# ŤAŽKÉ KOVY V POVRCHOVÝCH VODÁCH NA VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINE

Jozef Ivančo, Dana Pavelková, Rastislav Mati

*V príspevku sú uvedené výsledky získané pri monitorovaní vybraných ťažkých kovov (olovo, kadmium, chróm, zinok, meď) vo vybraných hlavných vodných tokoch (Laborec, Ondava, Uh) na Východoslovenskej nížine. Monitoring bol robený v dvoch časových horizontoch (rok 1994 a 2000). Získané výsledky ukázali, že vo všetkých odberných profiloch boli zistené koncentrácie sledovaných ťažkých kovov.*

*Kľúčové slová: vodné toky, ťažké kovy, olovo, kadmium, chróm, zinok, meď, koncentrácie, Laborec, Ondava, Uh*

***Heavy metals of surface water in the East Slovakian Lowland**. This article deals with results of two-days lasting measurement of selected heavy metals concentrations along the Laborec river, the Ondava river and the Uh river. Samples of water were picked up during two-days for the purpose of estimating the concentrations of selected heavy metals: lead (Pb), cadmium (Cd), chrome (Cr), zinc (Zn) and copper (Cu). Monitoring was realised in 1994 and 2000 years. Sources of pollution were not searched. As shown the analysis, there was not dangerous pollution in all rivers evaluated.*

*Key words: Water Streams, Heavy Metals, Lead, Chrome, Zinc, Cadmium, Copper, Concentration, River Laborec, River Ondava, River Uh*

---

## ÚVOD

Zloženie (chemické) povrchových vôd je okrem iných procesov ovplyvňované aj antropogénnou činnosťou. V poslednom období medzi cudzorodé látky, ktoré sa do povrchových vôd dostávajú patria aj ťažké kovy. V hlavných vodných tokoch na Východoslovenskej nížine (Laborec, Ondava, Uh) bol v rámci riešeného Grantového projektu „Vplyv antropogénnej činnosti na režim povrchových, pôdnych a podzemných vôd na VSN“, v roku 1994 monitorovaný obsah vybraných ťažkých kovov (Ivančo, 1996a, b, c, 1997, 1998-1999, 2001a, b; Mati, 2001). Na základe vtedy použitej metodiky bol tento monitoring urobený aj v roku 2000 a získané výsledky boli navzájom porovnané. Ďalšie opakovanie monitoringu podľa tej istej metodiky sa uskutoční v roku 2005.

## POUŽITÝ METODICKÝ POSTUP

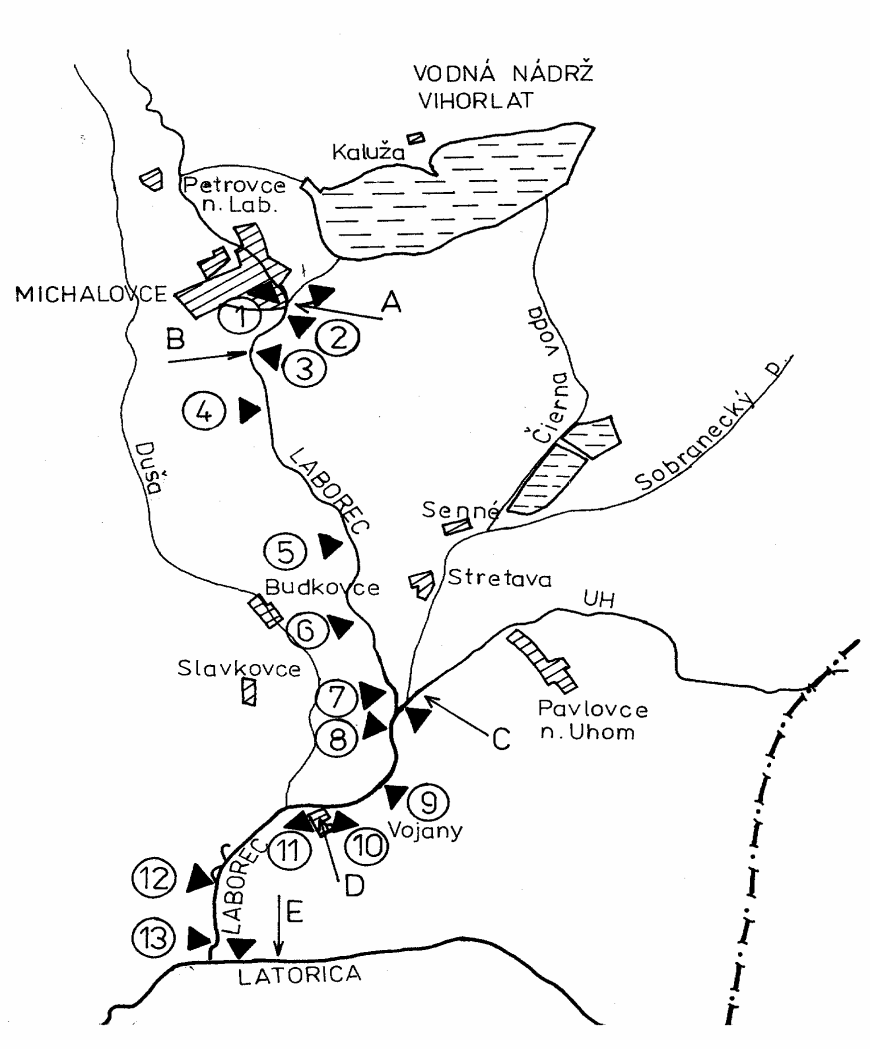
V zmysle vypracovaného metodického postupu boli koncentrácie vybraných ťažkých kovov v Laborci sledované v dvoch časových horizontoch a to 9.–10. 8. 1994 a 23.–24. 8. 2000. Vzorky vody boli odoberané počas dvoch dní v smere toku z vrstvy tesne pod hladinou. Odberné profily (obr.1) boli vybrané tak, aby boli zmapované charakteristické úseky vodného toku Laborec.

V Ondave boli odbery vzoriek povrchovej vody urobené v roku 1994 v priebehu dvoch dní (16. – 17. 8. 1994). Odberné profily sú uvedené na obr.2 a boli vybrané tak, aby sa vystihli reprezentatívne úseky rieky Ondava. V roku 2000 bol monitoring uskutočnený v dňoch 5. – 6. septembra.

Na Uhu bol uskutočnený monitoring v roku 1995 ( 2. augusta ). Odberné profily sú uvedené na obr.3. V roku 2000 bol podľa tej istej metodiky urobený odber vzoriek dňa 20. septembra.

Zo vzoriek vody boli stanovené koncentrácie olova (Pb), kadmia (Cd), chrómu (Cr), zinku (Zn) a medi (Cu). Chemické analýzy boli urobené v obidvoch časových horizontoch v agrochemickom laboratóriu

Oblastného výskumného ústavu agroekológie v Michalovciach. Počas monitorovania boli v Laborci zaznamenané najnižšie prietoky.




*Laborec: 1 – Michalovce - pred zaústením výpustného kanála z vodnej nádrže Vihorlat, 2 – Michalovce (Meďov) po zaústení výpustného kanála z VN Vihorlat, 3 – Michalovce pod vyústením odpadových vôd z ČOV, 4 – Lastomír, 5 – Palín, 6 – Stretavka, 7 – pred sútokom s Uhom, 8 – po sútoku s Uhom, 9 – vo Vojanoch, 10 – vo Vojanoch nad haťou, 11 – vo Vojanoch pod haťou, 12 – Oborín, 13 – pred sútokom s Latoricou.*

*Prítoky a vodné nádrže: A – výpustný kanál z vodnej nádrže Vihorlat, B – odpad z ČOV Michalovce, C – Uh, D – vodná nádrž Vojany (haťové teleso), E – Latorica.*

*Obr. 1 Odberné miesta na Laborci.*

*Fig. 1 Water sampling sites on the Laborec river.*

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

### I. vodný tok: Laborec

Výsledky získané monitoringom obsahu vybraných ťažkých kovov v obidvoch časových horizontoch (1994, 2000) sú uvedené v tab. 1.

#### *Olovo*

V roku 1994 sa koncentrácie olova pohybovali od 0,62 do 4,50 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v Laborci po sútoku s Uhom. V roku 2000 sa obsah olova pohyboval od 0,83 do 2,51 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v Laborci v profile Michalovce po zaústení výpustného kanála z VN Vihorlat. Maximálne namerané koncentrácie olova boli v roku 2000 nižšie oproti roku 1994.

#### *Kadmium*

Koncentrácie kadmia sa v roku 1994 pohybovali od 0,05 do 0,85 $\mu g.l^{-1}$. Maximálne hodnoty boli namerané v Laborci v Michalovciach v profile po zaústení odpadových vôd z ČOV. V roku 2000 sa koncentrácie kadmia sa pohybovali od 0,08 do 0,73 $\mu g.l^{-1}$. Maximálne hodnoty boli namerané v Laborci v profile Michalovce po zaústení výpustného kanála z VN Vihorlat. Maximálne namerané koncentrácie kadmia boli v roku 2000 opäť nižšie ako v roku 1994.

#### *Chróm*

Obsah chrómu v Laborci sa v roku 1994 pohyboval od 0,92 do 2,45 $\mu g.l^{-1}$. Maximálne koncentrácie boli namerané v Laborci v profile Michalovce pred zaústením výpustného kanála z VN Vihorlat. Koncentrácie chrómu v roku 2000 sa pohybovali od 0,85 do 3,04 $\mu g.l^{-1}$. Maximálna hodnota bola nameraná v Laborci v profile Vojany - most. Maximálne koncentrácie namerané v roku 2000 boli vyššie ako v roku 1994.

#### *Zinok*

Koncentrácie zinku sa v roku 1994 pohybovali od 2,21 do 28,44 $\mu g.l^{-1}$ . Maximálna hodnota bola nameraná v Laborci v profile Michalovce pred zaústením výpustného kanála z VN Vihorlat. V roku 2000 sa koncentrácie zinku pohybovali od 16,11 do 35,89 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie koncentrácie bola namerané v Laborci v profile Michalovce po zaústení výpustného kanála z VN Vihorlat. Maximálne namerané koncentrácie zinku v roku 2000 boli vyššie ako v roku 1994.

#### *Meď*

V roku 1994 sa koncentrácie medi pohybovali od 4,86 do 17,3 $\mu g.l^{-1}$. Maximálna hodnota bola nameraná v Laborci v profile Michalovce pred zaústením výpustného kanála z VN Vihorlat. V roku 2000 sa obsah medi pohyboval od 1,85 do 7,85 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššia hodnota bola nameraná v Laborci v profile Michalovce po zaústení výpustného kanála z VN Vihorlat. Najvyššie namerané koncentrácie medi boli v roku 2000 nižšie oproti roku 1994.

#### *Porovnanie obsahu ťažkých kovov v dvoch časových horizontoch v Laborci*

Zo získaných výsledkov boli podľa jednotlivých vybraných ťažkých kovov a hodnotených rokov (1994 a 2000) vypočítané priemerné hodnoty, ktoré sú uvedené v tab.2., z ktorej je vidieť, že priemerné koncentrácie olova, kadmia, chrómu a medi boli v roku 1994 vyššie ako v roku 2000. Opačná tendencia bola pri zinku. Toto zníženie môže byť dôsledkom zmeny výrobných procesov v povodí Laborca.

*Tab. 1 Porovnanie obsahu vybraných ťažkých kovov vo vodnom toku Laborec v rokoch 1994 a 2000.*

a) koncentrácie olova (Pb), kadmia (Cd), a chrómu (Cr)

*Tab. 1 Comparison of heavy metals concentrations in water on the Laborec river*
*a) concentrations of heavy metals (Pb, Cd, Cr)*

| P. č. | LABOREC – Lokalita | Koncentrácie ťažkých kovov v µg.l$^{-1}$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pb | | | Cd | | | Cr | | |
| | | 1994 | 2000 | +/- | 1994 | 2000 | +/- | 1994 | 2000 | +/- |
| 1 | Michalovce-pred zaús.vý.k. | 0,99 | 1,12 | 0,13 | 0,05 | 0,08 | 0,03 | 2,45 | 0,91 | -1,54 |
| 2 | Michalovce-po zaús.vý.k. | 0,83 | 2,51 | 1,68 | 0,20 | 0,73 | 0,53 | 0,92 | 1,35 | 0,43 |
| 3 | Michalovce - pod vyús. ČOV | 1,70 | 1,21 | -0,49 | 0,85 | 0,10 | -0,76 | 1,35 | 0,91 | -0,44 |
| 4 | Lastomír | 1,00 | 1,38 | 0,38 | 0,05 | 0,11 | 0,06 | 1,20 | 1,01 | -0,19 |
| 5 | Palín | 0,62 | 0,83 | 0,21 | 0,70 | 0,08 | -0,62 | 1,23 | 1,23 | 0,00 |
| 6 | Stretavke | 0,63 | 1,28 | 0,65 | 0,05 | 0,16 | 0,11 | 1,12 | 1,98 | 0,86 |
| 7 | Pred sútokom s Uhom | 0,98 | 0,91 | -0,07 | 0,05 | 0,12 | 0,07 | 1,34 | 1,04 | -0,30 |
| 8 | po sútoku s Uhom | 4,50 | 1,89 | -2,61 | 0,70 | 0,12 | -0,58 | 1,10 | 0,99 | -0,11 |
| 9 | Vojany (most) | 1,20 | 2,01 | 0,81 | 0,45 | 0,10 | -0,35 | 1,27 | 3,04 | 1,77 |
| 10 | Vojany nad haťou | 1,40 | 1,81 | 0,41 | 0,45 | 0,11 | -0,34 | 1,86 | 0,99 | -0,87 |
| 11 | Vojany pod haťou | 1,70 | 1,94 | 0,24 | 0,32 | 0,09 | -0,23 | 1,92 | 1,23 | -0,69 |
| 12 | Oborín | 3,20 | 1,38 | -1,82 | 0,32 | 0,11 | -0,21 | 1,29 | 2,01 | 0,72 |
| 13 | Pred sútokom s Latoricou | 1,70 | 0,94 | -0,76 | 0,45 | 0,08 | -0,37 | 1,81 | 0,85 | -0,96 |

*b) koncentrácie zinku (Zn), medi (Cu) a kumulované koncentrácie (Pb, Cd, Cr, Zn, Cu)*

*b ) concentrations of heavy metals ( Zn, Cu) and cumulative concentrations (Pb, Cd, Cr, Zn, Cu)*

| P. č. | LABOREC – Lokalita | Koncentrácie ťažkých kovov v µg.l$^{-1}$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zn | | | Cu | | | Spolu | | |
| | | 1994 | 2000 | +/- | 1994 | 2000 | +/- | 1994 | 2000 | +/- |
| 1 | Michalovce-pred zaús.vý.k. | 28,44 | 16,11 | -12,33 | 17,30 | 3,11 | -14,19 | 49,23 | 21,33 | -27,90 |
| 2 | Michalovce-po zaús.vý.k. | 11,17 | 35,89 | 24,72 | 12,73 | 7,85 | -4,88 | 25,85 | 48,33 | 22,48 |
| 3 | Michalovce - pod vyús. ČOV | 8,63 | 26,28 | 17,65 | 7,26 | 3,58 | -3,68 | 19,79 | 32,08 | 12,29 |
| 4 | Lastomír | 4,61 | 23,11 | 18,50 | 10,08 | 2,98 | -7,10 | 16,94 | 28,59 | 11,65 |
| 5 | Palín | 3,43 | 19,58 | 16,15 | 4,86 | 1,95 | -2,91 | 10,84 | 23,67 | 12,83 |
| 6 | Stretavke | 16,19 | 29,35 | 13,16 | 10,22 | 3,94 | -6,28 | 28,21 | 36,71 | 8,50 |
| 7 | Pred sútokom s Uhom | 9,07 | 27,40 | 18,33 | 10,41 | 2,85 | -7,56 | 21,85 | 32,32 | 10,47 |
| 8 | po sútoku s Uhom | 5,16 | 18,50 | 13,34 | 11,55 | 3,02 | -8,53 | 23,01 | 24,52 | 1,51 |
| 9 | Vojany (most) | 4,63 | 29,11 | 24,48 | 11,69 | 4,25 | -7,44 | 19,24 | 38,51 | 19,27 |
| 10 | Vojany nad haťou | 2,21 | 20,85 | 18,64 | 14,52 | 3,11 | -11,41 | 20,44 | 26,87 | 6,43 |
| 11 | Vojany pod haťou | 19,83 | 19,54 | -0,29 | 15,56 | 3,04 | -12,52 | 39,33 | 25,84 | -13,49 |
| 12 | Oborín | 17,71 | 24,58 | 6,87 | 13,22 | 3,58 | -9,64 | 35,74 | 31,66 | -4,08 |
| 13 | Pred sútokom s Latoricou | 15,31 | 16,50 | 1,19 | 9,71 | 1,85 | -7,86 | 28,98 | 20,22 | -8,76 |

*Poznámka: A – zvýšenie(+), zníženie(-) oproti roku 1994.*

### *Celkové hodnotenie kvality vody v Laborci*

Vzhľadom nato, že sa jednalo o jednorázový informačný monitoring (odber jednej vzorky z každého odberného profilu) a to v obidvoch časových intervaloch nie je možné zaradiť v jednotlivých odberných profiloch povrchovú vodu do akostných tried podľa STN 75 7221.
*Tab. 2 Priemerné koncentrácie vybraných ťažkých kovov v Laborci v rokoch 1994 a 2000.*

*Tab. 2 Average concentrations of selected heavy metals on the Laborec river in 1994 and 2000.*

| Rok | Koncentrácie ťažkých kovov v µg. $l^{-1}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pb | Cd | Cr | Zn | Cu | Spolu |
| **1994** | 1,57 | 0,35 | 1,45 | 11,23 | 11,47 | 26,07 |
| **2000** | 1,47 | 0,15 | 1,35 | 23,60 | 3,47 | 33,11 |

**II. vodný tok: Ondava**

Namerané koncentrácie vybraných ťažkých kovov pozdĺž toku Ondava (obr.2) v roku 1994 a 2000, sú uvedené v tab. 3 a 4. Z uvedených výsledkov je vidieť, že ťažké kovy boli zistené vo všetkých odberných profiloch.

***Kadmium***

Obsah kadmia sa v Ondave v roku 1994 (tab. 3) pohyboval od 0 do 0,65 µg.$l^{-1}$. Maximálne hodnoty boli namerané v profile pred sútokom s Trnávkou 0,65 µg.$l^{-1}$ a v profiloch po sútoku s Trnávkou 0,57 µg.$l^{-1}$ a v Sírniku 0,57 µg.$l^{-1}$.

V roku 2000 (tab. 4) sa koncentrácie kadmia pohybovali od 0,081 do 0,311 µg.$l^{-1}$. Maximálne hodnoty boli namerané v odberných profiloch pod výpustom z Bukózy 0,311 µg.$l^{-1}$ a v Rakovci nad Ondavou 0,291 µg.$l^{-1}$.

***Olovo***

Koncentrácie olova sa v roku 1994 (tab. 3) pohybovali od 1,06 do 2,67 µg.$l^{-1}$. Najvyššie boli namerané v odbernom profile pod Malou Domašou 2,67 µg.$l^{-1}$ a v profiloch Nižný Hrušov 2,52 µg.$l^{-1}$, Sírnik 2,49 µg.$l^{-1}$ a Zemplínske Hradište 2,41 µg.$l^{-1}$.

V roku 2000 (tab. 4) sa koncentrácie olova v Ondave pohybovali od 0,65 do 4,18 µg.$l^{-1}$. Najvyššie koncentrácie boli namerané v profile pod výpustom odpadových vôd z Bukózy v Hencovciach 4,18 µg.$l^{-1}$ a v profile Poša 3,11µg.$l^{-1}$.

***Chróm***

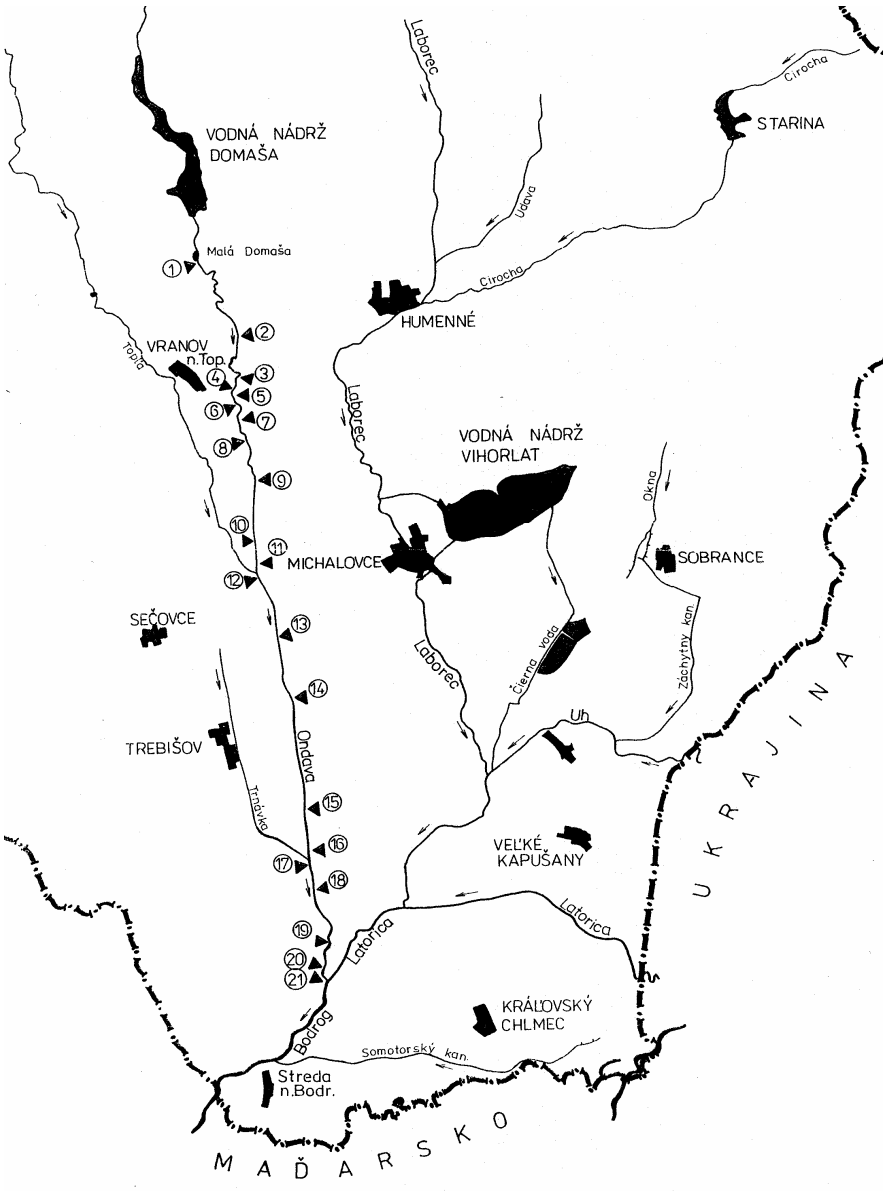
Koncentrácie chrómu sa v Ondave v roku 1994 (tab. 3) pohybovali od 0,80 do 1,82 µg.$l^{-1}$. Maximálne koncentrácie boli namerané v profiloch Rakovec 1,82 µg.$l^{-1}$ a Poša 1,80 µg.$l^{-1}$.

V roku 2000 (tab. 4) sa koncentrácie chrómu pohybovali od 0,45 do 2,04 µg.$l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v profiloch Poša 2,04 µg.$l^{-1}$ a Nižný Hrabovec 1,85 µg.$l^{-1}$.

***Meď***

Koncentrácie medi sa v roku 1994 (tab. 3) sa pohybovali od 5,15 do 28,69 µg.$l^{-1}$. Najvyššie koncentrácie boli namerané v profiloch pod haťou v Hencovciach 28,69 µg.$l^{-1}$ , v Ložíne 27,50 µg.$l^{-1}$ v Poši 22,20 µg.$l^{-1}$, po sútoku s Trnávkou 22,10 µg.$l^{-1}$ a v Kladzanoch 21,79 µg.$l^{-1}$.

V roku 2000 (tab. 4) sa obsah medi v Ondave pohyboval od 3,40 do 13,11 µg.$l^{-1}$. Najvyššia hodnota bola nameraná v profile pod vyústením odpadových vôd z Bukózy 13,11 µg.$l^{-1}$ a v Nižnom Hrabovci 10,50 µg.$l^{-1}$ .




*1- pod Malou Domašou, 2- v Sedliskách, 3- v Kladzanoch, 4- nad haťou v Hencovciach, 5- pod haťou v Hencovciach, 6- pod výpustom odpadových vôd z Bukózy, 7- v Nižnom Hrabovci, 8- v Poši, 9- v Nižnom Hrušove, 10- v Rakovci nad Ondavou, 11- pred sútokom s Topľou, 12- po sútoku s Topľou, 13- v Horovciach, 14- v Ložíne, 15- v Zemplínskom Hradišti, 16- pred sútokom s Trnavkou, 17- po sútoku s Trnavkou, 18- v Sírniku, 19- v Brehove, 20- pred sútokom s Latoricou, 21- po sútoku s Latoricou (Bodrog). Prítoky: A – Topľa, B – Trnavka*

*Obr. 2 Odberné profily na Ondave*

*Fig. 2 Water sampling sites on the Ondava river*

### *Zinok*

Namerané koncentrácie zinku sa v Ondave v roku 1994 (tab. 3) pohybovali od 1,12 do 24,61 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v profiloch Nižný Hrabovec 24,61 $\mu g.l^{-1}$ a Sírnik 10,15 $\mu g.l^{-1}$.

V roku 2000 (tab. 4) sa koncentrácie zinku pohybovali od 16,13 do 64,50 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie koncentrácie boli namerané v profiloch pod vyústením odpadových vôd z Bukózy a v Horovciach 31,50 $\mu g.l^{-1}$.

*Tab. 3 Koncentrácie vybraných ťažkých kovov vo vodnom toku Ondava v roku 1994.*

*Tab. 3 Concentrations of selected heavy metals on the Ondava river in 1994.*

| P.č. | Odberný profil | µg.l$^{-1}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Cd** | **Pb** | **Cr** | **Cu** | **Zn** | **Spolu** |
| 1 | Ondava pod Malou Domašou | 0,50 | 2,67 | 1,02 | 13,24 | 7,76 | 25,19 |
| 2 | Ondava v Sedliskách | 0,50 | 1,25 | 0,99 | 15,12 | 1,12 | 18,98 |
| 3 | Ondava v Kladzanoch | 0,31 | 1,87 | 0,80 | 21,79 | 1,68 | 26,45 |
| 4 | Ondava nad haťou v Hencovciach | 0,15 | 1,29 | 1,46 | 9,08 | 3,20 | 15,18 |
| 5 | Ondava pod haťou v Hencovciach | 0,23 | 1,06 | 1,43 | 28,69 | 1,35 | 32,76 |
| 6 | Ondava pod výpustom odpadových vôd z Bukózy | 0,05 | 1,70 | 1,12 | 10,22 | 16,19 | 29,28 |
| 7 | Ondava v Nižnom Hrabovci | 0,00 | 1,43 | 1,40 | 8,74 | 24,61 | 36,18 |
| 8 | Ondava v Poši | 0,06 | 1,43 | 1,80 | 22,20 | 6,08 | 31,57 |
| 9 | Ondava v Nižnom Hrušove | 0,23 | 2,52 | 1,60 | 15,81 | 2,67 | 22,83 |
| 10 | Ondava v Rakovci | 0,40 | 1,46 | 1,82 | 11,68 | 3,02 | 18,38 |
| 11 | Ondava pred sútok. s Topľou | 0,06 | 1,65 | 1,80 | 12,05 | 2,02 | 17,58 |
| 12 | Ondava po sútoku s Topľou | 0,23 | 1,76 | 1,43 | 15,31 | 2,18 | 20,91 |
| 13 | Ondava v Horovciach | 0,00 | 1,69 | 1,43 | 13,05 | 1,61 | 17,78 |
| 14 | Ondava v Ložíne | 0,50 | 1,50 | 1,48 | 27,50 | 2,69 | 33,68 |
| 15 | Ondava v Zemplínskom Hradišti | 0,15 | 2,41 | 1,60 | 8,20 | 5,22 | 17,58 |
| 16 | Ondava pred sútokom s Trnavkou | 0,65 | 2,19 | 1,70 | 14,30 | 4,30 | 23,14 |
| 17 | Ondava po sútoku s Trnavkou | 0,57 | 1,26 | 1,24 | 20,10 | 6,25 | 31,42 |
| 18 | Ondava v Sírniku | 0,57 | 2,49 | 1,32 | 13,40 | 10,15 | 27,93 |
| 19 | Ondava v Brehove | 0,00 | 1,44 | 1,44 | 6,45 | 9,27 | 19,05 |
| 20 | Ondava pred sútokom s Latoricou | 0,00 | 1,56 | 1,62 | 5,15 | 7,50 | 15,83 |
| 21 | Bodrog | 0,15 | 2,53 | 1,53 | 11,70 | 3,44 | 19,35 |

***Hodnotenie obsahu ťažkých kovov v dvoch časových horizontoch 1994 a 2000 v Ondave.***

Na základe získaných výsledkov boli podľa jednotlivých monitorovaných ťažkých kovov a hodnotených rokov (1994 a 2000 ) vypočítané priemerné hodnoty, ktoré sú uvedené v tab. 5. Z tabuľky je vidieť, že priemerné koncentrácie kadmia, chrómu a medi boli v povrchovej vode v Ondave v roku 1994 vyššie ako v roku 2000. Opačná tendencia bola pri olove a najmä pri zinku, kde priemerné hodnoty v roku 2000 boli niekoľkokrát vyššie ako v roku 1994 čo môže byť dôsledkom zmeny technologických procesov v povodí. Najvyššie koncentrácie zinku boli namerané v odbernom profile pod výpustom odpadových vôd z Bukózy v Hencovciach.

Vzhľadom nato, že sa jednalo o jednorázový informačný monitoring ( odber jednej vzorky z každého odberného profilu ) a to v obidvoch časových intervaloch nie je možné zaradiť v jednotlivých odberných profiloch povrchovú vodu do akostných tried podľa STN 75 7221.

*Tab. 4 Koncentrácie vybraných ťažkých kovov vo vodnom toku Ondava v roku 2000.*

*Tab. 4 Concentrations of selected heavy metals on the Ondava river in 2000.*

| P.č. | Odberný profil | µg.l$^{-1}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cd | Pb | Cr | Cu | Zn | Spolu |
| 1 | Ondava pod Malou Domašou | 0,119 | 2,04 | 1,38 | 10,21 | 29,35 | 43,10 |
| 2 | Ondava v Sedliskách | 0,081 | 0,94 | 1,01 | 6,35 | 19,28 | 27,66 |
| 3 | Ondava v Kladzanoch | 0,094 | 1,51 | 0,85 | 4,98 | 16,58 | 24,01 |
| 4 | Ondava nad hať ou v Hencovciach | 0,112 | 1,21 | 0,78 | 3,90 | 18,53 | 24,53 |
| 5 | Ondava pod hať ou v Hencovciach | 0,126 | 1,65 | 0,95 | 6,21 | 27,80 | 36,74 |
| 6 | Ondava pod výpustom odpadových vôd z Bukózy | 0,311 | 4,18 | 0,98 | 13,11 | 64,50 | 83,08 |
| 7 | Ondava v Nižnom Hrabovci | 0,201 | 2,04 | 1,85 | 10,50 | 29,35 | 43,94 |
| 8 | Ondava v Poši | 0,098 | 3,11 | 2,04 | 6,58 | 24,50 | 36,33 |
| 9 | Ondava v Nižnom Hrušove | 0,158 | 1,85 | 1,06 | 3,40 | 19,85 | 26,32 |
| 10 | Ondava v Rakovci | 0,291 | 1,58 | 0,98 | 8,45 | 16,50 | 27,80 |
| 11 | Ondava pred sútok. s Topľou | 0,102 | 0,98 | 1,54 | 6,50 | 18,50 | 27,62 |
| 12 | Ondava po sútoku s Topľou | 0,180 | 1,54 | 1,50 | 8,11 | 24,57 | 35,90 |
| 13 | Ondava v Horovciach | 0,082 | 0,65 | 0,89 | 10,50 | 31,50 | 43,62 |
| 14 | Ondava v Ložíne | 0,211 | 2,58 | 1,50 | 8,40 | 23,11 | 35,80 |
| 15 | Ondava v Zemplínskom Hradišti | 0,181 | 1,90 | 1,25 | 6,95 | 17,50 | 27,78 |
| 16 | Ondava pred sútokom s Trnavkou | 0,160 | 1,58 | 0,95 | 7,11 | 24,52 | 34,32 |
| 17 | Ondava po sútoku s Trnavkou | 0,204 | 1,58 | 1,12 | 8,01 | 28,29 | 39,20 |
| 18 | Ondava v Sírniku | 0,185 | 2,11 | 1,01 | 6,51 | 24,11 | 33,93 |
| 19 | Ondava v Brehove | 0,096 | 1,80 | 0,45 | 6,04 | 21,19 | 29,58 |
| 20 | Ondava pred sútokom s Latoricou | 0,084 | 1,12 | 1,18 | 5,95 | 18,40 | 26,73 |
| 21 | Bodrog | 0,138 | 2,04 | 1,09 | 5,80 | 16,13 | 25,20 |

*Tab. 5 Priemerné koncentrácie vybraných ťažkých kovov v Ondave v rokoch 1994 a 2000.*

*Tab. 5 Average concentrations of selected heavy metals on the Ondava river in 1994 and 2000.*

| Rok | Priemerné koncentrácie v µg.l$^{-1}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cd | Pb | Cr | Cu | Zn | Spolu |
| 1994 | 0,25 | 1,71 | 1,43 | 14,46 | 5,82 | 23,9 |
| 2000 | 0,15 | 1,80 | 1,16 | 7,31 | 24,47 | 34,91 |

### III. vodný tok: Uh

Získané výsledky z monitorovania obsahu vybraných ťažkých kovov vo vodnom toku Uh v obidvoch časových horizontoch sú uvedené v tabuľke 6. a 7.

***Olovo***

V roku 1995 sa obsah olova vo vybraných odberných profiloch v dolnom toku Uhu pohyboval od 0,58 $\mu g.l^{-1}$ do 3,80 $\mu g.l^{-1}$. Najvyšší obsah bol zaznamenaný v profile pred sútokom s Laborcom.
V roku 2000 sa obsah olova v povrchovej vode v Uhu pohyboval od 0,97 $\mu g.l^{-1}$ do 3,58 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššia hodnota bola nameraná v odbernom profile Uh pred sútokom s Laborcom. Obsah olova mal v smere toku klesajúcu tendenciu ( 3,58 – 0,97 $\mu g.l^{-1}$).

***Kadmium***

Obsah kadmia sa pohyboval v roku 1995 od 0,05 $\mu g.l^{-1}$ do 0,80 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v profile Záchytný kanál. V roku 2000 sa obsah kadmia pohyboval od 0,13 $\mu g.l^{-1}$ do 0,28 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v profile v Pinkovciach.
V roku 2000 bol obsah kadmia vyšší v profiloch 1, 2, 4 a opačná situácia bola v profiloch 3, 5 a 6 kde bol obsah kadmia niekoľkonásobne vyšší. Obsah kadmia mal v roku 2000 pozdĺž toku klesajúcu tendenciu ( 0,28 – 0,14 $\mu g.l^{-1}$).

**Chróm**

Obsah chrómu sa v povrchovej vode Uhu pohyboval v roku 1995 od 0,88 $\mu g.l^{-1}$ do 1,35 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v profile v Pinkovciach. V roku 2000 sa pohyboval obsah chrómu od 0,76 do 1,16 $\mu g.l^{-1}$. Pri nameranej maximálnej hodnote v profile pred sútokom s Laborcom. V roku 2000 bol obsah chrómu vyššií ibe v profile 6, v ostatných odberných profiloch bol vyšší obsah v roku 1995.

***Zinok***

Podľa monitoringu sa obsah zinku v povrchovej vode v roku 1995 pohyboval od 9,89 do 17,95 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli namerané v odbernom profile v Pinkovciach. V roku 2000 sa namerané koncentrácie pohybovali od 20,98 do 33,19 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie boli namerané v profile Záchytný kanál. Obsah zinku mal po prúde klesajúcu tendenciu (30,50 – 21,50 $\mu g.l^{-1}$ ) s výnimkou profilu č.3. V roku 2000 však koncentrácie zinku boli vo všetkých odberných profiloch vyššie oproti roku 1995 (v niektorých prípadoch dokonca niekoľkonásobne).

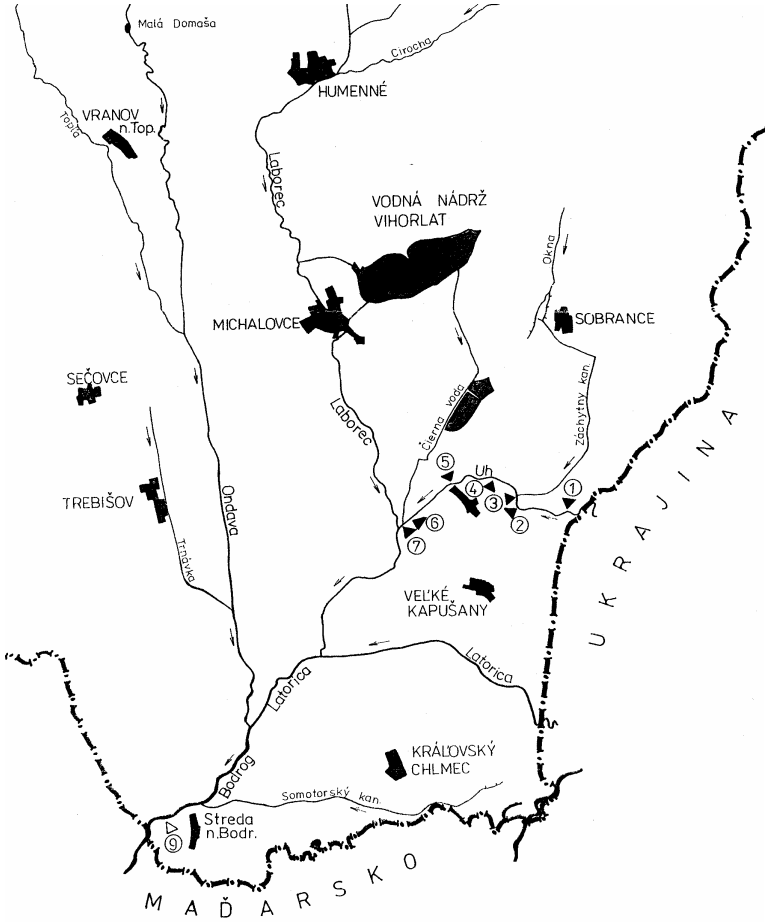
***Meď***

Obsah medi v Uhu sa v roku 1995 pohyboval od 8,59 do 17,30 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššia hodnota bola nameraná opäť v profile Pinkovce. V roku 2000 sa koncentrácie medi pohybovali od 4,35 do 8,35 $\mu g.l^{-1}$. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané v profile Pinkovce. Obsah medi v roku 2000 mal po prúde klesajúcu tendenciu. V tomto roku boli vo všetkých odberných profiloch namerané nižšie koncentrácie ako pri monitoringu v roku 1995.

***Porovnanie obsahu ťažkých kovov v dvoch časových horizontoch v Uhu***

V tabuľke 8. sú uvedené hodnoty priemerných obsahov vybraných ťažkých kovov v dolnom toku Uhu . Z tabuľky 8. je vidieť, že v roku 2000 boli namerané nižšie priemerné hodnoty v dolnom toku Uhu pri kadmiu o 47,3 %, pri chróme o 24,6 % a pri medi o 50,5 %. Pri olove boli však namerané vyššie hodnoty o 76,9 % a pri zinku dokonca o 105,6 % ako v roku 1995. Kumulovaný obsah ťažkých kovov bol v roku 2000 vyšší o 24,4 %.

Zvýšenie obsahu zinku v dolnom toku Uhu v roku 2000 ovplyvnilo aj celkový priemerný obsah ťažkých kovov v tomto vodnom toku (zvýšenie o 24,4 %). Vzhľadom na to, že vodný tok Uh priteká na Slovensko z Ukrajiny neboli bližšie zisťované zdroje znečistenia ťažkými kovmi ani príčiny zvýšenia obsahu zinku v roku 2000. Predpokladá sa, že je to vplyv výrobných procesov v hornej časti povodia rieky Uh.




*1 - Pinkovce, 2 - Bajany, 3 - Záchytný kanál, 4 - Vysoká nad Uhom, 5 - Pavlovce nad Uhom, 6 - pred sútokom s Laborcom, 7 – Laborec po sútoku s Uhom.*

*Obr. 3. Odberné profily na dolnom toku Uhu:*

*Fig. 3 Water sampling sites on the Uh river.*

*Tab. 6 Obsah vybraných ťažkých kovov v dolnom toku Uhu v roku 1995.*

*Tab. 6 Concentrations of selected heavy metals on the Uh river in 1995.*

| **P. č.** | **Lokalita** | **Koncentrácia [µg.l$^{-1}$]** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Pb** | **Cd** | **Cr** | **Zn** | **Cu** | **Spolu** |
| 1 | Uh v Pinkovciach | 0,98 | 0,08 | 1,35 | 17,95 | 17,30 | 37,66 |
| 2 | Uh v Bajanoch | 1,23 | 0,20 | 1,29 | 12,11 | 10,25 | 25,08 |
| 3 | Uh v profile Záchytný kanál | 0,95 | 0,80 | 1,38 | 9,89 | 14,11 | 27,13 |
| 4 | Uh vo Vysokej nad Uhom | 3,11 | 0,05 | 1,42 | 13,15 | 8,59 | 26,32 |
| 5 | Uh v Pavlovciach nad Uhom | 0,58 | 0,70 | 1,48 | 10,90 | 14,60 | 28,26 |
| 6 | Uh pred sútokom s Laborcom | 3,80 | 0,45 | 0,88 | 14,11 | 13,18 | 32,42 |
| 7 | Laborec po sútoku s Uhom | 4,12 | 0,38 | 3,11 | 10,80 | 9,85 | 28,26 |

*Tab. 7 Obsah vybraných ťažkých kovov v dolnom toku Uhu v roku 2000.*

*Tab. 7 Concentrations of selected heavy metals on the Uh river in 2000.*

| **P. č.** | **Lokalita** | **Koncentrácia [µg.l$^{-1}$]** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Pb** | **Cd** | **Cr** | **Zn** | **Cu** | **Spolu** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Uh v Pinkovciach | 3,58 | 0,28 | 0,88 | 30,50 | 8,35 | 43,59 |
| 2 | Uh v Bajanoch | 3,51 | 0,26 | 0,76 | 29,81 | 6,90 | 41,24 |
| 3 | Uh v profile Záchytný kanál | 2,80 | 0,18 | 1,12 | 33,19 | 7,58 | 44,87 |
| 4 | Uh vo Vysokej nad Uhom | 1,85 | 0,19 | 0,95 | 24,58 | 6,31 | 33,88 |
| 5 | Uh v Pavlovciach nad Uhom | 1,11 | 0,13 | 1,01 | 20,98 | 4,35 | 27,58 |
| 6 | Uh pred sútokom s Laborcom | 0,97 | 0,14 | 1,16 | 21,50 | 5,11 | 28,88 |
| 7 | Laborec po sútoku s Uhom | 1,35 | 0,12 | 0,98 | 29,08 | 4,23 | 35,76 |

Počas monitorovania boli odobraté v obidvoch časových horizontoch aj vzorky povrchovej vody v profile Laborec po sútoku s Uhom (tabuľka 6., 7.). V roku 2000 bol obsah olova, kadmia, chrómu a medi nižší ako v roku 1995, ale obsah zinku bol skoro trikrát vyšší, čo vyplýva nakoniec aj zo zvýšeného obsahu zinku v Uhu už pri jeho vstupe na naše územie (odberný profil Pinkovce).

*Tab. 8 Priemerné koncentrácie vybraných ťažkých kovov vo vodnom toku Uh v roku 1995 a 2000.*

*Tab. 8 Average concentrations of heavy metals on the Uh river in 1995 and 2000.*

| **Rok** | **Priemerná koncentrácia [µg.l$^{-1}$]** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Pb** | **Cd** | **Cr** | **Zn** | **Cu** | **Spolu** |
| 1995 | 1,77 | 0,38 | 1,30 | 13,01 | 13,00 | 29,47 |
| 2000 | 2,30 | 0,20 | 0,98 | 26,76 | 6,43 | 36,67 |
| A | +76,90 | -47,34 | -24,60 | +105,60 | -50,50 | +24,40 |

*Poznámka: A – zvýšenie(+), zníženie(-) oproti roku 1995 v %.*

## ZÁVER

V predkladanej práci sú hodnotené a porovnávané koncentrácie vybraných ťažkých kovov (olovo, kadmium, chróm, zinok, meď) vo vzorkách vody odoberanej vo vybraných odberných profiloch v Laborci, počas dvojdňovej časovej snímky v dvoch odlišných časových horizontoch (1994, 2000). Koncentrácie ťažkých kovov boli zistené vo všetkých odberných profiloch. Napriek tomu, že porovnanie v oboch časových horizontoch vychádza iba z jedného odberu, pri zvážení faktu, že v oboch prípadoch bolo vybrané suché obdobie s minimálnym prietokom, majú získané výsledky svoje opodstatnenie.
Namerané koncentrácie nepredstavujú v súčasnosti akútne nebezpečenstvo zo znečistenia, ale poukazujú na určité potenciálne nebezpečenstvo. Zdroje znečisťovania ťažkými kovmi zisťované neboli.
Ako ukázali výsledky priemerné koncentrácie jednotlivých ťažkých kovov , okrem zinku, boli v roku 2000 nižšie oproti roku 1994.

Ďalej boli vyhodnocované a porovnávané aj koncentrácie vybraných ťažkých kovov vo vzorkách povrchovej vody odoberaných vo vybraných odberných profiloch v Ondave. Koncentrácie ťažkých kovov boli zistené vo všetkých odberných profiloch.
Získané výsledky poukazujú na možné potenciálne nebezpečenstvo znečistenia vodného toku Ondava, ktoré je však závislé od výrobných procesov v povodí. Ako ukazujú výsledky v roku 2000 boli priemerné hodnoty pri olove a zinku vyššie ako v roku 1994. Zdroje znečistenia povrchových vôd ťažkými kovmi zisťované neboli.
Hodnotené a navzájom porovnávané boli aj monitorované obsahy vybraných ťažkých kovov v dolnom toku Uhu v dvoch časových horizontoch (roky 1995 a 2000). Prítomnosť ťažkých kovov bola zistená vo všetkých odberných profiloch a v obidvoch časových horizontoch. Pri hodnotení sa vychádza iba z jedného odberu v každom odbernom profile v jednotlivých hodnotených rokoch. I napriek tomu získané výsledky majú svoje opodstatnenie, pretože preukázali prítomnosť vybraných ťažkých kovov

v obidvoch časových úrovniach a ukázalo sa, že okrem zníženia priemerného obsahu kadmia, chrómu a medi v roku 2000 došlo v tomto roku aj k výraznému zvýšeniu obsahu olova a zinku. Výsledky zároveň poukázali na určité potenciálne nebezpečenstvo znečistenia aj dolného toku Uhu vybranými ťažkými kovmi.

## Literatúra


Ivančo, J. - Mati, R. - Gomboš, M. (1996a): Rozdelenie koncentrácií ťažkých kovov pozdĺž tokov Laborca, Latorice a Bodrogu určené z meraní v krátkom časovom intervale. J.Hydrol. Hydromech 44, 2-3, 150-160.

Ivančo, J. - Mati, R. - Gomboš, M. (1996b): Obsah ťažkých kovov vo vybraných tokoch na Východoslovenskej nížine. I. Laborec – stredný a dolný tok. In: PLANETA 96, Praha, č.4, s.18-21.

Ivančo, J. - Mati, R. - Gomboš, M. (1996c): Rozdelenie koncentrácií vybraných ťažkých kovov pozdĺž dolného toku Uhu určené z meraní v krátkom časovom intervale. In: Zborník vedeckých prác OVÚA č: 13. Michalovce: OVÚA, 1996, s. 173 – 183.

Ivančo, J. - Mati, R. - Gomboš, M. (1996d): Transport vybraných ťažkých kovov vodnými tokmi na Východoslovenskej nížine. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra. Bratislava: Ústav hydrológie SAV a Geofyzikálny ústav SAV, 1996, s. 30 – 32.

Ivančo, J. - Mati, R. - Gomboš, M. (1997): Koncentrácie vybraných ťažkých kovov pozdĺž vodného toku Ondava určené z meraní v krátkom časovom intervale. J.Hydrol. Hydromech 45, 3, 187-196.

Ivančo, J. - Mati, R. - Gomboš, M. (1998-1999): Heavy metals concentration of the main rivers of East Slovakia Lowland. Pollution and water resources, Columbia university seminar proceedings, Volume XXX, 9, p.75 - 94.

Ivančo, J. - Mati, R. - Pavelková, D. - Gomboš, M. (2001a): Distribution of selected heavy metals concentrations along the river Laborec in 1994 and 2000 years. In. Water is life – take care of it. WRI Bratislava, p. 484 – 488.

Ivančo, J. - Pavelková, D. - Gomboš, M. - Mati, R. (2001b): Koncentrácie vybraných ťažkých kovov pozdĺž toku Ondava v roku 2000. In. Zborník vedeckých prác OVÚA Michalovce, č.17, s.275-283.

Mati, R. - Ivančo, J. (1997): Koncentrácie vybraných ťažkých kovov v povrchových vodách na Východoslovenskej nížine. In: Cudzorodé látky v životnom prostredí. Nitra: AF SPA 1997, s. 164 – 168.

STN 75 72 21 Klasifikácia akosti povrchových vôd, 1989, 20 s.

Tölgyessy, J. a kol. (1984): Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia. Bratislava: Veda Vydavateľstvo SAV, 1984, 531 s.


**Autori**


Ing. Jozef Ivančo, CSc., Ústav hydrológie SAV, Výskumná hydrologická základňa Michalovce, Hollého 42, Michalovce 071 01, Telefón: 056 / 64 251 47, Fax: 056 / 64 251 47, E-mail: **uhsavmi@stonline.sk**, ivanco@uh.savba.sk

Ing. Dana Pavelková, Ústav hydrológie SAV, Výskumná hydrologická základňa Michalovce, Hollého 42, Michalovce 071 01, Telefón: 056 / 64 251 47, Fax: 056 / 64 251 47, E-mail: **uhsavmi@stonline.sk,** pavelkova@uh.savba.sk

Ing. Rastislav Mati, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, Michalovce 071 01, Telefón: 056/6420689, Fax: , E-mail: **ovua@minet.sk**,