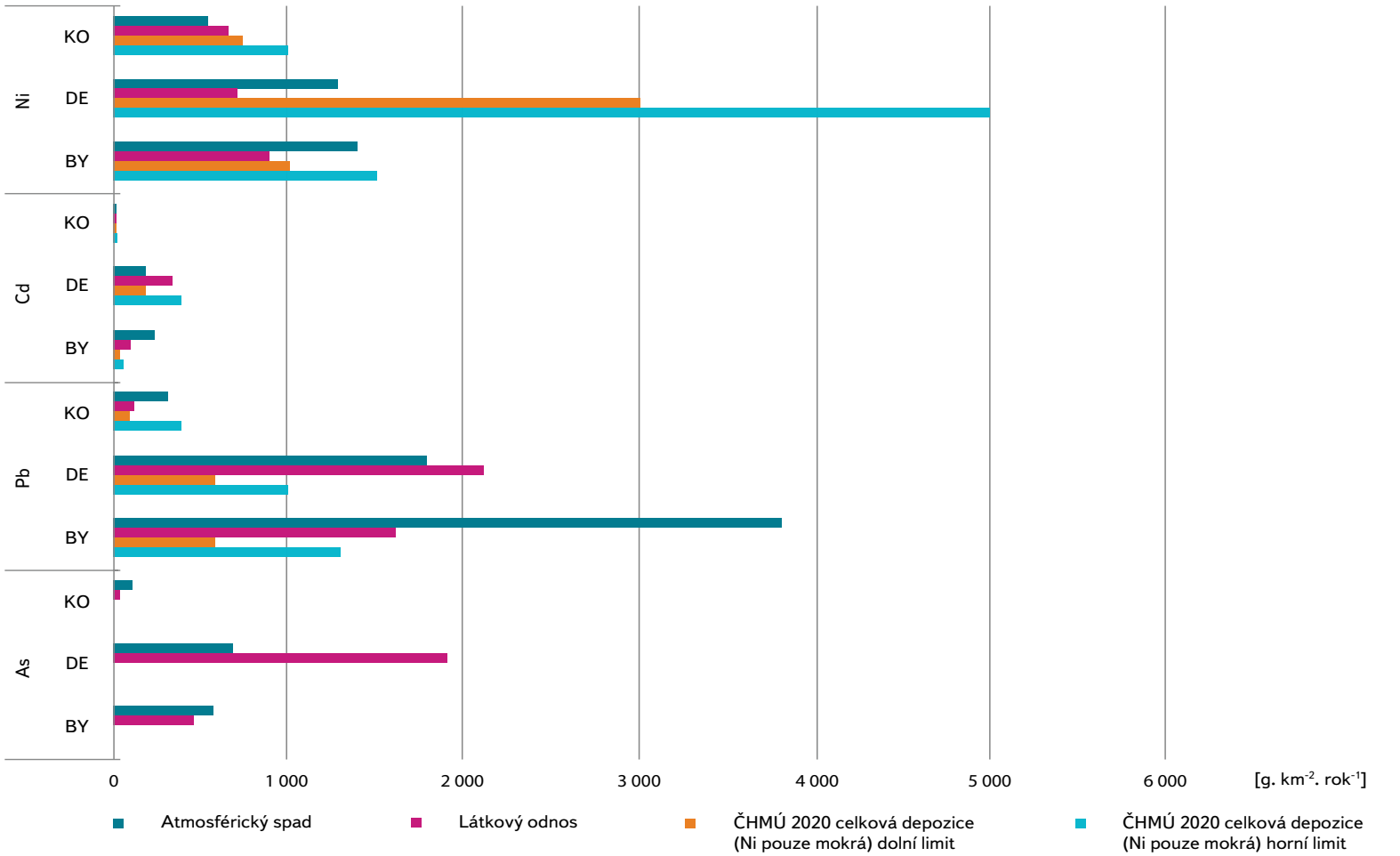
Tab. 7. Orientační srovnání koncentrací vybraných kovů v dalších sledovaných maticích

Tab. 7. Calculated annual atmospheric deposition and runoff in pilot areas

[mg.kg ⁻¹]	Potoční sediment			Mech			Humus		
	BY	DE	KO	BY	DE	KO	BY	DE	KO
As	6,07	17,00	10,82	0,19	0,15	0,14	8,35	10,53	5,86
Cd	0,66	0,30	0,59	0,74	0,28	0,13	1,23	0,80	0,37
Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,05	0,03	0,03	0,39	0,37	0,37
Ni	16,05	8,21	62,33	0,85	0,83	0,98	8,72	7,65	7,41
Pb	30,25	42,50	29,77	8,39	2,56	1,48	127,00	74,87	45,07

Tab. 8. Výpočet celkového spadu a látkového odnosu v daných lokalitách
Tab. 8. Calculation of atmospheric deposition and riverin load in pilot areas

Látka	As			Pb			Cd			Ni		
Lokalita	BY	DE	KO	BY	DE	KO	BY	DE	KO	BY	DE	KO
Atmosférický spad [g.rok ⁻¹]	269	718	34	1 763	1 849	97	116	207	8	649	1 334	161
Atmosférický spad na jednotku plochy [g.km ⁻² .rok ⁻¹]	583	697	115	3 817	1 797	331	250	201	27	1 404	1 296	553
ČHMÚ 2020 celková depozice [Ni pouze mokrá]	-	-	-	600–1 300	600–1 000	100–400	55–70	200–400	15–35	1 000–1 500	3 000–5 000	750–1 000
Látkový odnos [g.rok ⁻¹]	219	1 982	17	752	2 191	40	50	364	1	417	739	195
Látkový odnos na jednotku plochy [g.km ⁻² .rok ⁻¹]	474	1 926	57	1 628	2 129	138	108	354	3	903	718	667
Poměr odnosu a spadu [%]	81	276	49	43	118	42	43	176	13	64	55	121



Obr. 5. Výpočet atmosférického spadu a látkového odnosu na jednotku plochy
Fig. 5. Calculation of atmospheric deposition and riverin load per area

Limity dobrého stavu pro povrchové vody v závislosti na třídách její tvrdosti: NEK rp = ≤ 0,08 (třída 1), 0,08 (třída 2), 0,09 (třída 3), 0,15 (třída 4), 0,25 (třída 5), NEK npk = ≤ 0,45 (třída 1), 0,45 (třída 2), 0,6 (třída 3), 0,9 (třída 4) a 1,5 (třída 5) µg.l⁻¹.

Počet útvarů povrchových vod nesplňujících NEK v ČR v druhém/třetím plánovacím cyklu je 56/26.

Rtut'

Vyskytuje se přirozeně v horninách a půdách. Z globálního hlediska odráží zvýšený výskyt rtuti zóny recentní i dřívější tektonické a vulkanické aktivity.

Zvýšená koncentrace rtuti v přírodních vodách bývá důsledkem antropogenního znečištění. Sloučeniny rtuti mohou být obsaženy v odpadních vodách z některých druhů výrob, do ovzduší se může dostat spalováním fosilních paliv nebo větrným odnosem při povrchové těžbě.

Rtut' má vysoký kumulační potenciál, a to především v sedimentech a ve vodní flóře a fauně. Limit dobrého stavu pro povrchové vody: NEK npk = 0,07 µg.l⁻¹.

Počet útvarů povrchových vod nesplňujících NEK v ČR v druhém/třetím plánovacím cyklu je 75/95.

Tab. 7 uvádí porovnání hodnot naměřených v ostatních sledovaných maticích. Jde o průměrné hodnoty ze dvou až tří měření v případě potočního sedimentu a ze tří lokalit v každém povodí v případě mechu a humusu. Metodologie a podrobnější výsledky budou publikovány v dalším připravovaném článku, i souhrnné údaje však naznačují zvýšenou úroveň spadů u olova a kadmia v průmyslových lokalitách Desná a Bystřice a naopak relativně rovnoměrnou úroveň spadů u niklu, arsenu a rtuti.

Tab. 8 a obr. 5 uvádějí přehled vypočteného atmosférického spadů a látkového obsahu absolutně i relativně na jednotku plochy v experimentálních lokalitách a porovnávají je s hodnotami uváděnými ČHMÚ [21].

Ze srovnání vypočtených relativních hodnot vyplývá, že nejvyšších hodnot spadů i látkového odtoku dosahují koncentrace olova, případně niklu, zatímco nižší hodnoty byly potvrzeny u kadmia.

Pro velikosti koncentrací jednotlivých látek v relativním atmosférickém spadů platí pořadí Pb > Ni > As > Cd s výjimkou Košetic, kde na prvním místě figuruje nikl (Ni > Pb > As > Cd). Pořadí velikosti látkového obsahu se v každé lokalitě různí, společně zůstávají nejnižší hodnoty v případě kadmia.

Košetice: Ni >> Pb > As >> Cd

Desná: Pb > As > Ni > Cd

Bystřice: Pb > Ni > As > Cd

DISKUZE

Provedená měření potvrzují, že znečištění srážek je v případě některých kovů srovnatelné se znečištěním povrchových vod. U znečištění srážek ani povrchové vody nebyla v případě kovů zaznamenána významná sezonnost. Je třeba poznamenat, že u povrchové vody je výsledek ovlivněn vysokou mezí stanovitelnosti v první polovině ročního sledování. Vypočtený atmosférický spád je porovnatelný s vypočteným látkovým odnosem v daném povodí, přestože oba výpočty jsou zatíženy značnou mírou nejistoty. Vyšší látkový obsah než spád byl podle očekávání zaznamenán na lokalitě Desná, kde se předpokládá vyšší zatížení vybranými kovy v minulosti. Bližší souvislosti bude možné vyhodnotit se zapojením hodnocení dalších sledovaných matic v experimentálních lokalitách.

Specifická zhodnocení pro jednotlivé kovy:

Olovo

Koncentrace olova se v dlouhodobém horizontu snižují [22] jak v ovzduší, tak i v povrchové vodě. Vypočtený atmosférický spád lze srovnat s hodnotami stanovenými v rámci jiných projektů, např. [7] uvádí na dvou lokalitách v Krkonoších v roce 2003 spád 5,8, resp. 9,3 kg.km⁻².rok⁻¹. Porovnáním s hodnotou vypočteného spadů na lokalitě Desná 1,797 kg.km⁻².rok⁻¹ to vypovídá o tom, že v uplynulých 17 letech došlo k významnému snížení depozice olova.

Koncentrace olova ve srážkách je srovnatelná s jeho koncentrací v povrchové vodě, v lokalitách zasažených průmyslem (zvláště metalurgickým zpracováním neželezných kovů) však může být i vyšší. Samotné koncentrace ve srážkách typu throughfall potom mohou dosahovat úrovně hodnot NEK, což by v případě dopadu na vodní plochu nebo v případě, kdy jsou srážkové vody odváděny do povrchových vod bez interakce s prostředím, představovalo riziko, pokud by šlo o rozpuštěnou formu olova ve srážkové vodě.

Vypočtený spád odpovídá hodnotám uváděným ČHMÚ pro rok 2020 v lokalitě Košetice, v ostatních lokalitách je vyšší, což může být způsobeno lokálními podmínkami (např. v lokalitě Bystřice byla vybrána zvláště exponovaná lokalita, ČHMÚ naopak pracuje s modelovanou sítí o kroku 1 km), případně časovým posunem (ČHMÚ rok 2020, měření v rámci projektu 10/2020–9/2021).

Nikl

Ve sledovaných lokalitách nebyly zjištěny zvýšené koncentrace niklu ve srážkách. V pilotním povodí Košetice byly odhaleny zvýšené koncentrace niklu v povrchové vodě, výrazný vnos niklu na lokalitě ze srážek se nepotvrdil. Dá se tedy předpokládat, že znečištění povrchové vody v lokalitě Košetice pochází z jiného zdroje, než je současná atmosférická depozice, čemuž odpovídá i vyhodnocení dalších matic.

Vypočtený spád odpovídá hodnotám udávaným ČHMÚ v lokalitě Bystřice, v lokalitách Desná a Košetice byly hodnoty vypočtené z dat získaných v rámci projektu nižší.

Arsen

Hodnoty ve srážkách v lokalitách ovlivněných těžbou a spalováním uhlí jsou vyšší, avšak hluboko pod hodnotou NEK pro povrchové vody. Nejvyšší hodnoty v povrchové vodě byly zachyceny na Desné, kde lze předpokládat vyšší zatížení v minulosti.

Kadmium

Nejnižší koncentrace ve srážkách i v povrchové vodě byly podle očekávání naměřeny v málo zatíženém povodí Košetice, jež sloužilo jako referenční lokalita ke zbývajícím dvěma. Vyšší koncentrace ve srážkách byly naměřeny v Bystřici a Desné, tedy lokalitách ovlivněných průmyslem a spalováním uhlí. Tyto zjištěné koncentrace jsou vyšší než hodnoty NEK pro povrchovou vodu, pokud neuvažujeme limitní hodnoty určené pro nejvyšší třídu tvrdosti a platnost hodnot NEK pro rozpuštěnou formu kadmia. Zatímco v lokalitě Bystřice byl zachycen nejvyšší spád, ale nižší látkový obsah, v Desné byl látkový obsah Hřebovým potokem naopak vyšší. Příčinou bude pravděpodobně vyšší zátěž daného území kadmii v minulosti z blízkých zdrojů znečištění ovzduší (sklářský průmysl) s kumulací tohoto znečištění ve svrchních vrstvách půdy.

Vypočtený spád odpovídá hodnotám uváděným ČHMÚ, s výjimkou lokality Bystřice, kde je výrazně vyšší.

Rtuť

Vzhledem k častým hodnotám pod mezí stanovitelnosti nebylo možné stanovit celkový spád nebo látkový odnos. Rtuť se na modelových územích v povrchové vodě vyskytla pouze jednou (Desná) v koncentraci těsně pod limitem NEK. Ve srážkách můžeme sledovat dvě epizody, kdy byla rtuť měřitelná, dokonce na více lokalitách zároveň. Otázkou je kampaň ukončená na začátku listopadu 2020, kdy se vyskytla zvýšená koncentrace rtuti na lokalitě Košetice. Na ostatních dvou územích se zvýšené koncentrace vyskytly až v prosincové kampani, musíme však uvážit, že kampaň v Košetích byla uzavírána vždy o den později oproti ostatním dvěma lokalitám. U březnové kampaně se naopak zvýšené koncentrace rtuti v Košetích vyskytují později a v nižších hodnotách – tady jde ovšem v důsledku nedostatku srážek o vzorek odebraný po dvouměsíční expozici. Tyto zvýšené koncentrace rtuti korelují s přechodem prachu ze Saharské pouště přes území ČR, přičemž v literatuře je potvrzeno [23], že oblasti vystavené pravidelně těmto jevům jsou zároveň více zatíženy rtutí. Výskyt rtuti v povrchové vodě je sporadický. Přesto vlivem vysokého bioakumulačního potenciálu dochází k jejímu významnému zastoupení v biotě, provázenému nedosahováním dobrého chemického stavu povrchových vod. Tento problém však není specifikem pouze České republiky, ale vzhledem k fyzikálně-chemickým vlastnostem rtuti a jejímu chování v rámci životního prostředí je problémem celosvětovým.

ZÁVĚR

Řešením projektu bylo potvrzeno, že znečištění ovzduší může mít prostřednictvím atmosférické depozice významný vliv na kvalitu povrchových vod. Podstatnou roli hraje také charakteristika prostředí včetně historické depozice. Toto riziko se projevuje zejména u olova a kadmia. U arsenu a niklu naopak ve zvolených lokalitách atmosférická depozice zřejmě ohrožení kvality povrchové vody nepředstavuje. Zvláštními vlastnostmi se vyznačuje rtuť, která kromě toho, že vyžaduje složitější laboratorní zpracování, vykazuje také mnohem výraznější výkyvy hodnot. Zejména ve srážkách se může množství rtuti měnit zásadním způsobem, zřejmě i v souvislosti se vzdálenými vnějšími vlivy.

Podrobnější popis zastoupení kovů ve sledovaných matricích v rámci tohoto projektu a vazeb mezi znečištěním jednotlivých složek životního prostředí přineseme v některém z dalších článků. Všechny dosavadní výstupy jsou dostupné na stránkách projektu [22].

Poděkování

Tento článek byl podpořen grantem TA ČR SS01010231 „Dopady atmosférické depozice na vodní prostředí se zohledněním klimatických podmínek“.

Literatura

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.
- [2] TUŠIL, P., RICHTER, P., VYSKOČ, P., DURČÁK, M., FILIPPI, R. Hodnocení stavu útvarů povrchových vod v České republice za období 2013–2015. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2018, 60(6), s. 26–33. ISSN 0322-8916.
- [3] MIČANÍK, T., VYSKOČ, P., PRCHALOVÁ, H., POLÁŠEK, M., NĚMEJCOVÁ, D., DURČÁK, M., RICHTER, P. Hodnocení stavu útvarů povrchových vod v České republice pro 3. plánovací období plánů povodí. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2020, 62(6), s. 4–18. ISSN 0322-8916.
- [4] VYSKOČ, P., PRCHALOVÁ, H., MIČANÍK, T., ROSENDORF, P., KRISTOVÁ, A., SVOBODOVÁ, J., KODEŠ, V. *Metodika hodnocení dopadu emisí na vodní prostředí. Certifikovaná metodika*. 2014. 166 s.
- [5] EDELSTEIN, M., BEN-HUR, M. Heavy Metals and Metalloids: Sources, Risks and Strategies to Reduce their Accumulation in Horticultural Crops. *Scientia Horticulturae*. 2018, 234, s. 431–444. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.039>
- [6] FFANG, T., YANG, K., LU, W., CUI, K., LI, J., LIANG, Y., HOU, G., ZHAO, X., LI, H. An Overview of Heavy Metal Pollution in Chaohu Lake, China: Enrichment, Distribution, Speciation, and Associated Risk under Natural and Anthropogenic Changes. *Environmental Science Pollution Research*. 2019, 26, s. 29585–29596. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06210-x>
- [7] BUDSKÁ, E. Atmosférická depozice ekologicky významných látek na stanicích Hříběcí boudy a Rýchory v Krkonoších v roce 2003. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* 2004, 46(3), s. 8. ISSN 0322-8916.
- [8] DE FOREST, K. D., BRIX, K. V., ADAMS, W. J. Assessing Metal Bioaccumulation in Aquatic Environments: The Inverse Relationship between Bioaccumulation Factors, Trophic Transfer Factors and Exposure Concentration. *Aquatic Toxicology*. 2007, 84(2), s. 236–246. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2007.02.022>
- [9] ALLAJBUE, S., QARRI, F., MARKU, E., BEKTESHI, L., IBRO, V., FRONTASYEVA, M. V., STAFILOV, T., LAZO, P., Contamination Scale of Atmospheric Deposition for Assessing Air Quality in Albania Evaluated from Most Toxic Heavy Metal and Moss Biomonitoring. *Air Quality. Atmosphere & Health*. 2017, 10, s. 587–599. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11869-016-0453-9>
- [10] VYSKOČ, P., PRCHALOVÁ, H., MIČANÍK, T., ROSENDORF, P., KRISTOVÁ, A., SVOBODOVÁ, J. Postupy hodnocení významnosti zdrojů a cest emisí znečišťujících látek do vody. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2014, 56(1), s. 2–6. ISSN 0322-8916.
- [11] LIU, L., LI, W., SONG, W., GUO, M. Remediation Techniques for Heavy Metal-Contaminated Soils: Principles and Applicability. *Science of The Total Environment*. 2018, 633, s. 206–219. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.161>
- [12] MÜLLER, A., ÖSTERLUND, H., MARSALEK, J., VIKLANDER, M. The Pollution Conveyed by Urban Runoff: A Review of Sources. *Science of The Total Environment*. 2020, 709, 136125. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125>
- [13] CHEN, L., ZHOU, S., WU, S., WANG, C., HE, D. Concentration, Fluxes, Risks, and Sources of Heavy Metals in Atmospheric Deposition in the Lihe River Watershed, Taihu Region, Eastern China. *Environmental Pollution*. 2019, 255(2), 113301. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113301>
- [14] KIM, J. E., HAN, Y. J., KIM, P. R., HOLSEN, T. M. Factors Influencing Atmospheric Wet Deposition of Trace Elements in Rural Korea. *Atmospheric Research*. 2012, 116, s. 185–194. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.04.013>
- [15] POPOOLA, L. T., ADEBANJO, S. A., ADEOYE, B. K. Assessment of Atmospheric Particulate Matter and Heavy Metals: A Critical Review. *International Journal Environmental Science and Technology*. 2018, 15, s. 935–948. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1454-4>
- [16] SCHULTOW, A., SCHRÖDER, W., NICKEL, S. Atmospheric Deposition and Element Accumulation in Moss Sampled across Germany 1990–2015: Trends and Relevance for Ecological Integrity and Human Health. *Atmosphere*. 2021, 12(2), s. 193. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/atmos12020193>
- [17] SUCHARA, I., FLOREK, M., GODZIK, B., MAŇKOVSKÁ, B., RABNECZ, G., SUCHAROVÁ, J., TUBA, Z., KAPUSTA, P. Mapping of Main Sources of Pollutants and their Transport in the Visegrad Space. Part 1: Eight Toxic Metals. Praha: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., 2007, s. 127. ISBN 978-80-85116-53-3. ISBN 978-80-85116-55-7. ISBN 978-80-85116-54-0.
- [18] WRIGHT, L. P., ZHANG, L., CHENG, I., AHERNE, J., WENWORTH, G. R. Impacts and Effects Indicators of Atmospheric Deposition of Major Pollutants to Various Ecosystems – A Review. *Aerosol and Air Quality Research*. 2018, 18(8), s. 1953–1992. Dostupné z: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.03.0107>
- [19] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 39/2013/EU ze dne 12. srpna 2013, kterou se mění směrnice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokud jde o prioritní látky v oblasti vodní politiky.
- [20] DURČÁK, M. *Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) – specifické znečišťující látky. Metodika VÚV TGM, v. v. i. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2011. 11 s.*
- [21] Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020. Zpráva ČHMÚ, část IX. Atmosférická depozice na území České republiky. (vid. 4. květen 2022). Dostupné z: s://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/20_09_depозice_v3.pdf
- [22] Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020. Zpráva ČHMÚ, část těžké kovy. (vid. 4. květen 2022).ps://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/20_04_6_tezke_kovy_v3.pdf

[23] Bailey, N. *Saharan Dust as a Mercury Transport Vector. A Thesis Submitted to the Faculty of Graduate Studies of the University of Manitoba*. Winnipeg: Department of Environment and Geography University of Manitoba, 2021. 115 s. Dostupné z: pace.lib.umanitoba.ca/bitstream/handle/1993/35944/Bailey_Neal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[24] *Stránky projektu Dopady atmosférické depozice na vodní prostředí se zohledněním klimatických podmínek*. (vid. 31. květen 2022). Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/-datovesady/projekty/atmosferickadepozice/default.asp?>

Autoři

Mgr. Silvie Semerádová¹

✉ silvie.semeradova@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-6633-9424

Ing. Julie Sucharová, Ph.D.²

✉ julie.sucharova@vukoz.cz
ORCID: 0000-0002-1370-6681

Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.¹

✉ tomas.micanik@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-5867-0985

Ing. František Sýkora¹

✉ frantisek.sykora@vuv.cz
ORCID: 0000-0003-1003-0935

Mgr. Lucie Jašíková, Ph.D.¹

✉ lucie.jasikova@vuv.cz
ORCID: 0000-0001-5209-406X

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka

²Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.006

ATMOSPHERIC DEPOSITION AS A POSSIBLE SOURCE OF SURFACE WATER POLLUTION

(Preliminary results of the project, part 1. – heavy metals)

**SEMERÁDOVÁ, S.¹; SUCHAROVÁ, J.²; MIČANÍK, T.¹;
SÝKORA, F.¹; JAŠÍKOVÁ, L.¹**

¹T. G. Masaryk Water Research Institute

²The Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening

Keywords: atmospheric deposition – surface water – pollution sources

Concentrations of selected heavy metals in collected atmospheric precipitation and surface water were monitored at pilot sites in the Jizera Mountains, the Moravian-Silesian Beskydy Mountains and the Bohemian-Moravian Uplands (CZ) over the course of one year to determine the significance of the impact of precipitation on surface water quality in an otherwise relatively low anthropogenically influenced environment. The measurements show that for some metals, atmospheric deposition in heavily loaded areas can cause significant inputs to streams and reservoirs, but the resulting balance is strongly influenced by the environment and its past loading.

Problematika potravinových odpadů ve vztahu k povinnému vykazování jejich produkce pro potřeby směrnice o odpadech

DAGMAR VOLOŠINOVÁ, ROBERT KOŘÍNEK, YELIZAVETA CHERNYSH

Klíčová slova: potravinový odpad – plýtvání potravinami – produkce – vykazování – oběhové hospodářství

SOUHRN

Členské země Evropské unie mají od letošního roku povinnost zavést preventivní opatření, která povedou ke snížení množství potravinových odpadů ve všech fázích potravinového řetězce. Předložený příspěvek se zabývá tímto aktuálním tématem, představuje možné postupy pro získávání dat o produkci potravinových odpadů v jednotlivých fázích potravinového řetězce a prezentuje výsledky vlastního šetření a vlastních rozborů ve vztahu k využitelnosti těchto dat pro ohlašovací povinnost a prokazování snížení množství odpadů v budoucnu.

ÚVOD

Řešení problematiky potravinových odpadů (někdy hovoříme o gastroodpadech) patří mezi hlavní priority nejen na úrovni Evropské unie, ale celého světa. Důvodem je plýtvání potravinami, jež podle studie Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů představuje přibližně jednu třetinu celosvětové produkce potravin – ta je buď ztracena, nebo vyplývá [1]. Studie rovněž uvádí, že průmyslové země plýtvají výrazně více potravinami než rozvojové země, a to zejména na spotřebitelské úrovni. Například spotřebitelé v Evropě a Severní Americe ročně produkuje 95 až 115 kg potravinového odpadu na obyvatele, zatímco v subsaharské Africe a jihovýchodní Asii vzniká pouze 6 až 11 kg na obyvatele. Z tohoto důvodu Organizace spojených národů (OSN) přistoupila k závazku dosáhnout celosvětově udržitelného rozvoje do roku 2030 (tzv. Agenda 2030). Tento globální akční plán stanovil 17 cílů udržitelného rozvoje (SDGs) a 169 specifických podcílů ve třech oblastech udržitelného rozvoje: ekonomika, společnost a životní prostředí. Cíl SDG 12 se zaměřuje na zajištění udržitelných vzorců výroby a spotřeby. Specifický cíl 12.3 pokrývá ztráty potravin i snížení plýtvání. Vyzývá k omezení celosvětového plýtvání potravinami na polovinu v oblasti maloobchodu a spotřebitelů a také ke snížení ztrát potravin v rámci výrobních a dodavatelských řetězců, včetně ztrát po sklizni [2]. Tento akční plán byl později implementován zavedením tzv. monitorovacího rámce pro oběhové hospodářství (Evropská komise, 2018), v němž je potravinový odpad výslovně uveden jako jeden z deseti ukazatelů oběhového hospodářství [3, 4]. Akční plán byl také začleněn do legislativy EU. Konkrétně jde o Směrnici Evropského Parlamentu a Rady (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech, jež uvádí, že členské státy by měly přijmout opatření na podporu předcházení a omezování vzniku potravinového odpadu v souladu s Agendou pro udržitelný rozvoj 2030 přijatou Valným shromážděním OSN dne 25. září 2015, a zejména s jejím cílem, tedy s omezením

celosvětového potravinového odpadu na obyvatele na úrovni maloobchodu a spotřebitelů a snížením plýtvání potravinami ve výrobních a dodavatelských řetězcích, včetně posklizňových ztrát, do roku 2030 na polovinu. Tato opatření by měla být zaměřena na předcházení vzniku a snižování potravinového odpadu v prvovýrobě, při zpracovávání a výrobě, v maloobchodě a jiných způsobech distribuce potravin, v restauracích a stravovacích službách i v domácnostech. S cílem přispět k dosažení cíle udržitelného rozvoje OSN by členské státy měly usilovat o dosažení indikativního celounijního cíle, jímž je snížení potravinového odpadu do roku 2025 o 30 % a do roku 2030 o 50 %. S ohledem na environmentální, sociální a hospodářský přínos předcházení vzniku potravinového odpadu by měly členské státy v této oblasti přijmout konkrétní opatření, zahrnující i názorné osvětové kampaně, které by jasně ukázaly, jak předcházet vzniku potravinového odpadu, a staly by se oficiální součástí přijatých programů. Členské státy by rovněž měly měřit pokrok dosažený při snižování potravinového odpadu. Pro měření míry tohoto pokroku a také pro usnadnění výměny osvědčených postupů mezi členskými státy Unie i mezi provozovateli jednotlivých potravinářských podniků by měla být vytvořena společná metodika. Na základě takové metodiky by měly být každý rok podávány zprávy o dosažených výsledcích v rámci snížení potravinového odpadu.

METODIKA A ZDROJE DAT

Potravinový odpad dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech (dále jen Rámcová směrnice o odpadech) spadá pod definici biologického odpadu (biologicky rozložitelné odpady ze zahrad a parků, potravinářské a kuchyňské odpady z domácností, kanceláří, restaurací, maloobchodu, jídelen, stravovacích a maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu). Stejná směrnice uvádí definici potravinového odpadu jako veškerých potravin ve smyslu článku 2 nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, které se staly odpadem. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech tuto definici potravinového odpadu převzal, problém však nastává u první a druhé fáze sledovaného řetězce. Zákon o odpadech v § 2, odst. 1, písmenu d) uvádí, že se nevztahuje na exkrementy, slámu a jiné přírodní látky ze zemědělské výroby nebo lesnictví, které nevykazují žádnou z nebezpečných vlastností uvedených v příloze přímo použitelných předpisů Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů a využívají se v zemědělství nebo lesnictví v souladu se zákonem o hnojivech či k výrobě energie prostřednictvím postupů nebo metod, které nepoškozují životní prostředí a neohrožují zdraví lidí. Tyto ztráty nejsou v systému nakládání s odpady podchyceny a jejich množství či procento zastoupení se zjišťuje velmi obtížně.

Každoroční ohlašovací povinnost o vzniku potravinového odpadu zavedená Rámcovou směrnicí o odpadech platí od roku 2019, kdy došlo k přijetí rozhodnutí v přenesené pravomoci, přičemž prvním referenčním rokem je rok 2020. Cílem podávání zpráv je sledovat a hodnotit provádění opatření k předcházení plýtvání potravinami v členských státech na základě společné metodiky měření úrovně plýtvání potravinami v různých fázích potravního řetězce. Společná metodika je stanovena dvěma rozhodnutími Komise.

Prvním je Rozhodnutí Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/1597 ze dne 3. května 2019, jímž se doplňuje Rámcová směrnice o odpadech, pokud jde o společnou metodiku a minimální požadavky na kvalitu pro jednotné měření úrovně plýtvání potravinami. Množství potravinového odpadu se měří zvlášť pro každou z pěti fází potravního řetězce. Konkrétně jde o fáze:

- prvovýroba,
- zpracování a výroba,
- maloobchodní prodej a jiné způsoby distribuce potravin,
- restaurace a stravovací služby,
- domácnosti.

Ke každé fázi řetězce Příloha II přiřadila druhy potravinových odpadů, jež se v jejím rámci obvykle vyskytují, viz *tab. 1*.

V Příloze III Rozhodnutí Komise v přenesené pravomoci 2019/1597 jsou doporučeny metody měření potravinového odpadu vyprodukovaného určitým vzorkem provozovatelů potravinových podniků nebo domácností pomocí některé z následujících metod nebo jejich kombinací či jinými rovnocennými metodami, a to z hlediska relevance, reprezentativnosti i spolehlivosti.

Metoda přímého měření je doporučena pro všechny fáze potravního řetězce. Přímé měření zahrnuje různé metody, jako jsou přímé počty a hmotnostní a/nebo objemové hodnocení. Obecně poskytuje nejpřesnější údaje, ale je spojeno s vysokými nároky na náklady, čas i odborné znalosti a rovněž s přímým přístupem k tokům potravinového odpadu (prostřednictvím osobních pozorování nebo komunikace s farmami, podniky či maloobchodními trhy). V domácnostech přímé měření zahrnuje kuchyňské váhy, odměrky nebo jiné konvenční měřicí nástroje. Mezi jeho silné stránky patří, že umožňuje aktualizovat pokrok v čase a může sledovat plýtvání potravinami [5].

Pro 1. až 3. fázi potravního řetězce doporučuje Rozhodnutí Komise využít hmotnostní bilanci. Ta měří ztráty potravin a plýtvání porovnáním vstupů s výstupy a zohledněním změn stavu zásob. V literatuře [6, 7] se uvádí, že jedním z nejběžnějších přístupů k zohlednění ztrát a plýtvání potravinami je analýza materiálových toků (MFA), která byla úspěšně aplikována na různých úrovních od jednotlivých produktů [8] až po průmyslová odvětví [7], ale i na makroúrovni při analýze celých národních systémů [6] a širších geografických oblastí, např. v Evropské unii.

Tab. 1. Kódy odpadu vyskytující se v jednotlivých fázích potravního řetězce

Tab. 1. Waste codes occurring at each stage of the food chain

Fáze	Kód odpadu	Název odpadu
Prvovýroba	02 01 02	Odpady z živočišných tkání
	02 01 03	Odpady z rostlinných tkání
Zpracování a výroba	02 02	Odpady z výroby a zpracování masa, ryb a jiných potravin živočišného původu
	02 03	Odpady z výroby a ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy, čaje a tabáku, odpady z konzervářského průmyslu, z výroby kvasnic a kvasnicového extraktu, přípravy a fermentace melasy
	02 04	Odpady z cukrovarnictví
	02 05	Odpady z mlékářského průmyslu
	02 06	Odpady z pekáren a výroby cukrovinek
	02 07	Odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů (s výjimkou kávy, čaje a kaka)
Maloobchodní prodej a jiné způsoby distribuce potravin	20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
	20 01 25	Jedlý olej a tuk
	20 03 01	Směsné komunální odpady
	20 03 02	Odpady z tržišť
	16 03 06	Organické odpady neuvedené pod položkou 16 03 05
Restaurace a stravovací služby	20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
	20 01 25	Jedlý olej a tuk
	20 03 01	Směsné komunální odpady
Domácnosti	20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
	20 01 25	Jedlý olej a tuk
	20 03 01	Směsné komunální odpady

Měření potravinového odpadu ve fázích maloobchodní prodej a jiné způsoby distribuce potravin, restaurace a stravovací služby a domácnosti je doporučeno provádět pomocí analýzy složení odpadu – jde o metodiku fyzického oddělení, zvážení a kategorizace toků potravinového odpadu od jiných materiálů, jež nejsou považovány za potravinový odpad, jako jsou obaly nebo jiné pevné odpady. Analýza složení odpadu poskytuje přesné údaje a nabízí informace o potravinovém odpadu (např. o balených nebo nebalených potravinách, stejně jako o zelenině nebo ovoci), což může pomoci při analýze finančních nákladů a nutričního obsahu. Tato metodika je však nákladná, vyžaduje velký vzorek a neposkytuje informace o důvodech plýtvání potravinami [9].

Problém nedostatečného množství dat z fází prvovýroba, zpracování a výroba metodika doporučuje řešit prostřednictvím dotazníků a rozhovorů, koeficientů a výrobních statistik a také analýzou složení odpadu. Podle Møllera a kol. [10] je dotazník formální, strukturovaný způsob sběru kvantitativních nebo kvalitativních údajů od účastníků a mohl by být použit k získání údajů o množství potravinového odpadu a dalších informací od výrobců (pěstitelů), zpracovatelů, maloobchodníků a spotřebitelů (např. o odpadovém hospodářství, informovanosti o problému apod.). Obecně jsou dotazníky, průzkumy a rozhovory považovány za rovnocenné co do informační hodnoty a lze je rozdělit do dvou kategorií: ty, které slouží ke shromažďování existujících dat (k posouzení spolehlivosti), a ty, které se používají k odhadu nových množství potravinového odpadu [9]. Dotazníková šetření, průzkumy i rozhovory lze vést telefonicky, elektronicky (on-line), prostřednictvím e-mailu nebo osobně. Pokud jde o výhody těchto druhů šetření, jsou nákladově efektivní, lze je standardizovat, patří mezi nejoblíbenější metody a mohou oslovit velké množství lidí. Spoléhají se však na prostředníky, přičemž někdy vytvářejí mezi účastníky nedorozumění, neboť respondenti mají tendenci podceňovat množství odpadu, který vytvářejí. Kromě toho bývá zaznamenána nízká míra odpovědí.

Druhé rozhodnutí definuje formát hlášení a nazývá se Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2019/2000 ze dne 28. listopadu 2019, kterým se stanoví formát pro vykazování údajů o potravinovém odpadu a pro předkládání zprávy o kontrole kvality v souladu s Rámcovou směrnicí o odpadech. Pokyny k ohlašování údajů o plýtvání potravinami a předcházení plýtvání potravinami podle tohoto prováděcího rozhodnutí mají za cíl podpořit harmonizované vykazování údajů o plýtvání potravinami a přebytku potravin poskytováním pokynů a vysvětlení na základě ustanovení právních předpisů a metodického rámce.

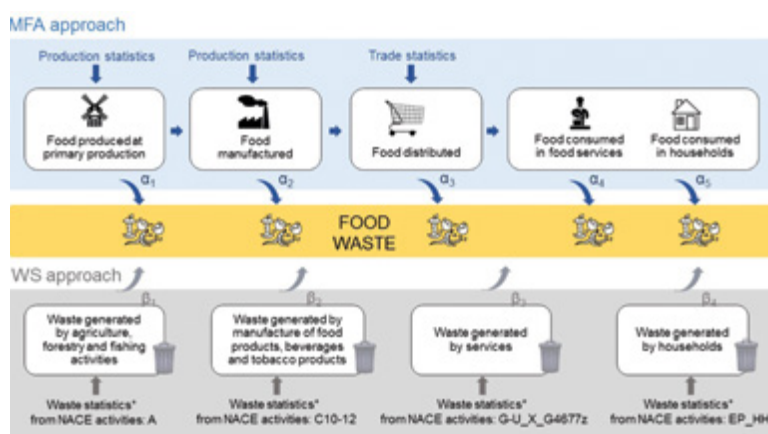
V současné době existují v zemích EU dva metodické přístupy k odhadu plýtvání potravinami. Jeden přístup je založen na analýze materiálového toku (MFA) a kombinuje statistické informace o výrobě a obchodu s potravinářskými produkty s koeficienty plýtvání potravinami. Druhý přístup odhaduje plýtvání potravinami na základě statistiky odpadu (WS). Oba přístupy jsou v literatuře [11] ilustrovány pomocí případových studií uskutečněných ve třech zemích EU (Itálii, Německu a Dánsku) a porovnání získaných výsledků. Přidanou hodnotou takového srovnání je, že umožňuje identifikovat potenciální anomálie, protože oba přístupy se opírají o různé zdroje dat. Odhady plýtvání potravinami získané pomocí přístupu MFA jsou obecně vyšší než odhady získané pomocí přístupu WS. Rozdíly jsou významnější pro prvotní/primární fáze potravního řetězce, tj. prvovýrobu a zpracování potravin. Tyto nesrovnalosti jsou velmi pravděpodobně způsobeny nedostatečným vykazováním odpadů evidovaných příslušnými statistikami, protože toky potravin vzniklé v těchto fázích mohou být zpracovány na místě takovým způsobem (např. spalováním zbytků pro výrobu energie, anaerobní digestí), že se vůbec nestanou odpady, a proto nemusejí být hlášeny. Další problémy, které ovlivňují odhady plýtvání potravinami založené na statistikách odpadů a mohou vysvětlit zjištěné rozdíly, jsou: vliv obsahu vody na hmotnost potravinového odpadu a skutečnost, že země mají své vlastní kódy odpadu. Další nesrovnalosti mohou pramenit z odlišností mezi národními klasifikačními systémy a tím, který přijal Eurostat, a také z nejistoty týkající se použitých statistických údajů, protože tyto údaje jsou hlášeny z více zdrojů a mají ze své podstaty různou kvalitu. Posledně jmenovaný

problém ovlivňuje i model MFA, který rovněž využívá statistická data. Nicméně tento model představuje komplexní obraz potravinového systému, protože poskytuje rozpis odhadů plýtvání potravinami podle fáze potravního dodavatelského řetězce a podle skupiny potravin, což umožňuje identifikaci kritických skupin potravin a fází potravního řetězce. To je zvláště důležité, protože to může podpořit navržení efektivních opatření k předcházení plýtvání potravinami poté, co své závěry zkombinuje s environmentálními aspekty, aby bylo zajištěno, že priority budou mít skupiny potravin, které mají největší integrované dopady. Ačkoli by měly být shromažďovány koeficienty specifické pro jednotlivé země, aby se zlepšila robustnost přístupu MFA, vytvořený model má potenciál být použit k posouzení údajů o plýtvání potravinami v širším měřítku [2].

Kvantifikace potravinového odpadu v zemích EU pomocí analýzy materiálového toku (MFA)

V původním modelu MFA byl potravinový odpad definován jako „potraviny a nepoživatelné části potravin odstraněné z potravního dodavatelského řetězce“, které mají být znovu získány nebo zlikvidovány (včetně kompostování, zaorávání/nesklizení plodin, anaerobní digestce, výroby bioenergie, kogenerace, spalování, likvidace do kanalizace, skládkování nebo vypouštění do moře) [12]. Místo toho byla v současném modelu (verze 1.0) definice potravinového odpadu sladěna s definicí potravinového odpadu v EU (viz oddíl 2.2), která nezahrnuje plodiny ponechané na poli nebo zaorané a úmrtnost zvířat připravených na porážku ve vykazování plýtvání potravinami. Tato množství jsou nicméně odhadnuta aktualizovaným modelem a jsou označena jako „potravinové ztráty“. Množství potravinového odpadu se vypočítává v různých fázích potravního řetězce a uvádí se v hmotnosti o běžné sušině. Model se řídí teritoriálním přístupem, ve kterém se nezapočítává potravinový odpad obsažený v čistém dovozu surovin a vyrobených produktů.

METODIKA VLASTNÍHO ZÍSKÁVÁNÍ DAT



Obr. 1. Model plýtvání potravinami. Zdroj: [13]

Fig. 1. Food waste model. Source: [13]

Cílem našeho výzkumu bylo shromážďení dat o produkci potravinových odpadů ve všech fázích potravního řetězce. Vzhledem k absenci nezbytných zdrojů dat zejména od prvotních producentů potravinových odpadů, tj. pro fáze prvovýroba a zpracování a výroba byl zvolen způsob přímého oslovení a žádosti o vyplnění dotazníku (ukázka dotazníku je uvedena v tab. 2).

Tab. 2. Ukázka otázek v dotaznících pro odpady katalogového čísla 02 01. Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.

Tab. 2. Example of questions in the questionnaire. Source: WRI TGM, p. r. i.

1.	Vykazujete-li odpady pod kódem 02 01, můžete ve stručnosti uvést, o jaké odpady se jedná?
	Vykazujete-li odpady pod kódem 02 01, můžete uvést, zdali se jedná o směs různých materiálů/odpadů nebo o homogenní materiál/odpad? (Zaškrtnutím vyberte jednu možnost.)
2.	směs různých materiálů/odpadů
	homogenní materiál/odpad
3.	Vykazujete-li odpady pod kódem 02 01, jsou mezi nimi odpady, které lze považovat za potravinovou ztrátu (potravinová ztráta v provozu, kdy je potravinová vyřazena z dalšího zpracování nebo prodeje v daném potravinářském řetězci, avšak není nutně degradována na odpad, neboť může být někdy jiným způsobem využita jako potravinová pro lidskou konzumaci)? (Pokud ANO, přejděte k otázce 4, v opačném případě pokračujte otázkou 9.)
	ANO / NE
4.	Můžete stručně popsat, o jaké produkty či odpady se konkrétně jedná v případě uvažovaných potravinových ztrát?
	Evidujete v produkci Vašich odpadů potravinové ztráty? (Pokud ANO, přejděte k otázce 6, v opačném případě pokračujte otázkou 9.)
5.	ANO / NE
6.	Pokud evidujete potravinové ztráty, uveďte jejich celkové množství ve vztahu k celkovému množství Vámi produkováných odpadů. (Vyjádřete v %.)
	Pokud evidujete potravinové ztráty, můžete odhadnout, které aspekty se na vzniku potravinových ztrát u Vás podílejí? (Vyjádřete v % do celkového součtu 100 %.)
	výrobní technologie
	manipulace
7.	balení
	doprava
	požadavky odběratelů
	jiné (uveďte):
	Pokud evidujete potravinové ztráty, můžete posoudit, zdali na jejich produkci mají vliv následující skutečnosti? (Zaškrtnutím vyberte jednu či více možností.)
	sezonnost
8.	požadavky odběratelů na kvalitu surovin
	módní trendy
	jiné (popište):
	Vykazujete-li odpady pod kódem 02 01, uveďte, z jakých důvodů je nemůžete materiálově využít (např. pro výrobu krmiva, vlastního kompostu apod.) (Zaškrtnutím vyberte jednu či více možností.)
	hygienických
	veterinárních
9.	legislativních
	kapacitních
	chybí odběratel
	jiné (popište):
10.	Pokud produkuje odpad 02 01 99, stručně jej upřesněte.

Tab. 3. Počet oslovených producentů a návratnost odpovědí pro každé katalogové číslo odpadů. Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.
Tab. 3. Number of producers contacted and return of responses for each waste catalogue number. Source: WRI TGM, p. r. i.

Katalogové číslo odpadu	02 01 02	02 01 03	02 02 02	02 02 03	02 03 04	02 05 01	02 06 01	02 07 01	Obchodní řetězce
Počet oslovených producentů	28	30	21	19	20	20	17	18	10
Počet producentů, kteří odpověděli	2	4	4	3	7	3	2	2	1

02 01 Odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, lesnictví a myslivosti

Celkem bylo dotazováno 183 producentů. Konkrétní údaje pro každou kategorii odpadů jsou uvedeny v tab. 3. Počet vyplněných dotazníků, včetně odpovědí získaných telefonickou či e-mailovou komunikací, byl celkem 28. Jde tedy o 15% návratnost. Nejčastějším odůvodněním neochoty spolupracovat byla nepovinnost. Neochota vyplývala i ze současné energetické a covidové krize spojené s finančními, personálními a celkově existenčními problémy producentů.

ANALÝZA SLOŽENÍ ODPADŮ – VLASTNÍ MĚŘENÍ

K získání dat o produkci potravinových odpadů ve fázích restaurace a stravovací služby a domácnosti jsme zvolili metody přímého měření. Z důvodu omezených možností vstupu do areálů provozoven jsme využili možnosti získat data z jiných projektů a provedli jsme rozbor 4,5 tuny odpadů z kuchyně a stravoven (20 01 08) (fáze restaurace a stravovací služby), cca 1 tuny tříděného biologicky rozložitelného odpadu (20 02 01) a cca 5,5 tuny směsného komunálního odpadu (fáze domácnosti).



Obr. 2. Ukázky analyzovaných gastroodpadů. Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.
Fig. 2. Samples of analyzed gastro-waste. Source: WRI TGM, p. r. i.



Obr. 3. Analyzované tříděné biologicky rozložitelné odpady. Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.
Fig. 3. Analyzed sorted biodegradable waste. Source: WRI TGM, p. r. i.



Obr. 4. Vytříděné složky směsného komunálního odpadu – gastroodpad (vlevo) a kompostovatelný odpad (vpravo). Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.
Fig. 4. Sorted components of mixed municipal waste – gastro-waste (left) and compostable waste (right). Source: WRI TGM, p. r. i.

Rozbor odpadu z kuchyně a stravoven (konkrétně restaurací a školních jídelen) byl zaměřen na složení ve smyslu požitelných a v našich kulturních podmínkách nepožitelných částí potravin. Mezi nepožitelné jsme řadili u živočišných potravin skořápky od vajec, kosti, pařáty apod., u rostlinných potravin slupky citrusů, cibule, melounů apod. a tvrdé části stonků, jádřince ovocných plodů typu malvice, pecky atd. Rozlišovali jsme i potraviny, které byly v syrovém a vařeném stavu. Vařený stav u zeleninového odpadu znamená stav požitelný. Do vařených potravin rostlinného původu jsme zahrnuli i pečivo, těstoviny, knedlíky. V případě vařené nepožitelné potraviny živočišného původu jde zejména o kosti hovězí či drůbeží z vývarů nebo z pečených či vařených porcí masa. Dalším zkoumaným materiálem byl tříděný biologicky rozložitelný odpad (20 02 01). Šlo o svozy z pražských městských částí, v nichž bylo pilotně zavedeno třídění biologické složky komunálního odpadu. Během projektu jsme analyzovali přibližně jednu tunu odpadu, který jsme třídili na tyto složky: zahradní zeleň se zeminou, ovoce a zelenina, kávová sedlina a čajové sáčky, kompostovatelné obaly, pečivo a těstoviny, maso a kosti, vejce/skořápky, mléčné výrobky, nápoje mimo mléčných, obaly od potravin, obaly od nápojů, ostatní plast, textil, inertní materiál (kámen, stavební odpad).

V rámci sběru dat pro vykazování produkce potravinových odpadů z domácností jsme zkoumali směsný komunální odpad, resp. obsah gastroodpadů a zahradní zeleň z pražských sídlišť. Evidence těchto dvou položek probíhala zvlášť, aby bylo zřejmé, zda jde o odpady vhodné ke kompostování, evidované jako zahradní zeleň, nebo gastroodpady, které jsou organického původu, ale nejsou vhodné ke kompostování. Do složky zahradní zeleň byly zařazeny zejména kompostovatelné kuchyňské odpady jako slupky a běžně nekonzumované části ovoce, zeleniny a kořenové baly květin spolu se zeminou. U gastroodpadů neboli kuchyňských odpadů šlo o zbytky jídel z přípravy a vaření nebo nekonzumované potraviny určené k přímé spotřebě.

VÝSLEDKY VLASTNÍHO ŠETŘENÍ

Výsledky dotazníkového šetření lze shrnout následovně:

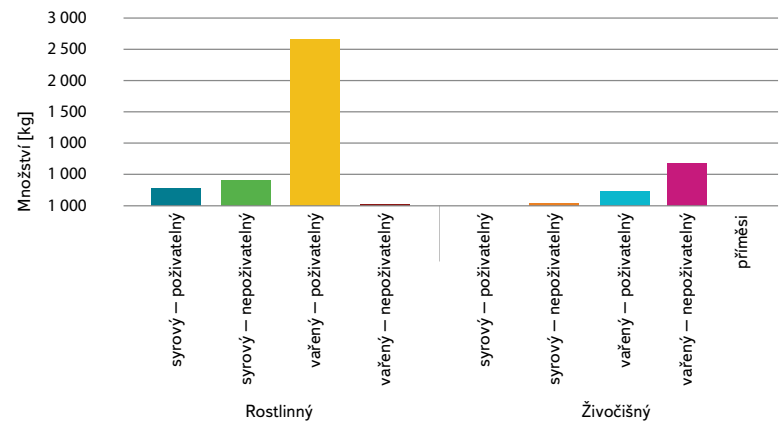
- Z 28 producentů pouze 3 odpověděli, že jejich odpady jsou potravinovou ztrátou. Ti, kteří uvedli, že jejich odpady jsou potravinovou ztrátou, ji i evidují, přičemž u jednoho představuje 0,5 %, u druhého 1 % a u posledního 3 %. Mezi důvody, proč odpady nejsou materiálově využívány, byly uvedeny legislativní (36 %), veterinární (36 %), hygienické (27 %), kapacitní (18 %) a technologické (9 %).
- Všichni producenti odpadů kategorie 02 01 (Odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, lesnictví a myslivosti) shodně uváděli, že nejde o potravinový odpad. Konkrétně šlo o zbytky slámy, sena a další biomasy ze zemědělství a lesnictví.
- U odpadů kategorie 02 02 (Odpady z výroby a zpracování masa, ryb a jiných potravin živočišného původu) šlo o potravinovou ztrátu. V jednom případě to byly nenadálé situace následkem zkažení nákladu po selhání chladicího systému, jednorázové akce a v dalším případě jsou pod tímto katalogovým číslem uváděny šunky z výroby před datem spotřeby, vadně nakrájené plátky, vadné etikety a vratky od zákazníků.
- Jako odpady kategorie 02 03 (Odpady z výroby a ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy, čaje a tabáku; odpady z konzervářského průmyslu, z výroby droždí a kvasničného extraktu, z přípravy a kvašení melasy) byly vykazovány nepoživatelné odpady – plevele z čištění obilovin; nežádoucí příměsi koření; kaly z loupání, čištění a separace olejnatých semen, odpadní šroty.
- U odpadů katalogového čísla 02 05 (Odpady z mlékárenského průmyslu) jsou odpady potravinovou ztrátou v případě vyřazených kvalitativně nevyhovujících mléčných výrobků. Odpady se dále nezpracovávají z důvodu kapacitních a přítomnosti plastových obalů. Důvodem ztrát je technologie zpracování mléka. V dalším případě šlo o kal z čištění odpadních vod z výroby mléčných produktů.
- U kvalitativně nevyhovujících výrobků z nájedů a dojezdů výrobní linky, výrobních meziproduktů, zpracovaného cukru, vstupní suroviny (tuk, glukóza) ve formě sirupu a u hmoty ve finálním tvaru bez prvotního či v prvotním přebalu byl odpad vykazován pod katalogovým číslem 02 06 (Odpady z pekáren a výroby cukrovinek).
- U odpadu katalogového čísla 02 07 (Odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů s výjimkou kávy, čaje a kaka) jsme se setkali s neochotou spolupracovat z důvodu obav prozrazení receptury, ale bylo uvedeno, že vykazovaným odpadem je křemičitá filtrační deska bez zbytků „potravin“.
- Z oslovených obchodních řetězců odpověděl pouze jeden, a to na dotazník k odpadům katalogového čísla 02 03.

Výsledky rozboru gastroodpadů uvádí obr. 5. Gastroodpad svážený především ze školních jídel a restaurací obsahoval nejvíce vařených požitelných potravin rostlinného původu, a to až 57 %. Ostatní skupiny dosahovaly téměř stejného množství. Syrový požitelný a syrový nepoživatelný potravinový odpad rostlinného původu byl v gastroodpadu obsažen v množství 8 %, resp. 10 %.

Vařený požitelný a vařený nepoživatelný potravinový odpad živočišného původu zaujímal 8 %, resp. 13 %. Nejméně bylo vařeného nepoživatelného potravinového odpadu rostlinného původu 0,5 % a příměsí v podobě cigaretových nedopalků, papírových ubrousků, latexových rukavic, nápojových obalů apod. (0,3 %).

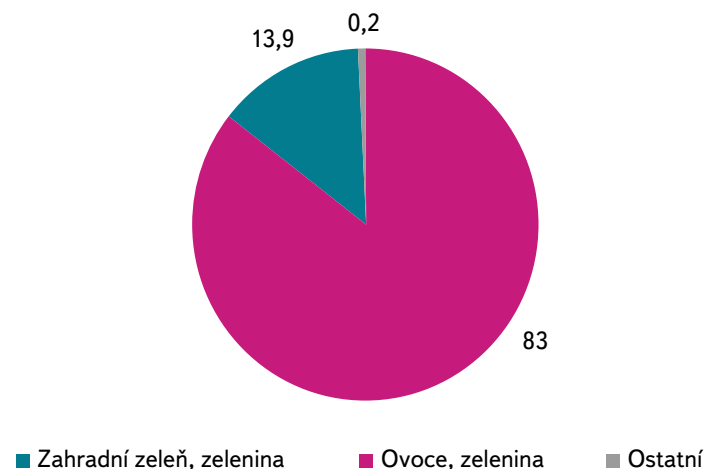
Tříděný biologicky rozložitelný komunální odpad se v průměru skládal z 83 % ze zahradní zeleň a zeminy, ze 14 % z ovoce a zeleniny a zbývající položky byly v celkové hmotnosti zastoupeny v množství do 1 %. Složka zahradní zeleň a zemina se skládala zejména z nasekané trávy, listů, květů (květiny s ozdobami/obaly z prodeje – ozdoby a obaly byly odstraněny a započítány do nevhodných příměsí), zeleniny a drnů trávy. Složku zeleniny a ovoce včetně jejich nepoživatelných částí představovaly nejen slupky, ale také celé kusy brambor, mrkvi, hlávek salátu, zelí, slupek citrusů, melounů, ananasů apod. Odpady byly váženy bez prodejních obalů.

Z analýz vyplynulo, že pro zavedení systému třídění a sběru bioodpadu je velmi důležitá osvěta, vzdělávání a příprava obyvatel na tento systém nakládání s odpady. Praxe prověřila vliv kvality přípravy zavedení zpracování bioodpadu na kvalitu a úspěšnost řešení oběhového hospodářství (OH) v regionu. Z provedených analýz jasně vyplynulo, že ačkoli jsou informace o vhodných a nevhodných odpadech pro kompostování poskytovány shodným způsobem, kvalita/čistota třídění byla velmi rozdílná.



Obr. 5. Složení gastroodpadu (20 01 08). Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.

Fig. 5. Composition of gastro-waste (20 01 08). Source: WRI TGM, p. r. i.



Obr. 6. Procentuální složení tříděného biologicky rozložitelného odpadu (20 02 01).

Zdroj: VÚV TGM, v. v. i.

Fig. 6. Percentage composition of sorted biodegradable waste (20 02 01).

Source: WRI TGM, p. r. i.

Organická část směsného komunálního odpadu se v průměru skládala ze složky zahradní zeleň (11 %) a gastroodpad (10 %). Evidence těchto položek probíhala zvlášť, aby bylo zřejmé, zda jde o odpady vhodné ke kompostování, evidované jako zahradní zeleň, nebo gastroodpady, které jsou organického původu, ale nejsou vhodné ke kompostování. Ve složce zahradní zeleň byly evidovány zejména kompostovatelné kuchyňské odpady, jako jsou slupky a běžné nekonzumované části ovoce a zeleniny, zahradní odpad typu listí, tráva, hlína a větve. Gastroodpady neboli kuchyňské odpady byly zbytky jídel, které buď již prošly tepelnou úpravou, nebo byly v syrovém stavu. Ve vzorcích se často objevovalo velké množství pečiva, méně masných a mléčných výrobků. Zejména v centrálních částech Prahy nebyly výjimkou gastroodpady složením a množstvím odkazující k fastfoodům nebo restauracím. Tyto gastroodpady lze zpracovat například v bioplynových stanicích, ale je nutná osvěta a vymáhání práva, jež by zajistily kázeň producentů při odděleném sběru.

ZÁVĚR

Problematika stanovení produkce a předcházení vzniku potravinových odpadů je aktuálně řešena v rámci projektu SS02030008 „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)“, kde v úzké spolupráci s MŽP připravujeme metodiku pro měření potravinových odpadů. Naším dosavadním zjištěním je skutečnost, že získávat věrohodná data z prvních tří fází potravinového řetězce je velmi problematické. Do provozů k přímému měření jsme v podstatě nebyli vpuštěni, dotazníkové šetření prováděné pro fáze potravinového řetězce prvovýroba a zpracování a výroba má nízkou úspěšnost a malou vypovídací hodnotu. Tyto závěry potvrzují i další studie provedené pod záštitou MZe ČR, podobně jako zahraniční výzkumy. Jedinou možností získávání použitelných dat jsou hmotnostní bilance a data z jiných českých či zahraničních studií a vědeckých prací nebo zavedení povinnosti hlášení úpravou stávající legislativy. Nejlepších výsledků z pohledu přesné analýzy množství a složení potravinových odpadů jsme dosáhli díky vlastním rozborům odpadů ze stravoven, biologicky rozložitelného odpadu a směsného komunálního odpadu, tedy pro fáze potravinového řetězce restaurace a stravovací služby a domácnosti. Tento způsob monitoringu je pro čtvrtou a pátou skupinu použitelný a vyhovující.

Poděkování

Příspěvek byl vytvořen v rámci řešení výzkumného projektu SS02030008 „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)“, který je spolufinancován díky podpoře Technologické agentury ČR v rámci Programu Prostředí pro život.

Literatura

- [1] GUSTAVSSON, J. (ed.). *Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention; Study Conducted for the International Congress Save Food! at Interpack 2011, [16–17 May].* Düsseldorf; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. ISBN 978-92-5-107205-9.
- [2] UNITED NATIONS. *General Assembly. In Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.* New York, 2015.
- [3] MORAGA, G., HUYSVELD, S., MATHIEUX, F., BLENGINI, G. A., ALAERTS, L., VAN ACKER, K., DE MEESTER, S., DEWULF, J. Circular Economy Indicators: What Do They Measure? *Resources, Conservation and Recycling.* 2019, 146, s. 452–461. ISSN 09213449. Dostupné z: doi: 10.1016/j.resconrec.2019.03.045
- [4] *Monitoring Framework – Circular Economy – Eurostat* [on-line]. [vid. 18. leden 2022]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework>
- [5] COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL COOPERATION. *Why and How to Measure Food Loss and Waste: A Practical Guide.* 2021 [on-line]. [vid. 27. leden 2022]. ISBN 978-2-89700-286-2. Dostupné z: <http://www.deslibris.ca/ID/10106514>
- [6] BERETTA, C., STOESEL, F., BAIER, U., HELLWEG, S. Quantifying Food Losses and the Potential for Reduction in Switzerland. *Waste Management.* 2013, 33(3), Special Thematic Issue: Urban Mining, s. 764–773. ISSN 0956-053X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.wasman.2012.11.007
- [7] PIRANI, S. I., ARAFAT, H. A. Reduction of Food Waste Generation in the Hospitality Industry. *Journal of Cleaner Production.* 2016, 132, s. 129–145. ISSN 09596526. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jclepro.2015.07.146
- [8] AMICARELLI, V., BUX, C., LAGIOIA, G. How to Measure Food Loss and Waste? A Material Flow Analysis Application. *British Food Journal.* 2020, 123(1), s. 67–85. ISSN 0007-070X. Dostupné z: doi: 10.1108/BFJ-03-2020-0241
- [9] EUROPEAN COMMISSION. *Guidance on Reporting of Data on Food Waste and Food Waste Prevention According to Commission Implementing Decision (EU) 2019/2000* [on-line]. B. m.: Eurostat, červen 2020. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/342366/351811/Guidance+on+food+waste+reporting/5581b0a2-b09e-adc0-4e0a-b20062dfe564>
- [10] *Report on Review of (Food) Waste Reporting Methodology and Practice.* Norsus [on-line]. [vid. 27. leden 2022]. Dostupné z: <https://norsus.no/en/publikasjon/report-on-review-of-food-waste-reporting-methodology-and-practice/>
- [11] CALDEIRA, C., DE LAURENTIIS, V., CORRADO, S., VAN HOLSTEIJN, F., SALA, S. Quantification of Food Waste per Product Group along the Food Supply Chain in the European Union: A Mass Flow Analysis. *Resources, Conservation and Recycling.* 2019, 149, s. 479–488. ISSN 09213449. Dostupné z: doi: 10.1016/j.resconrec.2019.06.011
- [12] *Fusions Definitional Framework for Food Waste. Full Report.* 2014.pdf [on-line]. [vid. 4. květen 2022]. Dostupné z: <https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS%20Definitional%20Framework%20for%20Food%20Waste%202014.pdf>
- [13] CALDEIRA, C., DE LAURENTIIS, V., GHOSE, A., CORRADO, S., SALA, S. *Grown and Thrown: Exploring Approaches to Estimate Food Waste in EU Countries. Resources, Conservation, and Recycling.* 2021, 168, s. 1–11. ISSN 09213449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105426>

Autoři

Ing. Dagmar Vološinová¹

✉ dagmar.volosinova@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-1195-7046

Ing. Robert Kořínek, Ph.D.¹

✉ robert.korinek@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-5849-5606

Dr. Yelizaveta Chernysh^{1,2}

✉ yelizaveta.chernysh@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-4103-4306

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

²Státní univerzita Sumy, Ukrajina

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.005

FOOD WASTE ISSUES IN RELATION TO THE MANDATORY REPORTING OF ITS PRODUCTION FOR THE NEEDS OF THE WASTE FRAMEWORK DIRECTIVE

VOLOŠINOVÁ, D.¹; KOŘÍNEK, R.¹; CHERNYSH, Y.^{1,2}

¹T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague

²State University, Sumy, Ukraine

Keywords: food waste — food loss — production —
reporting — circular economy

From this year, the European Union member states are obliged to introduce preventive measures that will reduce the amount of food waste at all stages of the food chain. The presented paper deals with this current topic, presents possible procedures for obtaining data on food waste production at various stages of the food chain and shows the results of our own research and analysis about the usability of these data for reporting obligations and demonstrating future reductions.



Přehledový příspěvek o rychlotestech v malých kolonkách

ANNA KÓLOVÁ, LADA STEJSKALOVÁ

Klíčová slova: adsorpce — aktivní uhlí — mikropolutanty — rychlotesty v malých kolonkách — RSSCTs

SOUHRN

Rychlotesty v malých kolonkách (Rapid Small-Scale Column Tests – RSSCTs) jsou testy, které lze použít pro snadné laboratorní ověření účinnosti adsorpce mikropolutantů na vybraný adsorbent. Volba adsorbentu je nejdůležitějším aspektem při zařazení technologie adsorpce do provozu úpravy vod nebo čistírny odpadních vod (ČOV). Testy probíhají ve zmenšeném měřítku, což minimalizuje náklady na materiál i vlastní realizaci testů. Článek se zaměřuje na adsorpci na granulovaném aktivním uhlí (GAU), jelikož je to nejčastěji používaný typ adsorbentu. K RSSCTs lze však použít i jiné druhy adsorbentů. Cílem příspěvku je uvést čtenáře do problematiky rychlotestů v malých kolonkách. Článek konkrétně uvádí možné příklady využití rychlotestů v malých kolonkách a přibližuje důležité parametry v oblasti testování adsorpce mikropolutantů na aktivní uhlí, které se uplatňují při dimenzování testů i při jejich následném vyhodnocování. Příspěvek přináší i souhrnné informace o metodice rychlotestů. Provedená analýza převážně zahraniční literatury ukazuje, že metodiky RSSCTs v jednotlivých studiích vykazují různé modifikace, ale ve své podstatě jde o obdobný postup. Rozdíly jsou patrné na úrovni materiálového vybavení, konstrukčních rozměrů nebo hodnot parametrů a jsou do velké míry dány odlišným účelem testování.

ÚVOD

Rychlotesty v malých kolonkách (Rapid Small-Scale Column Tests – RSSCTs) jsou testy, které zkoumají adsorpci mikropolutantů na vybraný adsorbent. Principem metody je průtok testované vody malou kolonkou naplněnou adsorbentem, což umožňuje získat více reprezentativnější data než při vsádkových testech [1]. Metodika rychlotestů v malých kolonkách byla vyvinuta v osmdesátých letech minulého století [2] jako zmenšená verze pilotního testování ve velkých kolonkách s granulovaným aktivním uhlím (GAU) [3]. Rychlotesty v malých kolonkách jsou výhodné pro minimalizaci časové i ekonomické náročnosti oproti poloprovozním testům. Při jejich použití se významně snižuje množství potřebného materiálu na konstrukci kolon, množství adsorbentu, objem vody i provozní doba testu [4]. V největší míře se jako adsorbent používá GAU, a to především pro své výborné adsorpční schopnosti a jeho širokou nabídku na trhu. Možné je však otestovat i jiné adsorbenty.

Pro testování sorpce mikropolutantů na GAU je možné zvolit i další možnosti, mezi něž patří pilotní testování, jež probíhá ve velkých kolonkách. Rozdílem oproti RSSCTs je, že se pilotní testy dají využít přímo v zájmové lokalitě a testování probíhá většinou v dlouhém časovém intervalu. Jinou možností jsou matematické a statistické prediktivní modely [2]. U RSSCTs nejsou na rozdíl od prediktivních modelů vyžadovány rozsáhlé izotermické nebo kinetické studie [3].

Rychlotesty v malých kolonkách lze použít k mnoha účelům. Již provedené studie s RSSCTs se zaměřovaly na testování různých adsorpčních médií pro odstranění konkrétního prvku z vody (např. adsorpce arzenu [5]) nebo konkrétní organické látky (adsorpce methyl tert-butyl etheru [MTBE] [6], geosminu [7]) či směsi látek (adsorpce farmak a jejich metabolitů [8], adsorpce perfluorovaných a polyfluorovaných látek [PFAS] [9]). Ve zmenšeném laboratorním měřítku je možné zjistit i další užitečné informace. Pomocí RSSCTs lze např. zkoumat vliv provozních parametrů na účinnost adsorpce, jako je EBCT (Empty Bed Contact Time), nebo mohou sloužit k získání průnikových křivek (Breakthrough Curves) jednotlivých mikropolutantů [5, 10]. Průnikové křivky jsou grafickým znázorněním závislosti koncentrace sledovaného mikropolutantu na odtoku z kolony ke koncentraci mikropolutantu na přítoku do kolony za časovou jednotku [11]. Průnikové křivky lze při použití RSSCTs získat za zlomek času oproti testování ve velkém měřítku [4]. RSSCTs jsou často nejvhodnější cestou ke zhodnocení různých druhů GAU pro danou lokalitu (především konkrétní upravovanou vodu). Lze jimi také rychle ověřit tvrzení výrobce a získat představu o ekonomických nákladech adsorpce a vybrat vhodný druh GAU pro pilotní testování [3, 10].

Právě přesné předpovědi účinnosti GAU jsou obzvláště důležité pro výběr vhodného typu GAU do poloprovozních studií i reálného provozu [12]. Parametry, které běžně uvádí výrobce aktivního uhlí, jako jsou jodové číslo, dechlorační půlhodnota, BET izoterma atd., téměř nevypovídají o tom, jak se bude daný typ GAU chovat v reálných podmínkách a s jakou ochotou se na něj budou specifické mikropolutanty vázat [6]. Proto je vhodné si daný typ otestovat nejprve laboratorně. Pro následný přepočít z laboratorního měřítka na poloprovozní nebo provozní velikost filtru se používá model konstantní nebo proporcionální difuzivity [2]. Při použití návrhu konstantní difuzivity předpokládáme, že difuzivita adsorbované látky je nezávislá na velikosti částic adsorbentu [6, 8, 9]. Při použití rovnice proporcionální difuzivity naopak předpokládáme, že intrapartikulární difuzivita je lineárně závislá na velikosti částic adsorbentu [2, 13]. Pro určení hodnot parametrů a ke zjištění průnikových křivek lze použít počítačové modely – např. software FAST 2.0 [8].

Důležité parametry

V testování adsorpce na aktivní uhlí, ale i jiné adsorbenty, jsou důležité parametry, jež je nutné zohlednit při dimenzování testu. Tyto parametry také usnadňují interpretaci výsledků a umožňují srovnání výsledků z rozdílných studií mezi sebou. Mezi nejvíce používané patří EBCT, průtok a HLR, ale užitečné mohou být i další parametry. Níže jsou uvedeny vybrané z nich [8, 9, 13]:

— Doba kontaktu v prázdném loži (Empty Bed Contact Time) EBCT

Ukazatel EBCT je definován jako čas, po který se protékající voda zdržuje v objemu kolonky, který zabírá GAU. EBCT se uvádí v minutách nebo sekundách a závisí na výšce vrstvy GAU a na zvolené filtrační rychlosti. Od hodnoty EBCT se odvíjí návrh velikosti filtru a také předpokládané množství použitého GAU. Hodnota EBCT také ovlivňuje průnikové křivky sledovaného polutantu, čímž může ovlivnit i životnost GAU. Vyšší hodnoty EBCT, tedy vyšší doba kontaktu (zdržení), zpravidla zvyšují účinnost adsorpce.

$$EBCT = \frac{V_B}{Q} \text{ nebo } EBCT = \frac{L_B}{Q/A} = \frac{L_B}{HLR}$$

kde	V_B	je	objem filtru [m ³]
	Q		průtok [m ³ .s ⁻¹]
	L_B		výška filtru [m]
	HLR		hydraulické zatížení [m.s ⁻¹]
	A		průřez kolonky [m ²]

— Průtok (Flow Rate) Q

Průtok, tedy objem vody, který proteče kolonkou za jednotku času, můžeme kromě základního vzorce spočítat například odvozením z rovnice EBCT nebo HLR. Průtok se uvádí nejčastěji v jednotkách m³.s⁻¹ nebo m³.den⁻¹. Ve zmenšeném měřítku rychlostestů se ale běžně používá v jednotkách ml.min⁻¹.

$$Q = \frac{V}{t}$$

kde	V	je	objem vody [ml]
	t		čas [min]

— Filtrační rychlost (Hydraulic Loading Rate) HLR

Důležitou charakteristikou je také filtrační rychlost, tedy průtok dělený plochou kolonky [10]. V některé literatuře se objevuje i termín Filter Velocities (VF), který odpovídá HLR. Pro tento parametr se nejčastěji využívá jednotka m.h⁻¹ a dále cm.min⁻¹.

$$HLR = \frac{Q}{A}$$

kde	Q	je	průtok [m ³ .h ⁻¹]
	A		průřez kolonky [m ²]

— Doba provozu filtru (Filter Operation Time) t_f

Udává čas od začátku testu do jeho skončení nebo do nahrazení aktivního uhlí regenerovaným či novým aktivním uhlím. Parametr se uplatňuje hlavně při dlouhodobějších testech ve větším měřítku a běžně se uvádí ve dnech.

— Throughput Volume V_L

Jde o objem vody, který projde kolonkou během doby provozu filtru. Parametr se uplatňuje hlavně při dlouhodobějších testech ve větším měřítku.

$$V_L = Q \cdot t_f$$

kde	Q	je	průtok [m ³ .den ⁻¹]
	t_f		doba provozu filtru [dny]

— Objem lože (Bed Volume) BV

Tento parametr je bezrozměrný a jde o standardizaci objemu protékající vody na objem lože s aktivním uhlím. Matematicky ho lze vyjádřit jako poměr objemu proteklé vody k objemu granulovaného aktivního uhlí v kolonce (objem filtru). Lze ho však definovat i jako poměr mezi provozní dobou testu a EBCT.

$$BV = \frac{V_L}{V_B} = \frac{t_f}{EBCT}$$

kde	V_L	je	Throughput Volume
	V_B		objem filtru

— CUR (Carbon Usage Rate)

Tento ukazatel definuje životnost GAU. Lze ho chápat jako potřebu určitého množství aktivního uhlí z hlediska dosažení cílové koncentrace pro sledovaný mikropolutant. Jednotkou je kg.m⁻³.

$$CUR = \frac{M_{GAU}}{Q \cdot t_{BK}}$$

kde	M_{GAU}	je	hmotnost granulovaného aktivního uhlí [kg]
	Q		průtok [m ³ .s ⁻¹]
	t_{BK}		čas, za který dojde k dosažení stanovené cílové (nebo limitní) koncentrace polutantu na odtoku z GAU [dny]

METODIKA RSSCTs DLE LITERATURY

Provedené studie jsou různorodé co do účelu výzkumu, což se odráží i na rozdílech v metodice. V podstatě však jde o obdobný postup – průtok testované vody kolonkou. Mezi sebou se liší především předmětem testování, konstrukčními rozměry, množstvím použitého adsorbentu nebo hodnotami parametrů [5]. Pro testování může být zvolena voda modelová, tedy uměle připravený roztok se známou koncentrací sledované látky, která se průchodem přes kolonky bude snižovat. Využití modelové vody se uplatní pro pochopení určitých základních vztahů adsorpce [6]. Použití skutečné pitné nebo odpadní vody umožní posouzení vhodnosti adsorbentu pro budoucí konkrétní využití. Při použití odpadní vody je vhodné tuto vodu nejprve zbavit nerozpuštěných látek, aby nedocházelo k zanesení adsorbentu v kolonce. Odpadní voda po mechanickém a biologickém stupni čištění může být např. přefiltrována přes ultrafiltrační membránu [15], postačí ale i klasický laboratorní filtrační papír.

Příprava zkušebních kolonek je základním krokem k přípravě RSSCTs. Zvolený počet kolonek a jejich velikost, jakož i počet opakování testů, odráží účel a rozsah zamýšleného testování. Materiálem, který se pro výrobu kolonek často používá, je borosilikátové sklo. Rozměry kolonek jsou v rámci jednotlivých studií velmi rozdílné. Vnitřní průměr se pohybuje od 6 do 76 mm; délka (výška) kolonky od 100 do 750 mm. V některých studiích je uváděn pouze průměr kolonky. Přehled rozměrů kolonek je uveden v tab. 1.

Velikost frakce GAU byla v jednotlivých studiích také odlišná. Aktivní uhlí se může použít bez úpravy, nebo ho lze drtit, mlít a následně prosévat, aby vznikla frakce požadované velikosti [5, 15, 16]. K rozemletí může sloužit například kulový mlýnek. Frakcionace GAU lze docílit použitím několika sítí s různými velikostmi ok [17]. Po drcení je vhodné frakci promýt, aby se odstranil přebytečný prach, a následně GAU vysušit (při 105 °C) a skladovat v exsíkátoru do použití [1, 17]. GAU lze použít i bez dodatečné úpravy, jak bylo dodáno výrobcem [18]. V některých studiích je uvedena jedna průměrná velikost frakce GAU [1, 4, 15], v jiných je použito rozmezí velikostí pro možné zvýšení míry adsorpce [6, 7, 15]. Průměrnou velikost částic lze stanovit pomocí světelného mikroskopu [17]. Podrobnosti o velikosti částic GAU vyskytující se v dostupné literatuře jsou uvedeny v tab. 2.

Kolunka se kromě vlastního adsorbentu plní dalšími komponenty. Nejčastěji se ve studiích vyskytuje postup, kdy se skleněná kolunka vyplní vrstvou skleněných kuliček a skelnou vatou nad i pod ložem s GAU (obr. 1, 2). Skleněné kuličky (1–3 mm) a skelná vata slouží především k fixaci aktivního uhlí [1, 5, 8, 15]. V některých studiích se k obdobnému účelu používá jemný písek (částice 0,45–0,55 mm) [7], pouze skleněné kuličky různých průměrů [16] či skleněné kuličky doplněné o membránový polytetrafluorethylenový (PTFE) filtr (80–120 μm) [17]. Ezzati et al. [19] uvádějí, že skelnou vatu před sestavením

Tab. 1. Rozměry kolonek uvedené ve studiích o RSSCTs

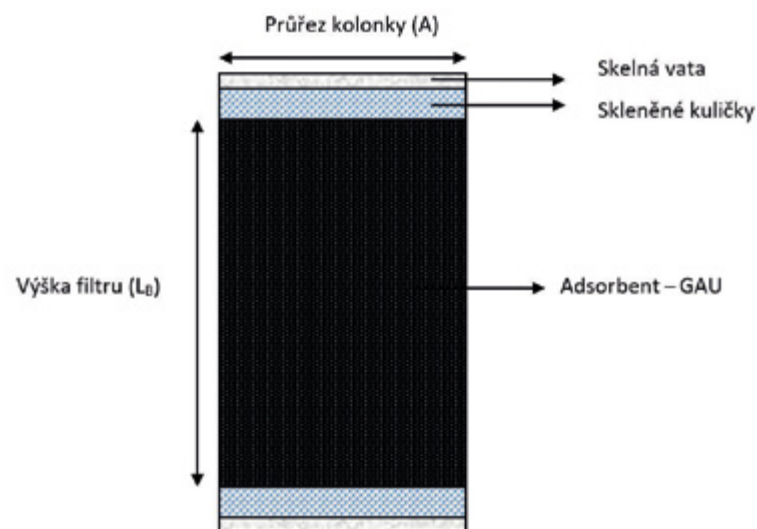
Tab. 1. Column dimensions reported in RSSCTs studies

Rozměry kolonky	Hodnota	Jednotka	Zdroj
Průměr	6	mm	[13]
	7		[9, 15]
	8		[8]
	10		[17, 19]
	11		[4, 5, 20]
	44		[18]
	76		[7]
Délka (výška)	100	mm	[19]
	200		[19]
	300		[21]
	305		[1, 5]
	400		[19]
	750		[18]

kolonek promyli kyselinou k zabránění mikrobiálního růstu. Dalším potřebným vybavením jsou vhodné uzávěry kolonek, hadičky na vedení testované vody do kolonky, případně škrtky svorky na regulaci odtoku z kolonky a stojan na umístění celé aparatury. Kolonky mohou být připevněny buď v laboratorním, nebo ve speciálně sestrojeném stojanu [2].

Před vlastním testem je vhodné nechat sestavenou a utěsněnou skleněnou kolunku s GAU nejdříve proplachovat destilovanou či deionizovanou vodou (alespoň 15 min), aby se odhalily případné netěsnosti a konstrukční problémy. Tento krok také umožňuje ztuhnutí a zapracování média uvnitř kolonky [5]. Cantoni et al. [9] nechali ve své studii kolonky zapracovat deionizovanou vodou po dobu dvou hodin. Většina studií však uvádí dobu kratší. Objevilo se také doporučení, že GAU v kolonkách by se mělo zapracovat rovnou testovanou vodou [2]. Zapracování GAU je však možné provést i jiným způsobem, např. přímo dle doporučení výrobce konkrétního GAU [18].

Testovaná voda může přes kolunku protékat volně, pomocí gravitace, ale častěji je voda poháněna čerpadlem [11]. Pro RSSCTs jsou vhodná pístová a peristaltická čerpadla, u nichž se zpravidla využívají nižší průtoky. Hodnoty dosažených parametrů včetně průtoků jsou uvedeny v tab. 3. Hodnoty parametrů, množství použitého GAU a konstrukční rozměry kolonek jsou na sobě závislé. Velmi důležitým parametrem je EBCT, jímž se některé studie zabývaly podrobněji a zkoumaly jeho vliv na adsorpci různých mikropolutantů (zařazením několika hodnot EBCT) [6, 18].



Obr. 1. Schéma naplněné skleněné kolonky (autor: Anna Kólová)

Fig. 1. Scheme of filled glass column (author: Anna Kólová)



Obr. 2. Foto skleněné kolonky s GAU během testování pomocí RSSCTs (autor: Anna Kólová)

Fig. 2. Photo of glass column filled with GAC during the testing (author: Anna Kólová)

Způsob a frekvence odběru vzorků závisí na délce a účelu testování. V některých studiích použili k odběru vzorků automatické vzorkovače [9, 15]. K dodatečnému vyhodnocení účinnosti adsorpce na GAU je vhodné kromě koncentrací sledovaných polutantů stanovit i některé základní chemické ukazatele, jako například A254, pH, CHSK [2], popřípadě sledovat zákal či teplotu vzorků [18].

RSSCTs obvykle trvají řádově hodiny, ale vyskytují se i případy, kdy byla doba testu nastavena v řádu dní [9]. V případě, že testy trvají delší dobu, lze kolonky obalit neprůhledným materiálem (např. hliníkovou fólií) nebo umístit do tmy, aby se zabránilo negativnímu působení světla, např. fotodegradaci mikropolutantů či nárůstu mikroorganismů a řas [6, 13]. Při dlouhotrvajících testech se ztrácí výhoda rychlosti testu, nicméně snížené náklady na materiál a spotřebu vody jsou stále významné.

ZÁVĚR

RSSCTs jsou vhodným nástrojem pro rychlé získání výsledků v oblasti adsorpce mikropolutantů na konkrétní adsorpční médium. Rychlostestů v malých kolonkách lze využít k mnoha rozdílným účelům, např. pro prvotní ověření účinnosti konkrétního GAU k odstraňování mikropolutantů z vody před jeho následným dlouhodobým použitím v poloprovozním měřítku nebo pro výzkum principů adsorpce. Velkou výhodou rychlostestů je úspora času a nákladů na konstrukci a provoz kolonek.

Tento článek může sloužit jako vodítko k návrhu vlastní metodiky RSSCTs. Při zpracovávání návrhu je třeba zohlednit účel testování, od něhož se bude odvíjet zvolená matrice (modelová nebo reálná voda), adsorbent, režim provozu testů, počet kolonek a jejich naplnění (adsorbent, skleněné kuličky, skelná vata), nastavení parametrů testu (Q, EBCT, HLR, množství adsorbentu), doba provozu testů, frekvence odběru vzorků aj. Jak je patrné z analýzy provedených studií, rychlostesty vykazují značnou variabilitu konkrétních provedení a lze je upravit účelu a možnostem výzkumu.

Tab. 2. Parametry GAU uvedené ve studiích o RSSCTs
Tab. 2. GAC parameters reported in RSSCTs studies

Parametry GAU	Hodnota	Jednotka	Zdroj
Průměrná velikost částic	94,3	μm	[13]
	120		[15]
	190,3		[17]
	500		[4]
	610		[1]
Rozmezí velikosti částic	75–90	μm	[6]
	90–140		[15]
	125–250		[6]
	750–950		[7]

Tab. 3. Hodnoty vybraných parametrů, které byly uvedeny ve studiích o RSSCTs
Tab. 3. Values of selected parameters reported in RSSCTs studies

Parametr	Hodnota	Jednotka	Zdroj
Bed depth (výška GAU filtru v kolonce)	2	cm	[8, 15]
	6,3		[17]
	16		[20]
	25,8		[13]
Bed volume (objem GAU filtru v kolonce)	0,5	cm ³	[8]
	1		[8]
	6,8		[4]
	15		[20]
EBCT	9	s	[15]
	21,6		[17]
	27		[4]
	30		[18]
	60		[18]
	120		[18]
	138		[13]
	240		[18]
	312		[7]
	600		[20]
Q	1,5	ml.min ⁻¹	[20]
	2–3		[21]
	3,2		[13]
	15		[4]
	800		[7]
HLR	0,89	m.h ⁻¹	[20]
	0,36		[4]
	6,6		[13]
	8		[15]
	10,5		[17]

Poděkování

Příspěvek byl zhotoven na základě podpory z Institucionálních prostředků na rozvoj výzkumné organizace – VÚV TGM, v. v. i., v rámci interního grantu „Testování uhlíkových nanotrubic pomocí rychlostestů v malých kolonkách“ (3600. 52. 13/2021).

Literatura

- [1] PODDAR, M. A. Review on the Use of Rapid Small Scale Column Test (RSSCT) on Predicting Adsorption of Various Contaminants. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* [on-line]. 2013, 3(1), s. 77–85. ISSN 23192399, 23192402. Dostupné z: doi: 10.9790/2402-0317785
- [2] DOBÍÁŠ, P., DOLEJŠ, P. Využití rychlotestů na malých kolonkách (RSSCT) pro výběr vhodného GAU pro konkrétní lokalitu a kvalitu surové vody. In: *Sborník konference Pitná voda 2016*. České Budějovice: W & ET Team, 2016, s. 105–110. ISBN 978-80-905238-2-1.
- [3] CRITTENDEN, J. C., REDDY, P. S., ARORA, H., TRYNOSKI, J., HAND, D. W., PERRAM, D. L., SUMMERS, R. S. Predicting GAC Performance with Rapid Small-Scale Column Tests. *Journal – American Water Works Association* [on-line]. 1991, 83(1), s. 77–87. ISSN 0003150X. Dostupné z: doi: 10.1002/j.1551-8833.1991.tb07088.x
- [4] SALIH, H. H., PATTERSON, C. L., SORIAL, G. A. Comparative Study on the Implication of Three Nanoparticles on the Removal of Trichloroethylene by Adsorption – Pilot and Rapid Small-Scale Column Tests. *Water, Air, & Soil Pollution* [on-line]. 2013, 224(2), 1402 [vid. 5. březen 2019]. ISSN 0049-6979, 1573-2932. Dostupné z: doi: 10.1007/s11270-012-1402-3
- [5] WESTERHOFF, P. K., BENN, T. M. *Assessing Arsenic Removal by Metal (Hydr)Oxide Adsorptive Media Using Rapid Small Scale Column Tests*. B. m.: EPA (Environmental Protection Agency), 2008, s. 63.
- [6] REDDING, A. M., CANNON, F. S. The Role of Mesopores in MTBE Removal with Granular Activated Carbon. *Water Research*. 2014, 56, s. 214–224. ISSN 00431354. Dostupné z: doi: 10.1016/j.watres.2014.02.054
- [7] SCHARF, R. G., JOHNSTON, R. W., SEMMENS, M. J., HOZALSKI, R. M. Comparison of Batch Sorption Tests, Pilot Studies, and Modeling for Estimating GAC Bed Life. *Water Research*. 2010, 44(3), s. 769–780. ISSN 00431354. Dostupné z: doi: 10.1016/j.watres.2009.10.018
- [8] ZIETZSCHMANN, F., MÜLLER, J., SPERLICH, A., RUHL, A. S., MEINEL, F., ALTMANN, J., JEKEL, M. Rapid Small-Scale Column Testing of Granular Activated Carbon for Organic Micro-Pollutant Removal in Treated Domestic Wastewater. *Water Science and Technology*. 2014, 70(7), s. 1271–1278. Dostupné z: doi: 10.2166/WST.2014.357
- [9] CANTONI, B., TUROLLA, A., WELLMITZ, J., RUHL, A. S., ANTONELLI, M. Perfluoroalkyl Substances (PFAS) Adsorption in Drinking Water by Granular Activated Carbon: Influence of Activated Carbon and PFAS Characteristics. *Science of the Total Environment*. 2021, 795, 148821. ISSN 00489697. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148821
- [10] CHOWDHURY, K. Z., SUMMERS, R. S., GARRET, P. W., BRIAN, J. L., KIRK, O. N., CHRISTOPHER, J. C. *Activated Carbon: Solutions for Improving Water Quality*. B. m.: American Water Works Association, 2013. ISBN 978-1-58321-907-2.
- [11] ÇEÇEN, Ö. *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment. Integration of Adsorption and Biological Treatment*. B. m.: WILEY-VCH, 2011. ISBN 978-3-527-32471-2.
- [12] KENNEDY, A. M., REINERT, A. M., KNAPPE, D. R. U., FERRER, I., SUMMERS, R. S. Full- and Pilot-Scale GAC Adsorption of Organic Micropollutants. *Water Research*. 2015, 68, s. 238–248. ISSN 00431354. Dostupné z: doi: 10.1016/j.watres.2014.10.010
- [13] MERLE, T., KNAPPE, D. R. U., PRONK, W., VOGLER, B., HOLLENDER, J., VON GUNTEN, U. Assessment of the Breakthrough of Micropollutants in Full-Scale Granular Activated Carbon Adsorbers by Rapid Small-Scale Column Tests and a Novel Pilot-Scale Sampling Approach. *Environmental Science: Water Research & Technology*. 2020, 6(10), s. 2742–2751. ISSN 2053-1400, eISSN 2053-1419. Dostupné z: doi: 10.1039/D0EW00405G
- [14] DOBÍÁŠ, P., DOLEJŠ, P. Nezbytnost poloprovozního testování pro návrh a použití granulovaného aktivního uhlí při úpravě pitné vody. In: *Pitná voda 2018 – sborník z konference*. České Budějovice: W & ET Team, 2018, s. 73–78. ISBN 978-80-905238-3-8.
- [15] ZIETZSCHMANN, F., STÜTZER, C., JEKEL, M. Granular Activated Carbon Adsorption of Organic Micro-Pollutants in Drinking Water and Treated Wastewater – Aligning Breakthrough Curves and Capacities. *Water Research*. 2016, 92, s. 180–187. ISSN 00431354. Dostupné z: doi: 10.1016/j.watres.2016.01.056
- [16] FREIHARDT, J., JEKEL, M., RUHL, A. S. Comparing Test Methods for Granular Activated Carbon for Organic Micropollutant Elimination. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2017, 5(3), s. 2542–2551. ISSN 22133437. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jece.2017.05.002
- [17] PLATTNER, J., KAZNER, C., NAIDU, G., WINTGENS, T., VIGNESWARAN, S. Removal of Selected Pesticides from Groundwater by Membrane Distillation. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018, 25(21), s. 20336–20347. ISSN 0944-1344, eISSN 1614-7499. Dostupné z: doi: 10.1007/s11356-017-8929-1
- [18] ŠIBLOVÁ, D., BIELA, R. Využití sorpčních materiálů při odstraňování léčiva z vody. In: *Pitná voda 2018 – sborník z konference*. České Budějovice: W & ET Team, 2018, s. 281–284. ISBN 978-80-905238-3-8.
- [19] EZZATI, G., HEALY, M. G., CHRISTIANSON, L., DALY, K., FENTON, O., FEYEREISEN, G., THORNTON, S., CALLERY, O. Use of Rapid Small-Scale Column Tests for Simultaneous Prediction of Phosphorus and Nitrogen Retention in Large-Scale Filters. *Journal of Water Process Engineering*. 2020, 37, 101473. ISSN 2214 - 7144. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jwpe.2020.101473
- [20] QIU, S., YAN, L., JING, C. Simultaneous Removal of Arsenic and Antimony from Mining Wastewater Using Granular TiO₂: Batch and Field Column Studies. *Journal of Environmental Sciences*. 2019, 75, s. 269–276. ISSN 1001-0742. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jes.2018.04.001
- [21] SOTELO, J. L., RODRÍGUEZ, A., ÁLVAREZ, S., GARCÍA, J. Removal of Caffeine and Diclofenac on Activated Carbon in Fixed Bed Column. *Chemical Engineering Research and Design*. 2012, 90(7), s. 967–974. ISSN 0263-8762. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cherd.2011.10.012

Autoři

Ing. Anna Kólová

✉ anna.kolova@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-8610-1501

Mgr. Lada Stejskalová

✉ lada.stejskalova@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-2271-7574

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.003

A REVIEW ARTICLE ON RAPID SMALL-SCALE COLUMN TESTS

KÓLOVÁ, A.; STEJSKALOVÁ, L.

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague

Keywords: adsorption — activated carbon — micropollutants — rapid small-scale column tests — RSSCTs

Rapid Small-Scale Column Tests (RSSCTs) can be used for quick and easy laboratory verification of adsorption efficiencies on various adsorbents. The selection of adsorbent is the most important aspect when incorporating adsorption technology into the operation of the drinking water purification plant, or the wastewater treatment plant. The tests are carried out on laboratory-scale, which minimizes material and operating costs. The article focuses on the adsorption on granular activated carbon (GAC), as it is the most commonly used type of adsorbent. However, other types of adsorbents can be used for RSSCTs. The aim of this paper is to introduce the reader to the issue of RSSCTs. The article specifically states the possible purposes of using RSSCTs, and defines important parameters in the field of micropollutants adsorption testing on activated carbon. The paper also provides summary information on test methodology and its subsequent evaluation. The literature review reveals that the methodologies of RSSCTs in individual studies show various modifications, but in common in the basic procedure. The differences are evident on a level of material equipment, construction dimensions or setting parameter values; mostly due to different purposes of testing.



Citační analýza časopisu VTEI

LIBOR ANSORGE

Klíčová slova: VTEI – citační analýza – Scopus – citace

SOUHRN

Citovanost časopisu je považována za ukazatel jeho kvality. V této studii je zpracována analýza citovanosti časopisu Vodohospodářské technicko-ekonomické informace (VTEI), vydávaného Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v. v. i. (dále VÚV TGM). Citační analýza se zabývala identifikací zemí a institucí autorů, kteří citují články publikované ve VTEI, a oblastí výzkumu, v nichž jsou články publikované ve VTEI citovány. Identifikaci citujících článků komplikovalo široké spektrum forem zápisu názvu časopisu VTEI a chyby v databázi Scopus. Proto bylo vyhledávání provedeno v několika krocích a postupně byl rozšiřován vyhledávací dotaz. Pro analýzy byly použity metody popisné statistiky a dále shluková analýza pomocí SW VOSviewer. V databázi Scopus bylo vyhledáno 126 publikací, ale do analýzy bylo zahrnuto jen 108 publikací, které citovaly 152 článků publikovaných v časopise VTEI. Počet citací VTEI se zvýšil od sporadického citování před rokem 2009 na více než 20 citujících publikací, resp. 30 citovaných článků v letech 2020 a 2021. Většinu citací získaly články publikované ve VTEI během prvních šesti let od jejich vydání, přičemž citovanost článků publikovaných v letech 2009 až 2021 je relativně rovnoměrná. Na napsání citujících publikací se podíleli autoři z 66 institucí v 16 zemích světa, zejména pak z Evropy. Dominantní je podíl autorů z České republiky, přičemž v řadě případů šlo o autory článků publikovaných ve VTEI. Hlavními oblastmi, kde jsou články zveřejněné ve VTEI citovány, jsou environmentální vědy, konkrétně dopady klimatické změny na vodní hospodářství a hydrologii a také hodnocení kvality vod pomocí vodní stopy.

ÚVOD

V roce 2021 byla představena první analýza citovanosti časopisu Vodohospodářské technicko-ekonomické informace (VTEI) [1]. Tato analýza předkládala pouze údaje o počtu citací časopisu VTEI, avšak nezabývala se jejich podrobnějším rozbohem. Citační analýza je jednou ze základních bibliometrických metod používaných např. ve scientometrii, která umožňuje měření, a tím vzájemné srovnávání v oblasti vědy a výzkumu [2]. Citační analýza se používá pro posouzení kvality časopisů již od sedmdesátých let minulého století [3]. Citovanost časopisu slouží jako přímý důkaz jeho prestiže či kvality [4], a to i přesto, že je tento ukazatel kontroverzní [5]. Základním citačním ukazatelem je počet citací konkrétního článku, autora či v tomto případě časopisu. Simkin a Roychowdhury [6] analyzovali řadu citací a na základě chyb v nich obsažených odhadli, že autoři čtou pouze 20 % děl, která citují. Doplnující ukazatele, jako je například H-index [7], G-index [8] a mnohé další, zpřesňují výsledky hodnocení citačního dopadu pomocí funkcí založených na distribuci citací [9] nebo funkcí bodování článků podle „významnosti citace“. Většina z těchto ukazatelů vychází z předpokladu, že každá citace má „stejnou váhu“, to však obecně není pravda. Pro hodnocení významnosti časopisů je nejznámějším

ukazatelem Journal Impact Factor (JIF), který je založen na vydělení celkového počtu citací, jež časopis obdrží za období dvou let, počtem článků, jež ve stejném období publikoval [10].

Citační analýzu lze využít i k nalezení odpovědí na mnoho dalších výzkumných otázek, jako jsou např. struktura výzkumných týmů [11], vliv často citovaných článků [12], rozdíly v citačních vzorcích v různých oborech vědy [13], sledování autocitací [14] či hyperautorství [15], síť spolupráce [16] atd. Potenciál citačních analýz postavených na současných datových zdrojích, jako je např. Scopus, může být omezen pouze naší schopností klást správné otázky [17].

Pro analýzu citací se používají standardní bibliografické databáze (Web of Science, Scopus, PubMed) a v době internetových služeb i vědecky zaměřené indexační služby (Google Scholar) či sociální sítě (Research Gate, Academia. edu). Každý z těchto zdrojů má své výhody i nevýhody, přičemž možnosti jejich využití pro citační analýzu byly mnohokrát zkoumány [18–20]. Dvě hlavní bibliografické databáze – Web of Science a Scopus – jsou stále považovány za nejspolehlivější zdroje bibliografických dat [21]. Ostatně tyto dvě bibliografické databáze se též používají v rámci hodnocení vědy v ČR podle Metodiky 17+. Web of Science ve své Core Collection obsahuje více než 75 milionů záznamů o článcích publikovaných v přibližně 21 tisících časopisech a dále o knihách, kapitolách v nich i sbornících z konferencí a příspěvcích v nich [22]. Další záznamy lze nalézt ve specializovaných databázích Web of Science. Scopus obsahuje přes 76 milionů záznamů vědeckých výsledků pocházejících z více než 39 tisíc časopisů, 120 tisíc konferencí a 206 tisíc knih [17].

V této studii byla provedena analýza citací časopisu VTEI v bibliografické databázi Scopus s cílem zjistit:

- Jaká je citovanost článků ve VTEI a které články či autoři jsou často citováni?
- Z jakých zemí a institucí pocházejí autoři citující VTEI a jaké jsou mezi nimi vzájemné vazby?
- V jakých oblastech výzkumu se uplatňují články publikované ve VTEI?

DATA A METODY

Pro analýzu citovanosti byla zvolena databáze Scopus společnosti Elsevier. Důvodem byl především větší záběr oproti Core Collection Web of Science a rovněž větší počet citací časopisu VTEI v roce 2021 [1]. Sběr dat byl prováděn v několika krocích, v jejichž rámci byl průběžně rozšiřován vyhledávací dotaz tak, aby zahrnoval všechny citace časopisu VTEI. Jako problematické se ukázalo množství tvarů zápisu názvu VTEI. Celkem je v databázi Scopus 43 forem zápisu názvu časopisu VTEI. Nejčastěji (48x) byla použita zkratka časopisu, tj. „VTEI“. Plný název časopisu v podobě „Vodohospodářské technicko-ekonomické informace“ byl použit 32x. Spojovník ve spojení „technicko-ekonomické“ byl vypuštěn v pěti citacích, z toho ve třech případech byla vypuštěna i diakritika. Vypuštění diakritiky bylo použito i v dalších třech citacích. Časté bylo zkomolení názvu, takže bylo možno nalézt např. „Vodohospodářské“, „Vodohospodářské“ (6x), „Vodohospodářské“

Tab. 1. Články chybně označené ve Scopusu jako dvojjazyčné
 Tab. 1. Articles incorrectly marked in Scopus as bilingual

Jazyk článku (jazyk abstraktu)/ Article language (language of abstract)	Jazyk dle Scopus/ Language according Scopus	Citující článek/ Citing article
EN (EN/FR)	EN/FR	VLACH, P., SVOBODOVÁ, J., FISCHER, D. Stone Crayfish in the Czech Republic: How Does its Population Density Depend on Basic Chemical and Physical Properties of Water? <i>Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems</i> . 2012, 407, 5. Dostupné z: doi: 10.1051/kmae/2012031
CZ (CZ/EN)	CZ/EN	ŠAJER, J. Modelová interpretace výsledků měření mísicí zóny v Labi pod vypouštěním z ČOV Hradec Králové. <i>Journal of Hydrology and Hydromechanics</i> . 2010, 58(2), s. 126–134. ISSN 1338-4333. Dostupné z: doi: 10.2478/v10098-010-0012-2
CZ (CZ/EN)	CZ/EN	ČAPKA, L., ZLÁMALOVÁ-GARGOŠOVÁ, H., VÁVROVÁ, M., URBÁNKOVÁ, L. Využití UV/Vis spektrofotometrie pro stanovení diklofenaku. <i>Chemické listy</i> . 2013, 107(7), s. 550–554. ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/649
CZ (CZ/EN)	CZ/EN	ČAPKA, L., LACINA, P., VÁVROVÁ, M. Optimalizace extrakce pevnou fází vybraných nesteroidních protizánětlivých látek s využitím kapilární zónové elektroforézy. <i>Chemické listy</i> . 2012, 106(1). ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/1011
CZ (CZ/EN)	CZ/EN	DEMNEROVÁ, K. Mikrobiologická bezpečnost potravin: současné strategie pro efektivní kontrolu. <i>Chemické listy</i> . 2012, 106(10), s. 920–925. ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/832

(4x), nebo dokonce „Vodohospodářský Technicko-Ekonomický Informace“, přičemž ve dvou případech byl použit název zcela chybný – namísto „technicko-ekonomické“ „technologicko-ekonomické“ informace. U dalších 20 citací bylo uvedeno celkem devět forem zkrácení plného názvu. Spojení zkratky VTEI a plného názvu časopisu se objevilo v šesti citacích. Třikrát byl použit překlad názvu do angličtiny, pokaždé však v jiné podobě (The Water Management Technical and Economic Information Journal, Water management technical and economic informations, Water Management Technical and Economical Information Journal), a dvakrát anglický název ve spojení se zkratkou VTEI (opět v různých variantách). I u zkratk anglického názvu bylo možné nalézt čtyři variantní podoby, a to v celkem osmi citacích. Zkratka VTEI byla rovněž ve třech případech spojena s časopisem Vodní hospodářství, s nímž VTEI v letech 1999–2015 vycházelo společně v rámci smlouvy o spolupráci [23].

Při prvním sběru dat byl aplikován vyhledávací dotaz použitý v předchozí studii [1]. Informace o výsledcích pak byly vyexportovány do formátu csv a zpracovány v tabulkovém procesoru MS Excel. Autorem článku byla provedena kontrola, které z uvedených výsledků skutečně citují časopis VTEI. V případě, že citující článek obsahoval více než 80 citací, jež zobrazuje databáze Scopus na svých webových stránkách, byla kontrola provedena přímo v originálním dokumentu. Pokud bylo u některého citovaného dokumentu uvedeno, že je v databázi Scopus citován vícekrát, bylo zároveň ověřeno, zda jsou všechny tyto citující články zahrnuté ve výběru, a dle potřeby rozšířeno vyhledávací kritérium.

Finální sběr dat byl proveden dne 15. února 2022. Pro vyhledání byl použit následující dotaz: REF („technicko-ekonomick* inf*“) OR REF („Vodohosp* techn*“) OR REF („Wat* manag* tech* econ* inf*“) OR REF („Wat* manag* tech* and econ* inf*“) OR REF (vtei) OR REF („Vodoh* Tech.-Ekon* Inf*“). Výsledkem bylo 126 záznamů zahrnutých do analýzy. Z těchto 126 záznamů, které se

v databázi Scopus vyskytují, bylo vyřazeno 18 záznamů, které citovaly „bulletin technicko-ekonomických informací“ (4x), „vtei.com“ (3x), „vtei.edu.ua“ (1x), „Virtually transparent epidermal imagery (VTEI)“ (3x), „OBIS VTEI“ (2x), a čtyři další dokumenty uvádějící technicko-ekonomické informace, ale nikoli časopis VTEI. V jednom případě (EID 2-s2.0-84907092087) jde o chybu v metadatech Scopus, která uvádí, že dílo autora „Vtei H“ má být v databázi Scopus citováno celkem 258x, ale žádná další citace tohoto autora či jeho díla se zde nevyskytuje. Do analýzy tak vstupovalo 108 záznamů, jež ve 152 případech citují článek publikovaný v časopise VTEI.

Pro statistické analýzy dat byly do tabulkového procesoru MS Excel vloženy informace:

- identifikátor EID citujícího článku,
- DOI citujícího článku,
- datum vydání citujícího článku,
- tvar zápisu časopisu VTEI v citujícím článku,
- DOI citovaného článku publikovaného ve VTEI,
- datum vydání citovaného článku,
- ročník a číslo VTEI, kde byl citovaný článek publikován,
- název citovaného článku,
- informace o tom, zda některý z autorů citujícího článku byl z VÚV TGM,
- informace o tom, zda citovaný článek ve VTEI má stejného autora jako citující článek (autocitace).

V případě chybějících údajů o citovaném článku (obvykle DOI, jež bylo k článkům doplněno až v roce 2020) byly tyto údaje převzaty z elektronických verzí článků dostupných na <https://www.vtei.cz>.

Analýza spoluautorství, analýza společného výskytu klíčových slov a analýza autorů byly provedeny pomocí volně dostupného počítačového programu pro konstrukci a prohlížení bibliometrických map VOSviewer [24] ve verzi 1. 6. 17. Spoluautorstvím se rozumí publikování článku připraveného společně sítěmi výzkumníků, výzkumných center a institucí, nebo dokonce zemí. Tzv. „současný výskyt“ vypovídá o tom, kolikrát se výrazy objeví ve více než jedné publikaci [25]. VOSviewer používá k identifikaci sítí podobných a nepodobných výzkumných objektů techniku shlukování označovanou jako „VOS“ (visualization of similarities) [26]. VOSviewer vytváří mapy, které lze propojovat na základě spoluautorství (více autorů v jedné publikaci), spoluvýskytu (četnost výskytu dvou termínů vyskytujících se v textu vedle sebe), citace (odkaz na dílo v seznamu literatury), bibliografické vazby (dvě díla odkazující na třetí dílo ve svých bibliografiích) nebo odkazu na společnou citaci (odkazy spojující dvě díla, jež citovala třetí) [25]. Pro analýzy pomocí SW VOSviewer byla ve vyexportovaném souboru csv odstraněna diakritika a opravena jména autorů, pokud byl export nepřesný. Dále byl z důvodu neidentifikované chyby v interpretaci dat programem VOSviewer změněn název „Czech Republic“ na „Czechia“ a upravena jména institucí, aby obsahovala pouze název či zkratku názvu instituce, a u zahraničních institucí též stát. Pokud byla v exportovaném souboru jedna instituce s různými podobami zápisu názvu, byly všechny tyto varianty sjednoceny, přičemž nebyla specifikována jednotlivá pracoviště, resp. fakulty či ústavy. Pro vizualizaci v SW VOSviewer byly použity tzv. překryvné mapy, které zobrazují závislosti pomocí barevných skupin známých jako shluky uzlů. Uzly představují autory, instituce, země nebo klíčová slova a barva reprezentuje průměrný rok zveřejnění článku. Velikost uzlu pro autory, instituce a země je založena na počtu publikovaných dokumentů, odkazů a síly odkazu jednotlivého autora, instituce či země. U klíčových slov určují velikost uzlu společný výskyt termínu v publikovaných dokumentech a síla odkazu. Některé uzly jsou blízko u sebe, nebo jsou dokonce spojeny ve shluky, zatímco jiné jsou od sebe dále, a dokonce obsahují vlastní malé shluky. Čím blíže jsou si jednotlivé uzly mapy, tím silnější je mezi nimi vztah.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Počet citací

I přes rozšíření vyhledávacího dotazu došlo oproti studii z roku 2021 [1] k nárůstu v počtu článků před rokem 2020 jen o tři citace. Výrazněji se však zvýšil počet citujících (ze 13 na 21) i citovaných (z 22 na 33) článků v roce 2020, a to jednak díky rozšíření vyhledávacího dotazu a jednak v důsledku toho, že sběr dat za rok 2020 pro předchozí studii [1] proběhl již 1. ledna 2021, a tudíž do něho nemohly být zahrnuty záznamy, jež se v databázi Scopus objevily až s určitým zpožděním. Z toho důvodu lze předpokládat, že i údaje o citacích v roce 2021 uvedené na obr. 1 nemusejí být definitivní a může dojít k mírnému nárůstu jejich počtu. Stejně tak mohou být identifikovány další formy zápisu názvu časopisu VTEI (viz dále), které rozšíří počet citovaných článků. Lze však konstatovat, že před rokem 2009 dochází pouze ke sporadickému citování článků ve VTEI. Od roku 2009 pak jde o každoroční citování.

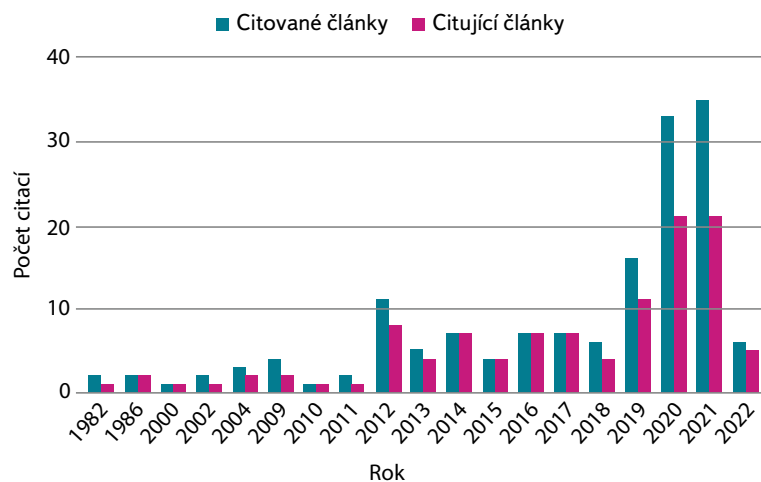
Ze 108 citujících publikací bylo 85 článků v časopise (typ „article“), 13 konferenčních příspěvků, pět příspěvků typu „review“, čtyři kapitoly v knize a jedna poznámka (typ „note“). Z jazykového hlediska bylo 102 příspěvků zařazeno do anglického jazyka, osm jich bylo v češtině a po jednom příspěvku byly zastoupeny jazyky francouzský, polský a ruský, přičemž v případě „francouzského“ článku šlo ve skutečnosti o článek v angličtině s francouzským abstraktem. Obdobně čtyři z osmi článků v češtině byly označeny jako „dvojjazyčné“ díky anglickému abstraktu (tab. 1).

Nejčastěji jsou články citující časopis VTEI vydávány ve švýcarském časopise Water nakladatelství MDPI (devět článků), čtyři citující články vyšly v českých časopisech Geografie – Sborník ČGS a ve Waste Forum a slovenském časopise Journal of

Hydrology and Hydromechanics. Tři články pak vyšly v Chemických listech a v IOP Conference Series Earth and Environmental Science. Ostatní časopisy a sborníky vydaly pouze jeden až dva články citující nějaký článek ve VTEI.

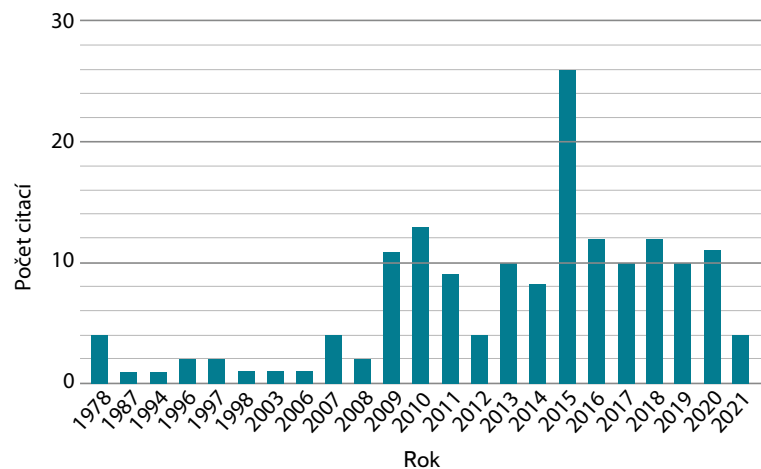
Stáří citací

Průměrné stáří citace je 4,5 roku, tato hodnota je však uvedena jen pro zajímavost, protože průměrné hodnoty by se neměly používat v případech, kdy je základní distribuce velmi zkruslená a má dlouhý chvost [27]. Celkem 86 % článků bylo citováno do šesti let od jejich vydání (obr. 2). Celá polovina článků byla citována do tří let od vydání a články citované do dvou let od jejich vydání zaujímají celkem 36 % citací. Ve srovnání s obecnými zjištěními [13] dochází ke skokovému „poklesu“ počtu citací u článků starších šesti let. Možným vysvětlením tohoto skoku je fakt, že 152 obdržených citací je zatím relativně malý počet, protože různé obory mají různé citační zvyklosti, které se navíc mění v čase [28]. Rogers et al. [29] doporučují minimální velikost 200 vzorků jako analytické minimum a 1 000 vzorků pro dobré posouzení relativního (ale ne absolutního) citačního výkonu. Skok v počtu citací může být též způsoben tím, že články vydané



Obr. 1. Počet článků publikovaných v časopise VTEI, které byly citovány v článcích indexovaných v databázi Scopus

Fig. 1. Number of articles published in VTEI that have been cited in articles indexed in the Scopus database



Obr. 2. Stáří citací (rozdíl mezi rokem vydání citujícího a citovaného článku)

Fig. 2. Age of citations (difference between the year of publication of the citing and cited article)

ve VTEI před rokem 2006 jsou citovány sporadicky (obr. 3). Je však také vidět, že od roku 2009 dochází k poměrně stabilní citovanosti cca 10 článků každý rok s výjimkou let 2012 a 2014, kdy články vydané v těchto letech získaly pouze čtyři, resp. jednu citaci. Na opačné straně spektra vyniká rok 2015, kdy vyšly dva nejčastěji citované články – práce A. Viziny [30] s osmi citacemi a S. Zahrádkové [31] se sedmi citacemi. Mírně vyčnívá i rok 2010, kdy byl publikován článek M. Váni [32] s pěti citacemi. Roky 2021 a 2022 zatím vyhodnotit nelze pro nedostatečný časový odstup v případě roku 2021, resp. pro neukončený rok 2022.

Autoři citující články ve VTEI

Ze 152 citovaných článků bylo 70 (tj. 46 %) citováno autorskými týmy, v nichž je alespoň jeden z autorů pracovníkem VÚV TGM. Na napsání 108 citujících článků se podílelo celkem 344 autorů z celkem 66 institucí a 16 zemí. 22 nejaktivnějších autorů (se třemi a více články) bylo rozděleno do osmi clusterů a tito autoři se podíleli na 36 citujících článcích. třináct z těchto autorů má afilaci k VÚV TGM (tab. 2). Mapa spoluautorství vytvořená programem VOSviewer je na obr. 4. Spolupráce mezi organizacemi je znázorněna na obr. 5, mezinárodní kooperace na obr. 6. Na 97 článcích (tj. 90 %) ze 108 citujících článků se podíleli autoři z České republiky (tab. 3). Potvrzuje se tak dřívější zjištění, že lokální časopisy častěji citují lokální autoři [33]. Neanglické články též obecně získávají méně citací [33, 34]. Kirchik et al. [35] ukázali na příkladu ruských autorů, že i lokální autoři publikující v zahraničních (převážně anglicky psaných časopisech) mají tendenci méně citovat články v lokálních jazycích, než když píší článek pro časopis v lokálním jazyce.

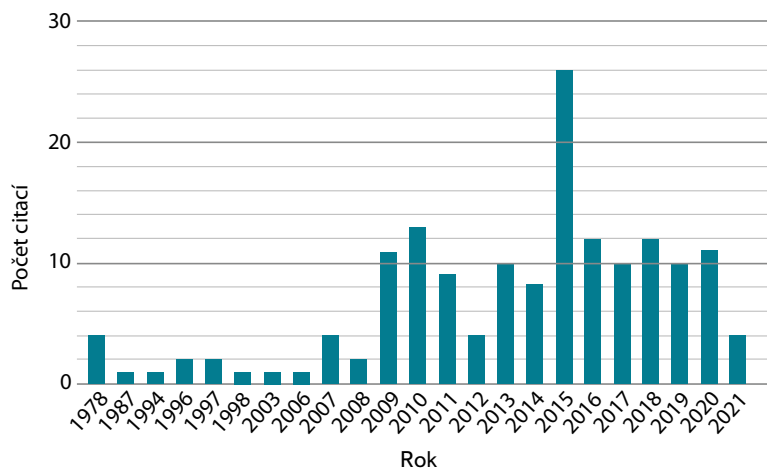
Ze 152 citovaných článků bylo 59 (tj. 39 %) autocitováno některým z autorů citovaného článku. Autocitace byly použity ve 40 (tj. 37 %) citujících článcích. Autocitace nejsou ze své podstaty problematické, neboť existuje mnoho důvodů pro autocitace, např. mohou odkazovat na dřívější experiment, zasadit článek do kontextu předchozích prací apod. [36]. Autocitace se stávají problémem pouze tehdy, když jsou falešné nebo neopodstatněné. Szomszor et al. [37] uvádějí řadu studií, jež se problematice autocitací věnují. Taktéž navrhli grafický postup identifikace nadměrných autocitací, ovšem současně poukázali na nutnost odborné interpretace jednotlivých citačních profilů. Podrobná analýza autocitací proto nebyla předmětem této studie.

Oblasti výzkumu, v nichž se citují články publikované ve VTEI

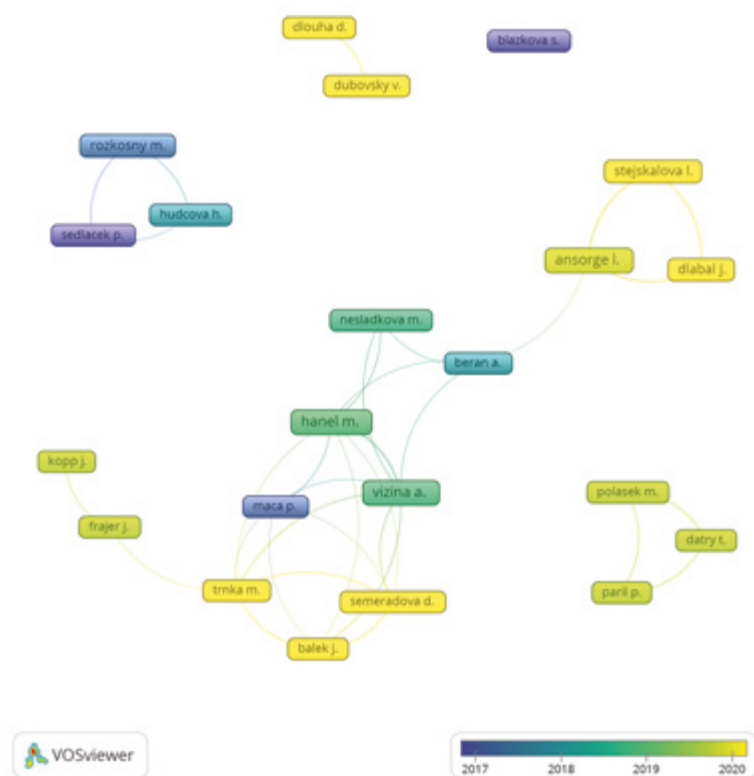
Zařazení časopisů, v nichž jsou publikovány články citující VTEI, do oblastí výzkumu podle databáze Scopus uvádí tab. 4. Vlastní zařazení jednotlivých článků, jež citují články z VTEI, bylo provedeno pomocí analýzy klíčových slov. Analýza klíčových slov citujících článků může identifikovat výzkumné oblasti, v nichž se uplatňují články publikované v časopise VTEI, odhalit vnitřní vztah mezi výzkumnými obšahy a odhalit obecný směr výzkumu. Kromě analýzy klíčových slov je možno obsah článků studovat pomocí textové analýzy jejich názvů, abstraktů nebo samotného textu publikací. Celkem 11 klíčových slov bylo v citujících článcích použito 3x a vícekrát. Nejčastěji (9x) bylo použito klíčové slovo „climate change“ (tab. 5). Mapa klíčových slov je zobrazena na obr. 7. Je z ní patrné, že články v časopise VTEI jsou citovány zejména články zaměřenými na dvě výzkumné oblasti. První z nich je problematika klimatické změny a hydrologických extrémů (zejména sucha), tj. oblast, která má přímý dopad na dostupnost vodních zdrojů. Druhou je oblast věnující se znečištění vod a jejímu hodnocení, např. pomocí vodní stopy. Tato zjištění nejsou překvapivá, uvážíme-li, kteří autoři nejčastěji citují články publikované ve VTEI. Jde o Adama Vizinu a Libora Ansorgeho (oba s devíti citacemi článků ve VTEI), přičemž tým kolem A. Viziny je zaměřen na hydrologický výzkum a tým L. Ansorgeho zase na výzkum vodní stopy.

Tab. 2. Nejaktivnější autoři citující články ve VTEI
Tab. 2. Most active authors citing papers in VTEI journal

Autor/ Author	Klastr/ Cluster	Počet článků/ Number of articles	Afiliace k VÚV TGM /Affiliation to WRI TGM
Vizina, A.	1	9	ano/yes
Hanel, M.	1	8	ano/yes
Beran, A.	1	3	ano/yes
Nesládková, M.	1	3	ano/yes
Máca, P.	2	4	ne/no
Trnka, M.	2	4	ne/no
Balek, J.	2	3	ne/no
Semerádová, D.	2	3	ne/no
Ansorge, L.	3	9	ano/yes
Stejskalová, L.	3	6	ano/yes
Dlabal, J.	3	5	ano/yes
Datry, T.	4	3	ne/no
Pařil, P.	4	3	ano/yes
Polášek, M.	4	3	ano/yes
Rozkošný, M.	5	5	ano/yes
Hudcová, H.	5	3	ano/yes
Sedláček, P.	5	3	ano/yes
Dlouhá, D.	6	3	ne/no
Dubovský, V.	6	3	ne/no
Frajer, J.	7	3	ne/no
Kopp, J.	7	3	ne/no
Blažková, Š.	8	3	ano/yes

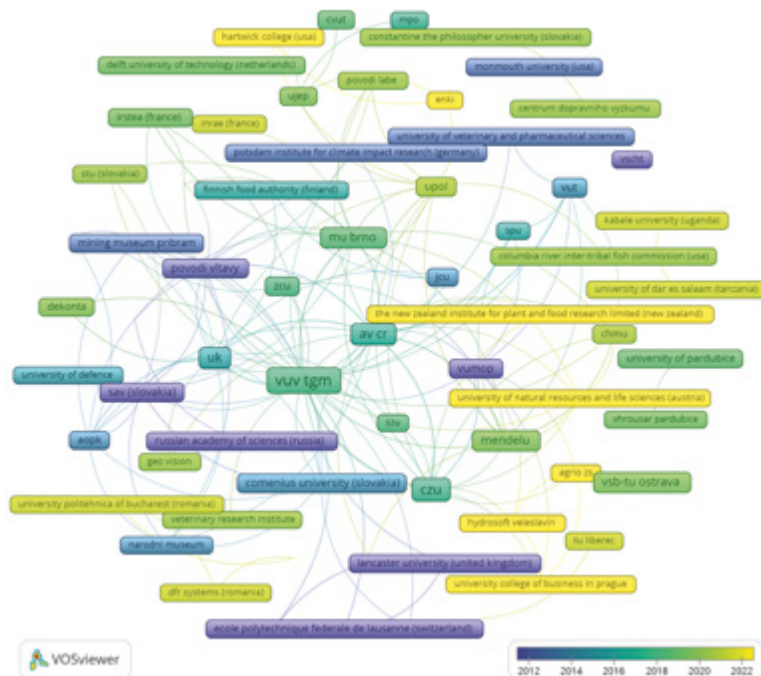


Obr. 3. Počet citací, které získaly články publikované v časopise VTEI v příslušném roce
Fig. 3. Number of citations of articles published in VTEI in the relevant year



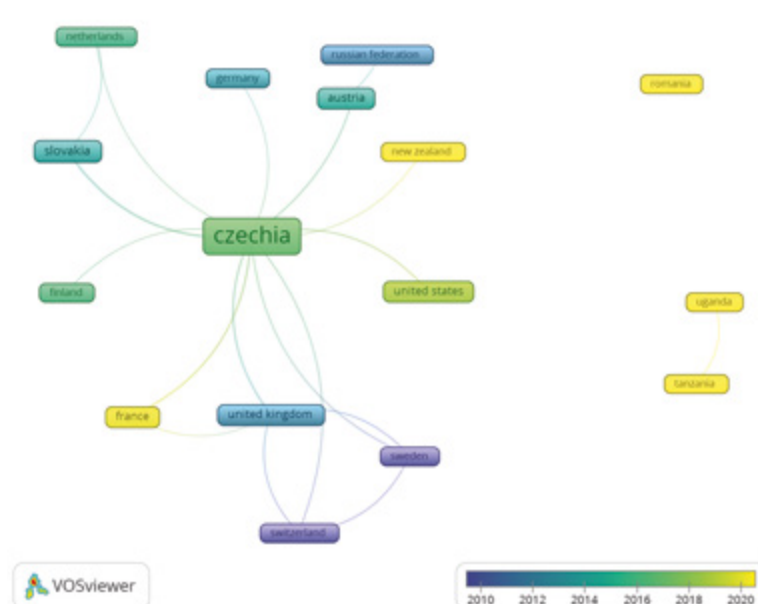
Obr. 4. Mapa spolupracujících autorů, kteří minimálně ve třech článcích indexovaných v databázi Scopus citovali časopis VTEI

Fig. 4. Map of co-authorship who have cited the VTEI journal in at least three articles indexed in the Scopus database



Obr. 5. Mapa spolupráce mezi institucemi na článcích indexovaných v databázi Scopus, které citující články publikované ve VTEI

Fig. 5. Map of collaboration between institutions on articles indexed in the Scopus database that cite articles published in VTEI



Obr. 6. Mapa mezinárodní spolupráce na článcích indexovaných v databázi Scopus, které citují články publikované ve VTEI

Fig. 6. Map of international collaboration on articles indexed in the Scopus database that cite articles published in VTEI

Tab. 3. Mezinárodní spolupráce na článcích citujících články ve VTEI

Tab. 3. International cooperation on articles citing papers in VTEI journal

Země/ Country	Klastr/ Cluster	Počet článků/ Number of articles
Czechia	1	97
Finland	1	1
Germany	1	1
Sweden	2	2
Switzerland	2	2
United Kingdom	2	3
Austria	3	3
Russian Federation	3	2
Netherlands	4	2
Slovakia	4	7
Tanzania	5	1
Uganda	5	1
New Zealand	6	1
Romania	7	1
France	8	3
United States	9	3

Tab. 4. Zařazení citujících článků do oblastí výzkumu podle Scopusu
Tab. 4. Classification of citing articles into research areas according to Scopus

Oblast ve Scopusu/ Scopus subject area	Počet článků/ Number of articles
Environmental science	67
Agricultural and biological sciences	37
Social sciences	32
Earth and planetary sciences	25
Engineering	16
Biochemistry, genetics and molecular biology	14
Energy	6
Chemical engineering	5
Chemistry	4
Decision sciences	4
Medicine	4
Arts and humanities	3
Business, management and accounting	2
Mathematics	2
Computer science	1
Economics, econometrics and finance	1
Materials science	1
Neuroscience	1
Pharmacology, toxicology and pharmaceutics	1
Physics and astronomy	1

Tab. 5. Společný výskyt klíčových slov
Tab. 5. Keywords co-occurrence

Klíčové slovo/ Keyword	Kluster/ Cluster	Výskyt/ Occurrence
Climate change	1	9
Hydrological balance	1	3
Hydrological drought	1	3
Water resources	1	3
Grey water footprint	2	5
Pollution	2	5
Water quality	2	5
Czech Republic/ Czechia	3	8
Drought	3	3
Evaporation	4	3
Wastewater	5	3

ZÁVĚR

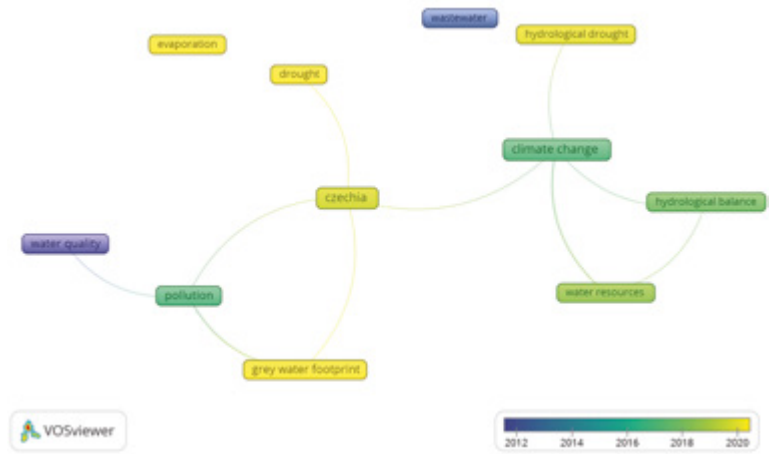
Provedená analýza se zaměřila na citovanost článků publikovaných ve VTEI v časopisech indexovaných v databázi Scopus. K 15. únoru 2022 bylo nalezeno celkem 152 citací článků publikovaných ve VTEI, které citovalo celkem 108 článků indexovaných v databázi Scopus. Analýzu citovanosti komplikuje zejména používání různých variant zápisu, a někdy dokonce i chybný zápis názvu časopisu. Články ve VTEI byly citovány autory z 66 institucí sídlících v 16 zemích. Většina citací však byla od týmů, z nichž alespoň jeden autor pocházel z České republiky a často i z VÚV TGM, vydavatele časopisu VTEI (46 %).

Z hlediska rozložení citací v čase lze odlišit tři období. Před rokem 2009 dochází ke sporadickému citování článků publikovaných ve VTEI. Po roce 2009 jsou již články publikované ve VTEI citovány pravidelně, přičemž od roku 2018 je patrný zvýšený počet citací. V letech 2020 a 2021 pak dochází k překročení počtu 30 citovaných článků ročně. Většinu citací (86 %) získávají články během šesti let od vydání.

Provedená analýza prokázala, že časopis VTEI patří mezi zdroje odborných informací řady vědeckých týmů, a to nejen v České republice.

Poděkování

Tato studie vznikla s podporou Dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka. Autor chce rovněž poděkovat dvěma recenzentům za podnětné připomínky v rámci recenzního řízení, které přispěly k vyšší kvalitě článku.



Obr. 7. Mapa společného výskytu klíčových slov (poznámka: mapa vznikla až po záměně termínu „Czech Republic“ za termín „Czechia“)
Fig. 7. Map of keywords co-occurrence (note: the map was created after the term „Czech Republic“ was replaced by „Czechia“)

Literatura

- [1] ANSORGE, L. Vývoj citovanosti časopisu VTEI. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [on-line]. 2021, 63(2), s. 50–51 [vid. 19. duben 2021]. ISSN 0322-8916, eISSN 1805-6555. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2021/04/vyvoj-citovanosti-casopisu-vtei/>
- [2] VAVŘÍKOVÁ, L. *Úvod do scientometrie* [on-line]. Praha: Ústav informačních studií a knihovnictví FF UK v Praze, 2008. Dostupné z: https://sites.ff.cuni.cz/uisk/wp-content/uploads/sites/62/2016/01/%C3%9Avod-do-scientometrie_Vav%C5%99%C3%ADkov%C3%A1.pdf
- [3] GARFIELD, E. Citation Analysis as a Tool in Journal Evaluation. *Science* [on-line]. 1972, 178(4060), s. 471–479 [vid. 30. prosinec 2021]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi: 10.1126/science.178.4060.471
- [4] MOED, H. F. *Citation Analysis in Research Evaluation* [on-line]. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2005 [vid. 30. prosinec 2021]. Information Science and Knowledge Management. ISBN 978-1-4020-3713-9. Dostupné z: doi: 10.1007/1-4020-3714-7
- [5] WALTER, G., FISHER, K., BLOCH, S., HUNT, G. Counting on Citations: A Flawed Way to Measure Quality. *Medical Journal of Australia* [on-line]. 2003, 178(6), s. 280–281 [vid. 26. leden 2022]. ISSN 1326-5377. Dostupné z: doi: 10.5694/j.1326-5377.2003.tb05196.x
- [6] SIMKIN, M. V., ROYCHOWDHURY, V. P. Read before You Cite! *Complex Systems* [on-line]. 2003, 14, s. 269–274 [vid. 6. únor 2022]. Dostupné z: <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0212043>
- [7] HIRSCH, J. E. An Index to Quantify an Individual's Scientific Research Output. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [on-line]. 2005, 102(46), s. 16569–16572 [vid. 12. srpen 2021]. ISSN 0027 8424, 1091-6490. Dostupné z: doi: 10.1073/pnas.0507655102
- [8] EGGHE, L. Theory and Practise of the G-Index. *Scientometrics* [on-line]. 2006, 69(1), s. 131–152 [vid. 28. září 2021]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-006-0144-7
- [9] BORNMANN, L., MUTZ, R., DANIEL, H. D. Are There Better Indices for Evaluation Purposes Than the H Index? A Comparison of Nine Different Variants of the H Index Using Data from Biomedicine. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* [on-line]. 2008, 59(5), s. 830–837 [vid. 6. únor 2022]. ISSN 1532-2890. Dostupné z: doi: 10.1002/asi.20806
- [10] GARFIELD, E. Journal Impact Factor: A Brief Review. *CMAJ* [on-line]. 1999, 161(8), s. 979–980 [vid. 6. únor 2022]. ISSN 0820-3946, 1488-2329. Dostupné z: <https://www.cmaj.ca/content/161/8/979>
- [11] REYES-GONZALEZ, L., GONZALEZ-BRAMBILA, C. N., VELOSO, F. Using Co-Authorship and Citation Analysis to Identify Research Groups: A New Way to Assess Performance. *Scientometrics* [on-line]. 2016, 108(3), s. 1171–1191 [vid. 19. leden 2022]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-016-2029-8
- [12] THELWALL, M. The Influence of Highly Cited Papers on Field Normalised Indicators. *Scientometrics* [on-line]. 2019, 118(2), s. 519–537 [vid. 25. leden 2022]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192 018 03001 y
- [13] MENDOZA, M. Differences in Citation Patterns Across Areas, Article Types and Age Groups of Researchers. *Publications* [on-line]. 2021, 9(4), s. 47 [vid. 31. prosinec 2021]. Dostupné z: doi: 10.3390/publications9040047
- [14] KACEM, A., FLATT, J. W., MAYR, P. Tracking Self-Citations in Academic Publishing. *Scientometrics* [on-line]. 2020, 123(2), s. 1157–1165 [vid. 17. září 2021]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-020-03413-9
- [15] IOANNIDIS, J. P. A., KLAIVANS, R., BOYACK, K. W. Thousands of Scientists Publish a Paper Every Five Days. *Nature* [on-line]. 2018, 561, 7722, s. 167–169 [vid. 25. leden 2022]. Dostupné z: doi: 10.1038/d41586-018-06185-8
- [16] PINA, D. G., BARAĆ, L., BULJAN, I., GRIMALDO, F., MARUŠIĆ, A. Effects of Seniority, Gender and Geography on the Bibliometric Output and Collaboration Networks of European Research Council (ERC) Grant Recipients. *PLOS ONE* [on-line]. 2019, 14(2), e0212286 [vid. 25. leden 2022]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0212286
- [17] BAAS, J., SCHOTTEN, M., PLUME, A., CÔTÉ, G., KARIMI, R. Scopus as a Curated, High-Quality Bibliometric Data Source for Academic Research in Quantitative Science Studies. *Quantitative Science Studies* [on-line]. 2020, 1(1), s. 377–386 [vid. 15. leden 2022]. ISSN 2641-3337. Dostupné z: doi: 10.1162/qss_a_00019
- [18] AKSNES, D. W., SIVERTSEN, G. A Criteria-Based Assessment of the Coverage of Scopus and Web of Science. *Journal of Data and Information Science* [on-line]. 2018, 4(1), s. 1–21 [vid. 23. srpen 2021]. Dostupné z: doi: 10.2478/jdis-2019-0001
- [19] BAKKALBASI, N., BAUER, K., GLOVER, J., WANG, L. Three Options for Citation Tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. *Biomedical Digital Libraries* [on-line]. 2006, 3(1), s. 7 [vid. 10. červenec 2021]. ISSN 1742-5581. Dostupné z: doi: 10.1186/1742-5581-3-7
- [20] AGHAEI CHADEGANI, A., SALEHI, H., YUNUS, M., FARHADI, H., FOOLADI, M., FARHADI, M., ALE EBRAHIM, N. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases [on-line]. *Asian Social Science*. 2013, 9(5), s. 18–26 [vid. 11. červenec 2021]. Dostupné z: <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- [21] PRANCKUTĖ, R. Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World. *Publications* [on-line]. 2021, 9(1), s. 12. ISSN 2304-6775. Dostupné z: doi: 10.3390/publications9010012
- [22] BIRKLE, C., PENDLEBURY, D. A., SCHNELL, J., ADAMS, J. Web of Science as a Data Source for Research on Scientific and Scholarly Activity. *Quantitative Science Studies* [on-line]. 2020, 1(1), s. 363–376 [vid. 15. leden 2022]. ISSN 2641-3337. Dostupné z: doi: 10.1162/qss_a_00018

[23] RIEDER, M. Úvodník. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2015, 57(3–4), s. 1. ISSN 0322-8916.

[24] VAN ECK, N. J., WALTMAN, L. Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics* [on-line]. 2010, 84(2), s. 523–538 [vid. 18. leden 2022]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-009-0146-3

[25] MCALLISTER, J. T., LENNERTZ, L., ATENCIO MOJICA, Z. Mapping a Discipline: A Guide to Using VOSviewer for Bibliometric and Visual Analysis. *Science & Technology Libraries* [on-line]. 2021, roč. v tisku, s. 1–30 [vid. 19. leden 2022]. ISSN 0194-262X. Dostupné z: doi: 10.1080/0194262X.2021.1991547

[26] VAN ECK, N. J., WALTMAN, L. VOS: A New Method for Visualizing Similarities between Objects. In: DECKER, R., LENZ, H. J. (eds.). *Advances in Data Analysis* [on-line]. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007, s. 2299–306. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization. ISBN 978-3-540-70981-7. Dostupné z: doi: 10.1007/978-3-540-70981-7_34

[27] GLÄNZEL, W., MOED, H. F. Opinion Paper: Thoughts and Facts on Bibliometric Indicators. *Scientometrics* [on-line]. 2013, 96(1), s. 381–394 [vid. 19. únor 2022]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-012-0898-z

[28] GALIANI, S., GÁLVEZ, R. H. An Empirical Approach Based on Quantile Regression for Estimating Citation Ageing. *Journal of Informetrics* [on-line]. 2019, 13(2), s. 738–750 [vid. 17. leden 2022]. ISSN 1751-1577. Dostupné z: doi: 10.1016/j.joi.2019. 03. 014

[29] ROGERS, G., SZOMSZOR, M., ADAMS, J. Sample Size in Bibliometric Analysis. *Scientometrics* [on-line]. 2020, 125(1), s. 777–794 [vid. 19. únor 2022]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-020-03647-7

[30] VIZINA, A., HORÁČEK, S., HANEL, M. Nové možnosti modelu Bilan. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [on-line]. 2015, 57(4–5), s. 7–10. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2015/08/nove-moznosti-modelu-bilan/>

[31] ZAHŘÁDKOVÁ, S., HÁJEK, O., TREML, P., PAŘIL, P., STRAKA, M., NĚMEJCOVÁ, D., POLÁŠEK, M., ONDRÁČEK, P. Hodnocení rizika vysychání drobných vodních toků v České republice. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [on-line]. 2015, 57(6), s. 4–16. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2015/12/hodnoceni-rizika-vysychani-drobnych-vodnich-toku-v-ceske-republice/>

[32] VÁŇA, M., WANNER, F., MATOUŠOVÁ, L., FUKSA, J. K. Možnosti odstraňování vybraných specifických polutantů v ČOV. *Vodohospodářské technologicko-ekonomické informace* [on-line]. 2010, 52(2), s. 1–16. Dostupné z: www.scopus.com nebo https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2010_2.pdf

[33] LIANG, L., ROUSSEAU, R., ZHONG, Z. Non-English Journals and Papers in Physics and Chemistry: Bias in Citations? *Scientometrics* [on-line]. 2013, 95(1), s. 333–350 [vid. 7. listopad 2021]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-012-0828-0

[34] LIU, W. The Changing Role of Non-English Papers in Scholarly Communication: Evidence from Web of Science's Three Journal Citation Indexes. *Learned Publishing* [on-line]. 2017, 30(2), s. 115–123 [vid. 16. leden 2022]. ISSN 1741-4857. Dostupné z: doi: 10.1002/leap.1089

[35] KIRCHIK, O., GINGRAS, Y., LARIVIÈRE, V. Changes in Publication Languages and Citation Practices and their Effect on the Scientific Impact of Russian Science (1993–2010). *Journal of the American Society for Information Science and Technology* [on-line]. 2012, 63(7), s. 1411–1419 [vid. 16. únor 2022]. ISSN 1532-2890. Dostupné z: doi: 10.1002/asi.22642

[36] HARTLEY, J. To Cite or not to Cite: Author Self-Citations and the Impact Factor. *Scientometrics* [on-line]. 2012, 92(2), s. 313–317 [vid. 8. říjen 2021]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-011-0568-6

[37] SZOMSZOR, M., PENDLEBURY, D. A., ADAMS, J. How Much Is Too Much? The Difference between Research Influence and Self-Citation Excess. *Scientometrics* [on-line]. 2020, 123(2), s. 1119–1147 [vid. 19. únor 2022]. ISSN 1588-2861. Dostupné z: doi: 10.1007/s11192-020-03417-5

Autor

Ing. Libor Ansorge, Ph.D.

✉ libor.ansorge@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-3963-8290

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.001

CITATION ANALYSIS OF VTEI

ANSORGE, L.

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague

Keywords: VTEI — citation analysis — Scopus — citations

The citation rate of a journal is considered an indicator of the quality of the journal. In this study, the citation analysis of the VTEI journal is presented. The citation analysis was conducted to identify the countries and institutions of authors who cite articles published in VTEI and the subject areas in which articles published in VTEI are cited. The identification of citing articles was complicated by the wide range of forms of VTEI journal name notation and errors in the Scopus database. Therefore, the search was performed in several steps and the search query was gradually expanded. Descriptive statistics methods and cluster analysis using VOSviewer software were used for the analyses. Total 126 publications were searched in the Scopus database, but only 108 publications were included in the analysis. These 108 articles quoted 152 articles published in VTEI. The number of VTEI citations has increased from sporadic citations prior to 2009 to more than 20 citing publications respectively more than 30 cited publications in 2020 and 2021. The majority of citations were received by articles published in VTEI within the first 6 years of publication, and the citation rate for articles published between 2009 and 2021 is relatively even. Authors from 66 institutions in 16 countries, mainly in Europe, contributed to the citing publications. However, authors from the Czech Republic were dominantly involved in citations and in many cases, these were authors of articles published in VTEI. The main areas where articles published in VTEI are cited are environmental sciences, specifically the impacts of climate change on water management and hydrology and water quality assessment using the water footprint.



Autoři VTEI

RNDr. Dana Baudišová, Ph.D.

Státní zdravotní ústav, Praha

✉ dana.baudisova@szu.cz
www.szu.cz



RNDr. Dana Baudišová, Ph.D., v roce 1988 ukončila obor Obecná biologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a v roce 2000 ukončila na téže fakultě doktorandské studium mikrobiologie. Od roku 1993 pracovala 23 let ve VÚV TGM, v. v. i., kde se zabývala mikrobiologií vody (metody mikrobiologických analýz, mikrobiální kontaminace povrchových a odpadních vod, výzkum mikrobiálního znečištění, jeho zdrojů a eliminace). Od roku 2017 pracuje v oddělení hygieny vody Státního zdravotního ústavu se zaměřením na mikrobiologii pitných, koupacích a recyklovaných vod.

Mgr. Marek Havlíček, Ph.D.

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., pobočka Brno
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno

✉ marek.havlicek@vukoz.cz, ✉ marek.havlicek@cdv.cz
www.vukoz.cz, www.cdv.cz



Mgr. Marek Havlíček, Ph.D., vystudoval Přírodovědeckou fakultu Masarykovy univerzity, obor Fyzická geografie. V letech 2001 až 2007 pracoval v Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR v Brně. Od roku 2007 je zaměstnán jako vědecký pracovník na brněnské pobočce VÚKOZ v odboru ekologie krajiny, od roku 2013 částečně pracuje také v Centru dopravního výzkumu. Zaměřuje se především na hodnocení dlouhodobých změn využití krajiny, historický vývoj vodních ploch, zelenou infrastrukturu krajiny, vztah dopravy a životního prostředí a další krajinně-ekologická témata. Je autorem a spoluautorem řady publikací v mezinárodních i tuzemských odborných časopisech, několika monografií, certifikovaných metodik a specializovaných map. Je řešitelem a spoluřešitelem výzkumných i komerčních projektů, spolupracuje s odborníky z dalších vědeckých institucí, z vysokých škol, se zástupci státní správy a s veřejností.

Mgr. Silvie Semerádová

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ silvie.semeradova@vuv.cz
www.vuv.cz



Mgr. Silvie Semerádová vystudovala kartografii a geoinformatiku na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Od roku 2005 pracuje ve VÚV TGM, v. v. i., v oddělení Hydroekologického informačního systému, kde se podílí na správě a aktualizaci datových sad a provozu a rozvoji systému. Od roku 2008 se zabývá problematikou Rámcové směrnice o vodách a reportingem datových sad do evropských systémů. Při přípravě podkladů pro reporting emisí do vodního prostředí vyvstala potřeba rozšířit datovou základnu, což vedlo k účasti na několika projektech zaměřených tímto směrem. Problematicou emisí se zabývá také jako externí expert při European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine water pro European Environmental Agency.

Ing. Dagmar Vološinová

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ dagmar.volosinova@vuv.cz
www.vuv.cz



Ing. Dagmar Vološinová je zaměstnancem VÚV TGM, v. v. i., v Praze od roku 2002. Absolvovala Fakultu agronomickou České zemědělské univerzity v Praze. V rámci působení v Centru pro hospodaření s odpady (CeHO) se zabývá problematikou odpadové stopy, odpadového a oběhového hospodářství. V současnosti se jako hlavní řešitelka nebo spoluřešitelka podílí na řešení projektů nakládání s odpady, a to zejména potravinovými, komunálními a stavebně demoličními v České republice i zahraničí.

Ing. Anna Kólová

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ anna.kolova@vuv.cz
www.vuv.cz



Ing. Anna Kólová je zaměstnancem Oddělení vodárenství a čištění odpadních vod VÚV TGM, v. v. i., od roku 2018. V témže roce ukončila magisterské studium oboru Ochrana a využívání přírodních zdrojů na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů na České zemědělské univerzitě. Zaměřuje se především na možnosti dočištění odpadních vod od specifických mikropolutantů, které klasické čistírenské procesy nejsou schopny efektivně eliminovat. V této oblasti se zabývá zejména možnostmi adsorpce mikropolutantů na granulovaném aktivním uhlí.

Ing. Libor Ansorge, Ph.D.

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ libor.ansorge@vuv.cz
www.vuv.cz



Ing. Libor Ansorge, Ph.D., je zaměstnancem VÚV TGM, v. v. i., od roku 2011 a od roku 2018 vykonává funkci náměstka pro výzkumnou a odbornou činnost. V roce 1997 ukončil inženýrské studium na Fakultě stavební Českého vysokého učení technického v Praze, obor Vodní hospodářství a vodní stavby, a v roce 2017 na stejné fakultě pak doktorský studijní program obor Inženýrství životního prostředí. Profesně se zabývá širokým spektrem problémů spojených s užíváním vody se zaměřením na budoucí potřeby vody pro společnost a na environmentální hodnocení užívání vody. Jako hlavní řešitel nebo člen řešitelského týmu se podílí či podílel na řešení několika výzkumných projektů.

Rozhovor s Dr. Yelizavetou Chernysh, novou ukrajinskou vědeckou pracovnící ve VÚV TGM



Paní doktorko, víme o vás, že jste působila na Ukrajině jako výzkumník se zaměřením na odpadní vody a odpady jako takové. Můžete nám v krátkosti popsat vaše zkušenosti?

Mám desetiletou zkušenost s výzkumem týkajícím se čištění komunálních odpadních vod a kalů a s dlouhodobou spoluprací v této oblasti v ukrajinském regionu Sumy. Dříve jsem se věnovala základním stupňům anaerobní digesce čistírenských kalů a fosfosádrových odpadů za biosulfidogenních podmínek a vlivům předúpravy ozonem na biologickou rozložitelnost čistírenských kalů. Výsledkem mé práce bylo např. zjištění, že předúprava kalu před procesem anaerobní digesce vedou k zefektivnění procesu odstraňování organické hmoty za mezofilních podmínek. Těchto témat se týkala i má disertační práce „Vědecké základy ekologicko-synergického přístupu k procesu využití fosfosádry ke snižování antropogenní zátěže životního prostředí“.

Rovněž působím jako ředitelka Mezinárodního inovačního a aplikovaného centra Aquatic Artery v regionu Sumy, které rozvíjí spolupráci v oblasti ochrany vod a recyklace odpadních vod.

Jaké problematice se věnují vaše poslední projekty?

Moje výzkumná činnost se zaměřuje na technologie a procesy ochrany životního prostředí, zejména na využití biotechnologií při recyklaci odpadů se zvláštní pozorností věnovanou předúpravě a využití odpadů k biokonverzi a výrobě bioproduktů (bioplyn, bio hnojivo, biosíra atd.). Do sféry mého vědeckého zájmu patří rovněž teoretické a praktické aspekty synergického konceptu procesů nelineárních ekosystémů, včetně odhadu antropogenních vlivů.

Mezi projekty, které se týkají této oblasti, mohu uvést např. grant pro vytvoření multidisciplinárního výzkumného týmu „Bioenergetické procesy recyklace odpadu“ nebo společný ukrajinsko-český projekt „Bioenergetické inovace v recyklaci odpadu a racionálním využívání přírodních zdrojů“.

Předtím než jste z Ukrajiny byla nucena odejít, umožňovala situace ve vašem městě, abyste vy a vaši spolupracovníci mohli pokračovat alespoň částečně ve své práci, nebo bylo nutné činnost na projektech zcela zastavit?

Než jsem v březnu 2022 opustila Sumy, byly kvůli složité vojenské situaci vyhlášeny univerzitní prázdniny.

V České republice jste krátce. Pochopitelně prvotní bylo zajistit pro sebe a své příbuzné základní potřeby jako bydlení a následně pak i zaměstnání. Nabízí se proto otázka – jak se vám pracuje s českým týmem? Máte možnost uplatnit své zkušenosti v rámci některého z již řešených projektů?

Český tým ve Výzkumném ústavu vodohospodářském se ke mně a mé rodině zachoval velmi dobře. Jsem moc vděčná za jejich podporu. Nyní se jako výzkumný pracovník podílím na činnosti Oddělení vodovodů a čištění odpadních vod a též Centra Voda a doufám, že po mých zkušenostech bude poptávka. Diskutovali jsme například o možnostech rozvoje výzkumné sítě v mezinárodním měřítku a také o podání přihlášek do programu Horizon Europe. Domnívám se, že moje činnost v centru Aquatic Artery přesně koresponduje s mezinárodní grantovou činností Centra Voda.

Je nějaké téma, jež by bylo možné přihlásit jako projekt do některé z dalších výzkumných výzev v České republice a na němž byste mohla pracovat i po případném návratu na Ukrajinu?

Témata související s čištěním čistírenských kalů a zpracováním fosfosádry – vzhledem k tomu, že jejich recyklace je dnes ve světě velmi důležitá – se, myslím, dají rozvíjet jak v České republice, tak i na Ukrajině, a to na úrovni národních soutěží i prostřednictvím žádostí o dotace v rámci EU.

Těším se na plodnou práci ve vašem ústavu i na spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze. Doufám, že tato spolupráce bude pokračovat a dlouhodobě se rozvíjet i po mém návratu na Ukrajinu.

Děkujeme za vaši práci pro VÚV TGM i za čas, který jste věnovala našemu rozhovoru.

Redakce VTEI

Dr. Yelizaveta Chernysh

Působí na Katedře ekologie a technologií ochrany životního prostředí Sumské státní univerzity (SSU, Ukrajina) a nyní též ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, v. v. i. (VÚV TGM). Yelizaveta Chernysh se narodila roku 1987. Po dosažení magisterského titulu v oboru Ekologie a ochrana životního prostředí (2010) v roce 2019 na SSU obhájila disertační práci v oboru Ekologická bezpečnost a získala tak titul doktor technických věd (2020). V následujícím roce se habilitovala na Katedře ekologie a technologií ochrany životního prostředí tamtéž. Kromě svého působení na Sumské státní univerzitě pracuje jako ředitelka Mezinárodního inovačního a aplikovaného centra Aquatic Artery v regionu Sumy na Ukrajině. Získala řadu ocenění a zahraničních stipendií (Německo, Francie). Je recenzentkou mnoha prestižních vědeckých publikací a členkou několika odborných mezinárodních organizací (např. Solid Waste Association of North America a Hong Kong Chemical, Biological & Environmental Engineering Society). Momentálně působí jako výzkumná pracovníce ve VÚV TGM v Praze a vyučuje na České zemědělské univerzitě v Praze.





Posouzení rizik jako komplexní přístup k ochraně zdrojů pitné vody

Zásobování pitnou vodou a její kvalita společně tvoří jeden ze základních pilířů moderní společnosti. Tomu odpovídá i cíl Mezinárodní asociace pro vodu (IWA) – dobrá, nezávadná a pitná voda, která se těší důvěře spotřebitele a již lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel zároveň oceňuje i její chuť a estetický vzhled. Aby mohly být tyto cíle splněny, je důležité stanovit požadavky na kvalitu pitné vody a také mít průběžně pod kontrolou celý proces výroby a distribuce pitné vody, včetně všech rizikových míst. V roce 2004 zveřejnila Světová zdravotnická organizace novou koncepci založenou na komplexním hodnocení a řízení rizik, jež zahrnuje celý systém zásobování od zdroje surové vody až po kohoutek spotřebitele. Tento přístup byl nazván „Plán pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou (Water safety plan)“. Následně byla v roce 2015 novelizována směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě [1], kde byl tento přístup založený na posouzení rizik zaveden. Nicméně tato novelizace nebyla dostatečná vzhledem k moderním potřebám. Proto byla v prosinci 2020 vydána nová směrnice EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě [2]. Jednou ze zásadních změn oproti původní verzi směrnice je článek 8, který se zabývá posouzením a řízením rizik částí povodí souvisejících s místy odběru vody určené k lidské spotřebě. Tento článek a jeho následná transpozice do české legislativy bude vyžadovat značné personální, materiální a finanční zabezpečení, jelikož jde o velmi specifickou a složitou agendu. Nutnost analyzovat současný stav datové základny, navrhnout její doplnění, optimalizovat postupy a sestavit metodiku postupu výše uvedeného posouzení a řízení rizik je důležitým krokem pro úspěšné zavedení článku 8 do praxe.

V 5. veřejné soutěži „Programu na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostor pro život“ vyhlášené Technologickou agenturou ČR byl k podpoře vybrán projekt VÚV TGM „Nástroje pro posouzení rizik částí povodí souvisejících s místy odběru vody určené k lidské spotřebě“ (SS05010210). Tento tříletý projekt začal v lednu 2022 a jeho cílem je vytvoření metodického postupu a související datové základny. Směrnice EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě požaduje, aby byl zaveden komplexní přístup k bezpečnosti vody založený na posouzení rizik, který zahrnuje celý zásobovací řetězec od povodí odběru surové vody přes vlastní odběr, úpravu a akumulaci až k distribuci pitné vody koncovým uživatelům. Při tomto posouzení rizik by se mělo vycházet ze získaných znalostí a opatření provedených v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES [3] a lépe zohledňovat aspekty dopadů změny klimatu na zdroje vody. Tento přístup by měl být také zaměřen na snižování stupně úpravy nezbytné pro výrobu vody určené k lidské spotřebě tím, že budou identifikována problematická místa odběru daného povodí a budou navržena nápravná opatření směřující ke zlepšení kvality odebírané vody. Díky tomuto komplexnímu postupu bude zaručena stálá výměna informací mezi zpracovateli posouzení rizik, dodavateli vody a příslušnými orgány. Ve zmíněném projektu budou nástroje pro posouzení rizik koncipovány tak, aby byly celostátně využitelné a napomohly implementaci požadavků podle článku 8 směrnice EU 2020/2184 v ČR. Hlavními výstupy projektu bude metodika schválená příslušným orgánem státní správy (NmetS) popisující postup identifikace a posouzení rizik, včetně návrhu efektivního využití celostátně dostupných dat, a specializovaná veřejná databáze (S). Podrobnější informace o projektu naleznete na webových stránkách (pitnavoda.vuv.cz).



Vodní nádrž Hostivař, duben 2019 (Foto: L. Jašíková)



Vodní nádrž Hostivař, duben 2019 (Foto: L. Jašíková)

Literatura

[1] Směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě

[2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě (přepracované znění)

[3] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/EC ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

Autoři

Mgr. Lucie Jašíková, Ph.D.
lucie.jasikova@vuv.cz
ORCID: 0000-0001-5209-406X

RNDr. Hana Prchalová
hana.prchalova@vuv.cz
ORCID: 0000-0003-1890-8335

Ing. Tomáš Fojtík
tomas.fojtik@vuv.cz
ORCID: 0000-0001-6480-3900

Ing. Hana Nováková, Ph.D.
hana.novakova@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-5946-4796

Ing. Jiří Pícek
jiri.picek@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-6978-6801

Mgr. Aleš Zbořil
ales.zboril@vuv.cz
ORCID: 0000-0001-8202-3879

Ing. Petr Vyskoč
petr.vyskoc@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-5006-5414

Mgr. Silvie Semerádová
silvie.semeradova@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-6633-9424

Ing. Jiří Dlabal
jiri.dlabal@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-2401-2917

VTEI/2022/4

Od roku 1959

VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE
WATER MANAGEMENT
TECHNICAL AND ECONOMICAL INFORMATION

Odborný dvouměsíčník specializovaný na výzkum v oblasti vodního hospodářství.
Je uveden v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

Ročník 64



VTEI.cz

Vydává: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6

Redakční rada:

RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., doc. Ing. Michaela Danáčová, Ph.D., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur,
doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D., Mgr. Róbert Chriateľ, Mgr. Vít Kodeš, Ph.D.,
Ing. Jiří Kučera, Ing. Martin Pavel, Ing. Jana Poárová, Ph.D., Mgr. Hana Sezimová, Ph.D.,
Dr. Ing. Antonín Tůma, Mgr. Lukáš Záruba, Ing. Marcela Zrubková, Ph.D.

Vědecká rada:

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D., prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.,
prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., RNDr. Petr Kubala, Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.,
Ing. Michael Trnka, CSc., Dr. rer. nat. Slavomír Vosika

Šéfredaktor:

Ing. Josef Nistler (josef.nistler@vuv.cz)

Odborné redaktorky:

Mgr. Zuzana Řehořová (zuzana.rehova@vuv.cz)
Mgr. Hana Beránková (web) (hana.berankova@vuv.cz)

Zdroje fotografií tohoto čísla:

VÚV, 123RF.com

Grafická úprava, sazba, tisk:

ABALON s. r. o., www.abalon.cz

Náklad 700 ks

Časopis VTEI vychází od roku 2022 v anglické mutaci,
která je k dispozici na <https://www.vtei.cz/en/>

Příští číslo časopisu vyjde v říjnu.

Pokyny autorům časopisu jsou uvedeny na www.vtei.cz

CC BY-NC 4.0

ISSN 0322-8916

ISSN 1805-6555 (on-line)

MK ČR E 6365



LUŽICKÉ HORY

Blesková povodeň způsobená velkou letní bouřkou vypláchla v červenci roku 2010 koryto levostranného přítoku Studeného potoka až na pískovcové podloží. Příval velké vody způsobil na lesních pozemcích a ve vesničce Studený mnohamilionové škody, když vyvracel stromy, strhával mostky a odnesl kus silnice.

Text a fotografii dodal Václav Sojka, www.vaclavsojka.cz.

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA**

veřejná výzkumná instituce

VTEI.cz