

Acta fytotechnica et zootechnica 4
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 109–112

ŤAŽKÉ KOVY V SEDIMENTOCH VODNÉHO TOKU ČARADICKÝ POTOK HEAVY METALS IN STREAMSEDIMENTS OF THE ČARADICE POTOK

Jana URMINSKÁ, Jana PORHAJAŠOVÁ, Peter ONDRIŠÍK

Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra

Streamsediments are considered a qualitative indicator of the environment from the environmental point of view. According to the methodology used in the study area, the Čaradice stream represents an area that has been permanently threatened by two sorts of contaminants, the physical and the chemical ones as well. The most important is the interaction between the water of the sediments and inappropriate anthropogenic activity (irresponsible gardening and agricultural activities), various waste materials in wild dumps, etc. The intensity of potential contamination depends on the sediments not polluted by risky chemical substances, without observable signs of antropogenic pollution, without negative effects on organisms, up to the sediments with documented presence of pollution. From the present contaminants there are particularly risky the chemical elements cadmium and mercury. In the study area of the Čaradice streamsediment the samples were being collected from 2005 to 2009. The concentrations of cadmium in the range from 0.0 to 3.4135 mg.kg⁻¹ Cd of dry matter, and mercury in the range of 0.018 to 1.1162 mg.kg⁻¹ Hg of dry matter were found. The analyses of the sediments samples were carried out (certificate No. 01871/101/1/2001) by the flow electrochemistry methods (EcaFlow 150GLP). It can be stated that concentrations of the observed chemical elements in the sediments varied within the commonly accepted natural content (sometimes there occurred unique anomalies of local importance). From the research it can be concluded that various antropogenic pollution and intensive traffic constitute an important source of contaminating elements and compounds for the sediments and their ecosystem of the observed area.

Key words: environment, heavy metals, streamsediment, the Čaradice stream

Kvalitné životné prostredie je jednou zo základných podmienok existencie ľudstva. Vzťahujúce problémy spojené práve so zhoršovaním kvality životného prostredia vedú ku koncentrácií úsilia štátov eliminovať negatívne zásahy do životného prostredia a napravať škody spôsobené v minulosti. Najzávažnejším sociálno-ekonomickým dôsledkom znečisteného prostredia je možné poškodzovanie zdravia obyvateľstva a škody na hospodárskej produkcií (Cibulková et al., 1991). Zvýšená pozornosť sa venuje problematike vplyvu nežiaducích chemických prvkov na životné prostredie a živé organizmy (Baudo, 1987; Warren, 1989; Beneš, 1994; Bencko et al., 1995; Khun et al., 2000; Rabant et al., 2002; Čermák et al., 2008; Andrej et al., 2009; Hronec, Vilček a Tomáš, 2010). Vodné toky sú dôležité nielen z hľadiska vodohospodárskeho, ale sú aj výrazným krajinotvoreným faktorom podmieňujúcim celkový rozvoj prírodného prostredia. Súčasťou vodných tokov sú aj sladkovodné sedimenty. Čaradický potok a jeho sediment sa stávajú zbernicou cudzorodých chemických látok, ktoré prestupujú životným prostredím a predstavujú potenciálny rizikový faktor pre živé organizmy. V dôsledku zvýšenej antropogénnej činnosti dochádza k neúmernému zvyšovaniu koncentrácie týchto prvkov nad ich limitné úrovne. Cieľom výskumu bolo analyzovať a zhodnotiť riečne sedimenty toku Čaradický potok a stanoviť koncentrácie ťažkých kovov v týchto sedimentoch.

Materiál a metódy

Čaradický potok pramení na území, ktorého geologické podložie tvoria predovšetkým neogénne a vulkanoklastické horniny bohaté na chemické prvky. Pramení v pohorí Pohronský Inovec na južnom úpätí vrchu Drienka v nadmorskej výške 616 m n. m. Preteká územím okresov Zlaté Moravce a Levice – celkom Podunajská pahorkatina, podcelkom Hronska pahorkatina a čas-

tou Bešianska pahorkatina. Ústie Čaradického potoka, ktoré je zásobované dažďovými a snehovými vodami, je zaradené do celku Štiavnické vrchy, podcelku Hodrušská hornatina a časti Slovenská brána. Monitorovaný vodný tok je pravostranný prítok Hrona a jeho celková dĺžka je 11,5 km. Na hornom toku preteká Čertovou dolinou, preteká obcami Čaradice a Kozárovce. Smer toku je prevažne severojužný, na dolnom toku juhovýchodný (Récka, 2010).

Jedným z problémov vyplývajúceho z prítomnosti potenciálne toxickej prvkov v sedimentoch je riziko ich uvoľnenia a mobilizácie v prostredí. Môžu byť významne toxicke už pri nízkych koncentráciách a ich prítomnosť v sedimentoch môže predstavovať riziko negatívnej zmeny kvality životného prostredia. V praxi často najvýznamnejším problémom spojeným s kontamináciou sedimentov, je ich využitie po vyfažení (<http://www.banske-odpady.sk/files/Michal%20%C5%A0utriepka.pdf>). Preto hodnotenie kvality sedimentov Čaradického potoka bolo založené na terénnych pozorovaniach a chemických analýzach podľa „Metodického pokynu Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 549/1998-2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží“, ďalej podľa „Prílohy č. 8, časť 3 zákona 203/2009 Z. z., ktorým sa dopĺňa zákon 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy“ a podľa „Rozhodnutia Ministerstva pôdohospodárstva SR 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde“. V hodnotení koncentrácií ťažkých kovov v sedimentoch sledovaného vodného toku, sme sa zamerali najmä na celkové obsahy rizikových prvkov (ťažkých kovov) – Cd, Pb, Hg, As, Zn a Cu. Vzorky sme odoberali ručným vzorkovačom (hmotnosť 1–5 kg). Pre stanovenie celkových obsahov kontaminantov sme použili frakciu sedimentu so zrnitosťou pod 0,125 mm. Jemné frakcie sedimentu sú schopné zachytávať vysoké obsahy potenciálne toxickej prvkov (<http://www.banske-odpady.sk/files/Michal%20%C5%A0utriepka.pdf>).

ka.pdf). Vzorky sme sušili pri teplote 40 °C a rozomleli na analytickú jemnosť 0,09 mm. K 25 g jemnozemie sme pridali 125 cm³ 2 mol·dm⁻³ HNO₃ (2 mol·dm⁻³ HNO₃ je citlivejšia pre posúdenie hygienického stavu sledovaného média). Analýzu výluhov vzoriek riečnych sedimentov sme uskutočnili analytickými postupmi podľa certifikátu č. 01871/101/1/2001 princípom prietokovej elektrochémie na prístroji EcaFlow 150GLP (v Stredu disku biológie a ekológie rastlín SPU Nitra). Vzorky sedimentov sme odoberali na vytypovaných odberových miestach, priebežne po celej dĺžke záujmového územia. **1. odberové miesto** – prameň, typický lesný ekosystém. Hrúbka brehových bahnitých sedimentov cca 20 cm, stred toku bol tvorený štrkovitými sedimentami s pomalým prúdením vody. **2. odberové miesto** – nad obcou Čaradice. Hrúbka štrkovitých sedimentov cca 30 cm. Prúd vody bol rýchlejší. **3. odberové miesto** – pod obcou Čaradice. Hrúbka bahnitých sedimentov cca 35 cm. Prietok vody bol rýchly. **4. odberové miesto** – nad vodnou nádržou Kozárovce. Dno bolo tvorené bahnitými a piesčitými sedimentami s hrúbkou cca 30 cm. Prietok vody bol pomalý. **5. odberové miesto** – vodná nádrž Kozárovce. Výška hladiny vodnej nádrže bola premenlivá, hrúbka štrkovitých sedimentov odberatých z hrádze nádrže bola cca 15 cm. **6. odberové miesto** – výpustný (regulačný) kanál vodnej nádrže Kozárovce. Koryto vodného toku bolo regulované a vykladané betónovými tvárnicami. Hrúbka piesčitých sedimentov v strede toku bola cca 5 cm, okolie brehu tvoril bahnitý sediment. **7. odberové miesto** – pod obcou Kozárovce, v mieste ústia Čaradického potoka do rieky Hron, pod mostom. Štrkovité sedimenty s väčšími valúnnimi o hrúbke cca 20 cm.

Výsledky a diskusia

Koncentrácie rizikových ľažkých kovov boli vyhodnocované na základe príslušnej platnej legislatívy pre sedimenty (Tabuľka 1.). Z odberu vzoriek sedimentov potoka oblasti v sledovanom

období rokov 2005 až 2009, sme zistili nasledovné koncentrácie vybraných ľažkých kovov: pre kadmium koncentrácie v rozmedzí 0,0–3,4135 mg·kg⁻¹ suchej hmoty; pre olovo 6,3577–73,916 mg·kg⁻¹ suchej hmoty; pre ortuf 0,018–1,1162 mg·kg⁻¹ suchej hmoty; pre arzén 0,2837–2,7841 mg·kg⁻¹ suchej hmoty; pre zinok 0,9–14,2 mg·kg⁻¹ suchej hmoty a pre med 1,0–7,1 mg·kg⁻¹ suchej hmoty. Priemerné koncentrácie ľažkých kovov za sledované obdobie sú uvedené na obrázkoch 1.–6. pH sa pohybovalo v rozmedzí 6,23–7,72. Zvýšenú pozornosť ťa štúdia koncentrácií vybraných ľažkých kovov v sedimentoch Čaradického potoka si zaslúhujú predovšetkým chemické prvky kadmium a ortuf.

Podľa hodnotenia na základe „Rozhodnutia Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky 531/1994-540“ koncentrácia kadmia v sedimentoch ako rizikového chemického prvku (Andreji et al., 2009; Urmanská, 2010), ktorého zistená hodnota z odberového miesta č. 6 (výpustný regulačný kanál vodnej nádrže Kozárovce) bola až 3,4135 mg·kg⁻¹ a č. 7 (pod obcou Kozárovce, v mieste ústia Čaradického potoka do rieky Hron, pod mostom) až 3,1913 mg·kg⁻¹ vysoko prekročili hodnotu A* (0,8 mg·kg⁻¹) o 326,7 % a 298,9 % a blížili sa k hodnote B* – koncentrácií ohrozujúcej živé organizmy (5 mg·kg⁻¹) – predstavujú vysoké riziko pre živé organizmy. Ďalej kadmium vysoko prekročilo TV – cieľovú hodnotu zanedbateľného rizika podľa „Metodického pokynu MŽP SR č. 549/98-2“ (0,8 mg·kg⁻¹) na odberových miestach č. 6. a 7. Podľa „Metodického pokynu MŽP SR č. 549/98-2“ a „Rozhodnutia Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky 531/1994-540“ zaznamenáva ortuf na odberových miestach č. 1. až 6. vyššie koncentrácie o 26,4 % až 272,07 % pre hodnotu zanedbateľného rizika (0,3 mg·kg⁻¹), oproti rizikovej hodnote 2,0 mg·kg⁻¹. Tejto hodnote sa približovalo odberové miesto č. 2 hodnotou 1,1162 mg·kg⁻¹ Hg suchej hmoty. Olovo ako chemický prvok, ktorý doprevádzza prvky kadmium a ortuf skoro vo všetkých prírodných prostrediac (Urmanská, 2010), prekračuje podľa „Rozhodnutia Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky 531/1994-540“ hodnotu A* (58,0 mg·kg⁻¹) na odberových miestach č. 6. a 3.

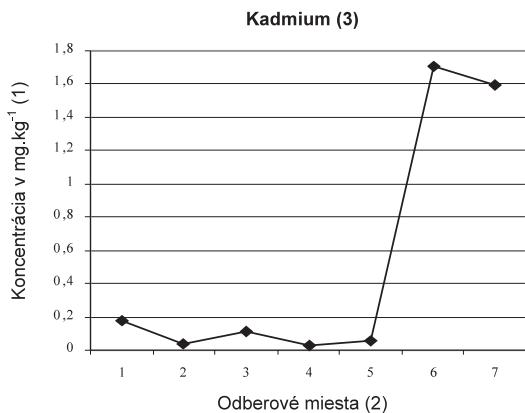
Tabuľka 1 Limitné hodnoty pre sledované prvky v sedimentoch podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 549/98-2; Prílohy č. 8, časť 3 zákona 203/2009 Z. z., ktorým sa dopĺňa zákon 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenškého kalu a dnových sedimentov do pôdy a Rozhodnutia MP SR 531/1994-540

Prvok (1)	Metodický pokyn MŽP SR 549/98-2 v mg·kg ⁻¹ sušiny (6)	Príloha č. 8 časť 3 zákona 203/2009 Z. z., ktorým sa dopĺňa zákon 188/2003 Z. z. v mg·kg ⁻¹ sušiny	Rozhodnutie MP SR 531/1994-540 v mg·kg ⁻¹ sušiny
As	TV (2) 29,0 MPC (3) 55,0	20,0	A* (4) 29,0 B* (5) 30,0
Cd	TV 0,8 MPC 12,0	10,0	A* 0,8 B* 5,0
Cu	TV 36,0 MPC 73,0	1 000,0	A* 36,0 B* 100,0
Hg	TV 0,3 MPC 10,0	10,0	A* 0,3 B* 2,0
Pb	TV 85,0 MPC 530,0	750,0	A* 58,0 B* 150,0
Zn	TV 140,0 MPC 620,0	2 500,0	A* 140,0 B* 500,0

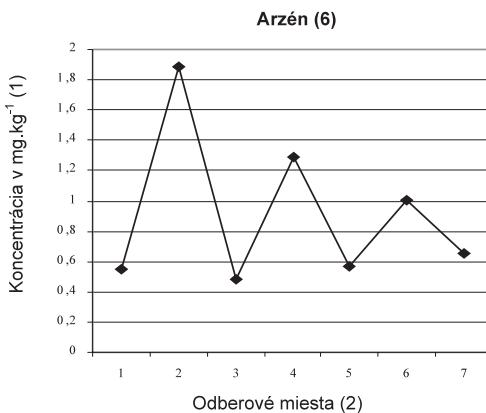
TV – cieľová hodnota zanedbateľného rizika, MPC – maximálna prípustná koncentrácia, A* – koncentrácie neohrozujúcej živé organizmy, B* – koncentrácie ohrozené živé organizmy

Table 1 Limit values of the monitored elements in the streamsediments (set by Methodical direction of Ministry of the Environment SR no. 549/98-2; Annex no. 8, part 3 to the Law 203/2009 amending Law 188/2003 about Application of Sewage Sludge and Sediments in the soil and Resolution of MA SR 531/1994-540

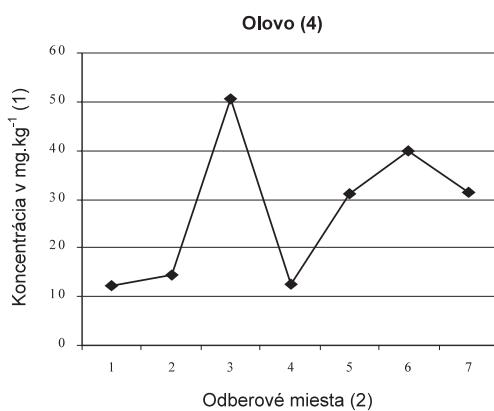
(1) element, (2) target value – fractional risk, (3) maximum permissible concentration, (4) dauntlessness concentration, (5) imperilling concentration, (6) mg·kg⁻¹ of dry matter



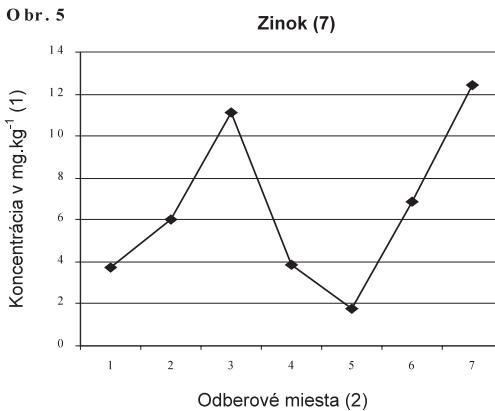
Obrázok 1



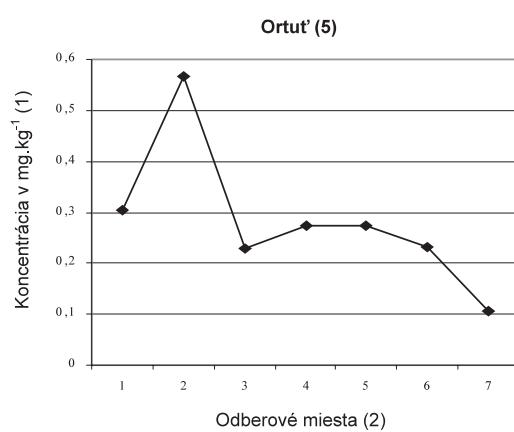
Obrázok 4



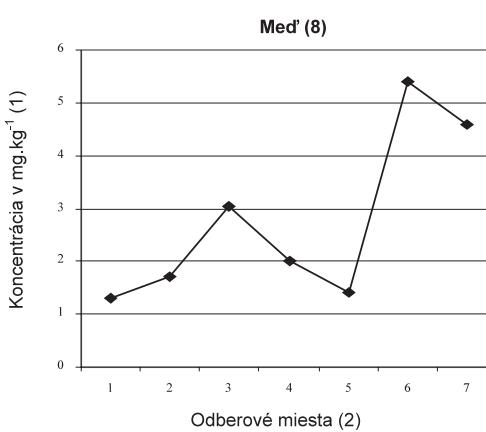
Obrázok 2



Obrázok 5



Obrázok 3



Obrázok 6

Obrázok 1–6 Priemerné koncentrácie ťažkých kovov v sedimentoch Čáradického potoka v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny

Figure 1–6 Average concentrations of heavy metals in streamsediments of the Čáradice stream in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ dry mater
(1) concentration in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, (2) sampling locality, (3) cadmium, (4) lead, (5) mercury, (6) arsenic, (7) zinc, (8) copper

o 13,86 % a 27,44 %, ale nedosahuje koncentrácie výrazne ohrozujúce živé organizmy. Podľa hodnotenia sedimentov na základe „Prílohy č. 8, časť 3 zákona 203/2009 Z. z., ktorým sa dopĺňa zákon 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy“, koncentrácie ťažkých kovov sa pohybovali pod rizikovou hranicou, neprevyšovali limitné hodnoty pre sledované prostredie. Obdobnú situáciu s neprevyšujúcimi limitnými koncentráciami ťažkých kovov v sedimentoch uvádzajú Svobodová et al. (2002) a Andrej et al. (2009). Platí to aj pre ostatné sledované prvky, ktoré nepresahujú maximálne

povolené hodnoty, podľa legislatívy pre sedimentačné prostredie. Koncentrácie As, Zn, Cu vzoriek sedimentov Čáradického potoka sú nižšie ako je hranica koncentrácie, ktorá by výrazne ohrozovala jednotlivé druhy živých organizmov sledovaného ekosystému a okolia. Všetky sedimenty vodných diel Slovenska ako uvádzajú Holobrád a Ilka (1997) majú po stránke kvalitatívnej príbežné a podobné zloženie. Líšia sa zastúpením rizikových zložiek, ktoré určujú ich biotické bezrizikové využitie. Sú funkciu geologickej stavby povodia a všetkých ľudských aktivít. Odráža sa v nich miera chemizácie hlavne poľnohospo-

dárskych orných pôd, ale aj miera znečistenia z najrozličnejších antropogénnych zdrojov (Holobrády, Ilka, 1997). V závislosti od meniacich sa chemicko-fyzikálnych vlastností sedimentu sa menia aj väzby jednotlivých kontaminantov a následne aj ich migračné schopnosti, resp. vlastnosti toxikologickej (Potančok, 1997). Migračné schopnosti, a teda následne aj vlastnosti toxikologickej sú ovplyvňované Eh, pH, teplotou (Đurža and Khun, 2002). Zmena termodynamických podmienok môže uvoľniť značnú časť potenciálne toxickej prvkov zo sedimentu, čo môže spôsobiť kontamináciu celých vodných ekosystémov (<http://www.banske-odpady.sk/files/Michal%20%C5%A0utriepka.pdf>). V danej lokalite sa pH pohybuje v rozpätí 6,23–7,72. Väčšina fažkých kovov intenzívne migruje v životnom prostredí pri pH < 7. Hodnoty okolo pH 6 prispievajú k zvýšenej migrácii rizikových fažkých kovov v ekosystéme a tým pádom aj biopristupnosti. Z terénnego makroskopického pozorovania môžeme konštatovať, že Čaradický potok je znečistený mnohými rôznorodými drobnými skladkami odpadu a nevhodnou záhradkársou činnosťou. Zaznamenaný výskyt fažkých kovov v sedimentoch oblasti je spôsobovaný najmä antropogénou aktivitou. Rizikové látky sú usadzované na brehoch (v meandrujúcich častiach potoka) a stávajú sa dlhodobo súčasťou sedimentu. Ako uvádzajú Potančok (1997) mimoriadne nebezpečný typ rizikových materiálov predstavujú kovové, sklené a plastové nádoby s obsahom tuhých a kvapalných, pre životné prostredie mimoriadne nebezpečných látok. Často sú prítomné napr. komunálne pevné odpady a nádoby so zvyškami motorových olejov a chemikálií. Z environmentálneho hľadiska možno sedimenty považovať za kvalitatívny indikátor stavu životného prostredia (Sawidis et al., 1995; Wen and Allen, 1999). Rôzne geografické rozdelenie priemyselných a sídelných aglomerácií ukazuje, že vysoké koncentrácie škodlivých látok, a teda aj rizikových fažkých kovov sa vyskytujú v ich bezprostrednom okolí a ohrozujú zdravie obyvateľstva (Tölgessy et al. 1989; El-Hasan a Jiries, 2001; Ronco et al., 2001; Rapant et al., 2002; Andreji et al., 2009; Hronec, Vilček a Tomáš, 2010; Urmanská, 2010).

Záver

V zmysle použitej metodiky, možno na sledovanom území Čaradického potoka vyčleniť určité stupne intenzity potenciálnej kontaminácie. Od sedimentov neznečistených rizikovými fažkými kovmi, po sedimenty s dokumentovateľnou prítomnosťou znečistenia. Z prítomných kontaminantov do popredia vystupujú najmä rizikové prvky kadmium a ortút. Vo vzorkách sedimentov sledovanej oblasti sme zistili nasledovné koncentrácie kadmia v rozmedzí 0,0–3,4135 mg.kg⁻¹ suchej hmoty a ortuti 0,018–1,1162 mg.kg⁻¹ suchej hmoty. Rizikovými územiami pre kadmium sú predovšetkým odberové miesta č. 2., 6. a 7. (územia ovplyvnené výraznými antropogénnymi aktivitami a frekventovanou dopravou). Možno konštatovať, že koncentrácie sledovaných chemických prvkov v sedimentoch sa pohybovali v rámci všeobecne akceptovaných obsahov (občas sa vyskytli ojedinelé anomálie lokálneho významu). Z vykonaných prác vyplýva, že pre sedimenty a okolity ekosystém predstavuje potenciálne významnejší zdroj kontaminujúcich prvkov a zlúčenín predovšetkým rôznorodý antropogénny odpadový materiál a intenzívna doprava.

Súhrn

Z environmentálneho hľadiska možno sedimenty považovať za kvalitatívny indikátor stavu životného prostredia. V zmysle pou-

žitej metodiky, možno na sledovanom území Čaradického potoka vyčleniť oblasť, ktorá je potenciálne ohrozená dvomi formami kontaminantov, fyzikálnou a chemickou. Z hľadiska závažnosti kontaminácie je najvýznamnejšia interakcia sedimentov s nevhodnou antropogénou činnosťou (nezodpovedná záhradkárska a poľnohospodárska činnosť), s odpadovým materiálom rôzneho druhu vo forme divokých skladok. Intenzita potenciálnej kontaminácie je od sedimentov neznečistených rizikovými chemickými látkami, bez pozorovateľných príznakov antropogénneho znečistenia, bez negatívnych vplyvov na organizmy. Z prítomných kontaminantov do popredia vystupujú najmä rizikové chemické prvky kadmium a ortút. Vo vzorkách sedimentov sledovanej oblasti odobratých v rokoch 2005 až 2009, sme zistili nasledovné koncentrácie kadmia v rozmedzí 0,0–3,4135 mg.kg⁻¹ suchej hmoty a ortuti 0,018–1,1162 mg.kg⁻¹ suchej hmoty. Analýzu vzoriek riečnych sedimentov sme uskutočnili (certifikát č. 01871/101/1/2001) princípom prietokovej elektrochémie (EcaFlow 150GLP). Možno konštatovať, že koncentrácie sledovaných chemických prvkov v sedimentoch sa pohybovali v rámci všeobecne akceptovaných obsahov (občas sa vyskytli ojedinelé anomálie lokálneho významu). Z vykonaných prác vyplýva, že pre sedimenty a okolity ekosystém predstavuje potenciálne významnejší zdroj kontaminujúcich prvkov a zlúčenín predovšetkým rôznorodý antropogénny odpadový materiál a intenzívna doprava.

Kľúčové slová: Čaradický potok, riečny sediment, fažké kovy, životné prostredie

Príspevok vznikol vďaka podpore grantových úloh VEGA 1/2444/05 a 1/0457/08.

Literatúra

- ANDREJI, J. – STRÁÑAI, I. – TÓTH, T. 2009. Koncentrácie fažkých kovov v svalovine rýb a dnových sedimentoch rybníka Malé Zálužie. In: Acta fytotechnica et zootechnica, 2009, č. 1, s. 13–16.
- BAUDO, R. 1987. Heavy Metal Pollution and Ecosystem Recovery. Ecological Assessment of Environmental Degradation, Pollution and Recovery, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 325.
- BENCKO, V. – CÍKRT, M. – LENER, J. 1995. Toxicke kovy v životním a pracovním prostredí človeka, Praha : Grada Publishing s. r. o., 1995, 288 s.
- BENEŠ, S. 1994. Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. II., MZ ČR, 1994, 159 s.
- CIBULKA, J. – DOMAŽLICKÁ, E. – KOZÁK, J. – KUBIZNÁKOVÁ, J. – MADER, P. – MACHÁLEK, E. – MAŇKOVSKÁ, B. – MUSIL, J. – PARÍZEK, J. – PIŠA, J. – POHUNKOVÁ, H. – REISNEROVÁ, H. – SVOBODOVÁ, Z. 1991. Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře, Praha : Academia, 427 s.
- ČERMÁK, O. et al. 2008. Životné prostredie. Bratislava : STU, 389 s.
- ĐURŽA, O. – KHUN, M. 2002. Environmentálna geochemia niektorých fažkých kovov. Bratislava : PRIF UK, 2002, 116 s.
- EL-HASAN, T. – JIRIES, A. 2001. Heavy Metal Distribution in Valley Sediments in Wadi Al-Karak catchment area, South Jordan. In: Environmental Geochemistry and Health, Kluwer Academic Publishers, vol. 23, 2001, no. 2, p. 105–116.
- HOLOBRADÝ, K. – ILKA, P. 1997. Metodika priamej aplikácie stabilizovaných čiastiarenských kalov a dnových sedimentov na pôdu. Bratislava : VÚPÚ, 1997, 50 s.
- HRONEC, O. – VILČEK, J. – TOMÁŠ, J. 2010. Kvalita zložiek životného prostredia v problémových oblastiach Slovenska, Brno : MU, 2010, 225 s.
- KHUN, M. – JURKOVIČ, L. – URMINSKÁ, J. 2000. Medical Geochemistry: A Brief Outline of the Problems Practical Application in the Region Žiarska kotlina Basin. Slovak Geological Magazine, vol. 6, 2000, no. 1, p. 17–26.