

# POSOUZENÍ OVLIVNĚNÍ VODNÍCH TOKŮ PO UKONČENÍ TĚŽBY URANU V OBLASTI LOŽISKA OLŠÍ

Aktivity spojené s těžbou uranu byly ve střední části povodí řeky Svatky zahájeny ve druhé polovině padesátých let minulého století. Útlum těžby započal v 80. letech a od roku 1990 je těžba soustředěna jen na ložisku Rožná. V současnosti je toto ložisko, i přes původní záměr uzavření do konce roku 2005, posledním aktivním dolem na těžbu uranu ve střední Evropě. Uranová mineralizace je reprezentována převážně minerály uraninitem a coffinitem.

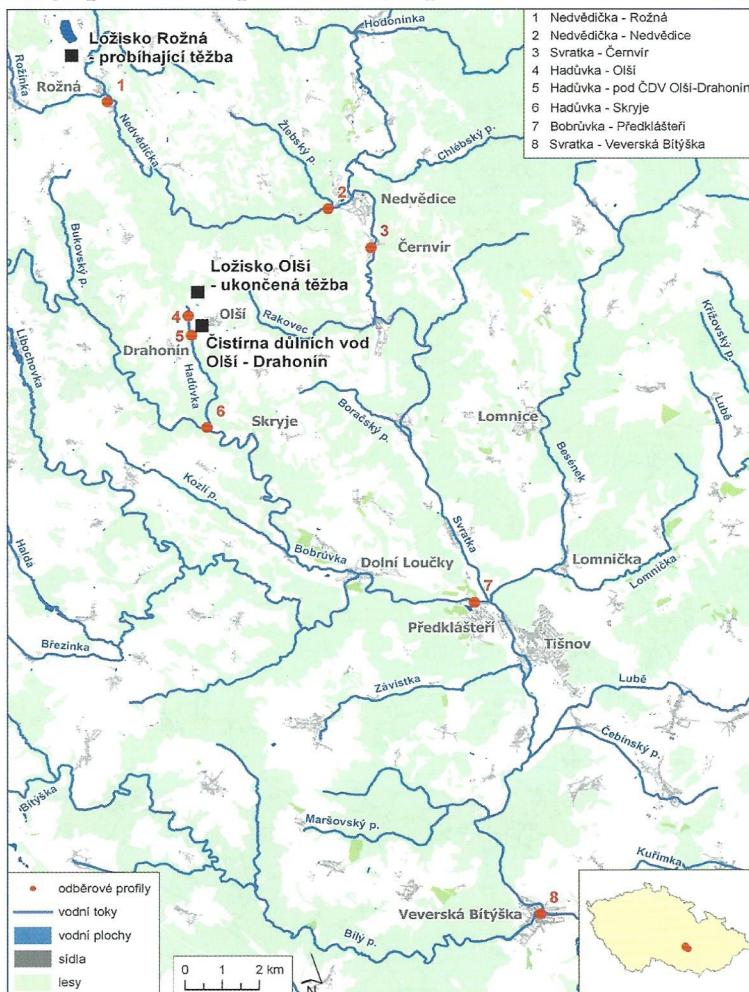
Jedním z uzavřených dolů ve sledované oblasti je důl Olší, který byl zatopen v lednu roku 1996. Současně byl zahájen provoz čistírny důlních vod (ČDV) Olší-Drahonín. Velká část ložiska Olší je odvodňována tokem Hadůvka do řeky Bobrůvky, podstatně menší severní část potokem Teplá do řeky Nedvědičky. Od roku 2005 se sleduje stav vodních ekosystémů vybraných toků s ohledem na stanovení radiologických parametrů, akutní toxicity a genotoxicity.

V rámci studia stavu vodních ekosystémů byly zjišťovány koncentrace  $U_{nat}$ ,  $^{226}Ra$ , síranů, Fe a Mn v povrchových vodách, sedimentech a plaveninách odebíraných na vybraných lokalitách povodí řek Bobrůvky a Svatky (obr. 1) společně se stanovením jejich ekotoxicity a genotoxicity. Cílem výzkumu je posoudit zatížení jmenovaných složek vodních ekosystémů uranem a rizika kontaminace vodního prostředí dále po toku řek Bobrůvky a Svatky.

Dosavadní výsledky ukázaly, že koncentrace uranu v povrchové vodě v profilu Hadůvka-Skryje, který se nachází nad ústím Hadůvky do Bobrůvky (cca 3 km pod čistírnou důlních vod, obr. 2) se pohybovaly v rozmezí 52,0 až 329,0  $\mu\text{g.l}^{-1}$ . Vypočítaná hodnota  $C_{90}$  ( $214 \mu\text{g.l}^{-1} U_{nat}$ ) odpovídá V. třídě jakosti podle ČSN 75 7221 – tj. velmi silně znečištěné vodě a po celé sledované období 2005–2008 přesahovala imisní standard nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění (40  $\mu\text{g.l}^{-1}$  U vyjádřeno hodnotou  $C_{90}$ ).

V odběrovém profilu Hadůvka-Olší, který se nachází nad místem vypouštění důlních vod, byly zjištěny koncentrace uranu ve vodě

v rozmezí 4,30–11,5  $\mu\text{g.l}^{-1}$  a v profilu Hadůvka-pod ČDV (pohled na čistírnu důlních vod – obr. 3) v rozmezí 6,58–44,8  $\mu\text{g.l}^{-1}$ . Při porovnání hodnot v profilech nad a pod ČDV s hodnotami v profilu Skryje je patrné, že dochází k nárůstu množství uranu ve vodě v podélém profilu, což je způsobeno dotací Hadůvky



Obr. 1. Mapa povodí Bobrůvky a Svatky se sledovanými odběrovými profilemi



Obr. 2. Profil Hadůvka-Skryje

podzemními vodami obohacenými uranem z podloží (syenity bohaté na uran). Tyto vody přivádějí pramenné vývěry v dolní části nivy Hadůvky. Dva významné prameny byly lokalizovány přibližně 1 km pod ČDV a přibližně 2,2 km nad ústím Hadůvky. Jednotlivé sledované odběrové profily jsou znázorněny na obr. 1.

Vysoké koncentrace uranu přinášené Hadůvkou jsou po zaústění do řeky Bobrůvky významně naředěny. Dlouhodobý průměrný denní průtok v Bobrůvce je přibližně 5× vyšší oproti Hadůvce v ústí.

Průměrný denní přísun uranu Hadůvkou do řeky Bobrůvky a naměřené průtoky při ústí Hadůvky jsou uvedeny v tabulce 1. Denní látkové zatížení vody uranem v odběrovém pro-

filu Hadůvka-Olší, jenž není ovlivňován důlními vodami, bylo vypočteno v rozmezí 0,2 až 6,0 g.d<sup>-1</sup> v letech 2006 a 2007. Ve stejném období bylo zjištěno pod výustí z ČDV (Hadůvka-pod ČDV) denní látkové množství uranu ve vodě v rozmezí 5,6–19,1 g.d<sup>-1</sup>.

Ovlivnění profilu Bobrůvka-Předklášteří, který se nachází při ústí Bobrůvky do řeky Svatavy, je názorně uvedeno na obr. 4. Hodnota C<sub>90</sub> je v tomto profilu 11,4 µg.l<sup>-1</sup> U<sub>nat</sub> a odpovídá II. třídě jakosti podle ČSN 75 7221, kterou jsou charakterizovány mírně znečištěné vody. Nebyl tedy zjištěn významný negativní dopad důlních vod na vodní prostředí toku Bobrůvka, a to díky značnému naředění vod přítékajících Hadůvkou.

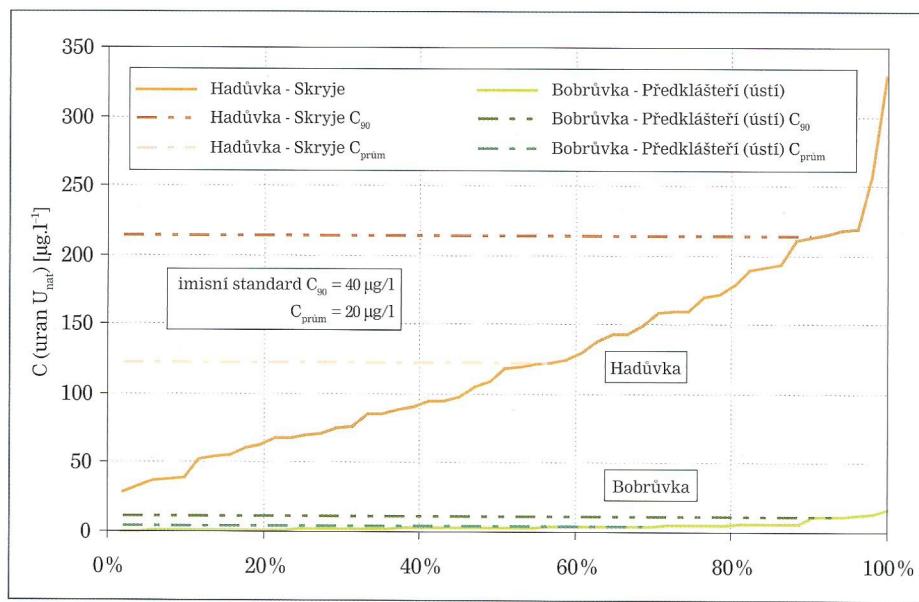
Na obr. 5 je dokumentováno zatížení sledovaných profilů sírany, jež mají svůj původ v důlních vodách a pramenných vývěrech v dolní části nivy Hadůvky a tvoří doprovodné znečištění, podobně jako výskyt iontů železa a mangantu. Koncentrace síranů ve vodním prostředí Hadůvky pod ČDV jsou i ve zjištěných minimálních hodnotách vyšší než imisní standard C<sub>90</sub> (300 mg.l<sup>-1</sup>). Díky naředění vod však již nepatří mezi problémové ukazatele v Bobrůvce



Obr. 3. Pohled na čistírnu důlních vod Olší-Drahonín

**Tabulka 1.** Denní přísun uranu Hadůvkou do Bobrůvky a naměřené průtoky při ústí Hadůvky

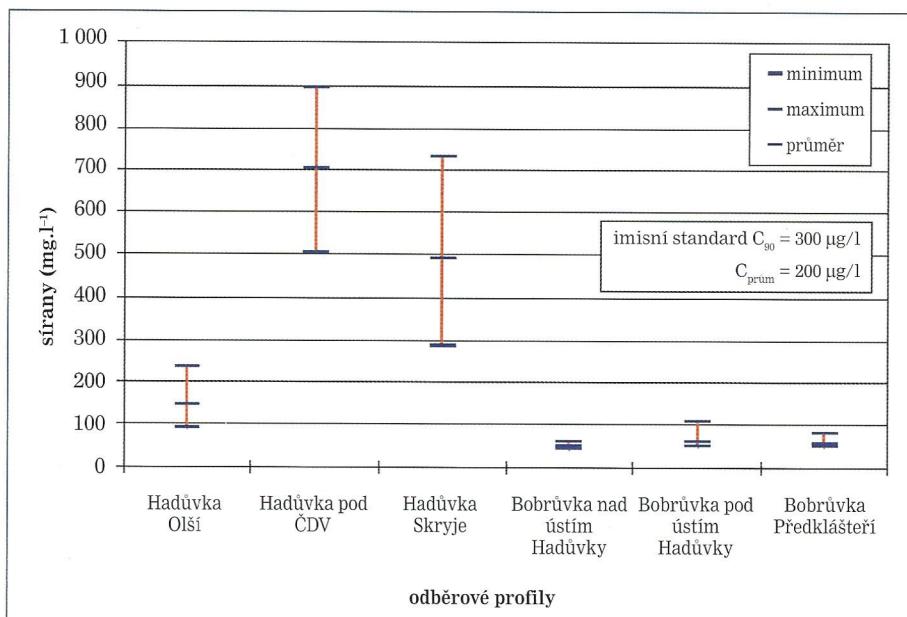
Rok	Denní přísun uranu U <sub>nat</sub> (g.d <sup>-1</sup> )			Průtok (l.s <sup>-1</sup> )	
	průměr	minimum	maximum	minimum	maximum
2006	105	54	135	4,2	20,6
2007	167	65	298	6,2	37,4
2008	109	42	199	4,0	19,5



**Obr. 4.** Naměřené koncentrace uranu ve vzorcích vody ze sledovaných odběrových profilů Haduvka-Skryje a Bobrúvka-Předklášteří seřazené podle velikosti ( $C_{\text{uran}}$ ), empirická pravděpodobnost nepřekročení  $C_{90}$ , aritmetický průměr  $C_{\text{prum}}$ , imisní standard pro porovnání s  $C_{90}$  podle nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a odvozený imisní standard pro porovnání s  $C_{\text{prum}}$  podle Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb.

a ve Svratce dále po toku. V důsledku vývoje hydrologických a oxidačně-redukčních podmínek v prostoru bývalého dolu Olší je předpoklad úbytku jejich koncentrací v čase (v horizontu desítek let).

Další sledovanou složkou vodního prostředí jsou sedimenty a plaveniny. Plaveniny jsou zachycovány pomocí lapačů vyvinutých v rámci výzkumu. Doba expozice lapačů ve vybraných odběrových profilech činí jeden měsíc.



**Obr. 5.** Naměřené koncentrace síranů (aritmetický průměr, minimum, maximum) ve vzorcích vody ze sledovaných odběrových profilů na tocích Haduvka a Bobrúvka, imisní standard  $C_{90}$  podle nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a odvozený imisní standard  $C_{\text{prum}}$  podle Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb.

**Tabulka 2.** Výsledky stanovení genotoxicity vzorků sedimentů

Matrice – sediment; rok 2008 Odběrový profil	Kmen <i>Salmonella typhimurium</i>			
	varianta bez S9 frakce		varianta s S9 frakcí	
	TA98	TA100	TA98	TA100
Hadůvka-Olší	negativní	<b>pozitivní</b>	negativní	<b>pozitivní</b>
Hadůvka-pod ČDV	negativní	negativní	negativní	negativní
Hadůvka-Skryje	negativní	<b>pozitivní</b>	<b>pozitivní</b>	<b>pozitivní</b>

Množství uranu ve vzorcích sedimentů, odebraných na profilu Hadůvka-Olší, bylo zjištěno v rozmezí  $209\text{--}395\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . V profilu Hadůvka-Skryje byl zjištěn obsah uranu nižší – v rozmezí  $36\text{--}398\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Množství uranu ve vzorcích plavenin z ústí Hadůvky bylo zjištěno v rozmezí  $77\text{ až }210\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Vzorky sedimentů z řeky Bobrůvky nad a pod ústím Hadůvky obsahovaly přibližně  $70\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  uranu, množství odpovídající zhruba dolní hranici obsahu uranu v sedimentech a plavenních z Hadůvky.

Vzorky vody odebrané z Hadůvky v roce 2006 nevykazovaly na zástupce destruentů – bezobratlé organismy *Daphnia magna* a *Thamnocephalus platyurus* toxický účinek z hlediska akutní toxicity. Taktéž nebyl prokázán toxický účinek na zástupce producentů řasu *Desmodesmus communis*. Naopak byl zjištěn pozitivní genotoxicický účinek jak v rámci sledování jednotlivých matric, tak i na jednotlivých vybraných profilech toku Hadůvka.

Zvýšené riziko z hlediska hodnocení genotoxicity představoval zejména vzorek sedimentu z odběrového profilu Hadůvka-Skryje, ve kterém byly nalezeny mutagenní látky způsobující nukleotidové delece a inzerce v sekvenci DNA již v nízkých koncentracích vzorku (*tabulka 2*). Nebyl však potvrzen negativní dopad na vodní ekosystémy toků Bobrůvka a Svatka.

Vyhodnocení situace v období 2005 až 2008 prokázalo ovlivnění vodního prostředí toku Hadůvka čerpanými důlními vodami vypouštěnými přes čistírnu důlních vod (ČDV) Olší-Drahonín a podzemními vodami přiváděnými z podloží do toku prameny lokalizovanými zejména v dolní části nivy Hadůvky. Z dosavadních výsledků nebyl zjištěn významný negativní dopad vypouštěných důlních vod na vodní ekosystémy řek Bobrůvky a Svatky. Další informace o pokračujícím monitoringu jsou k dispozici na řešitelském pracovišti.

#### Kontakt:

Ing. Hana Hudcová, Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Pobočka Brno, Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, tel.: 541 126 325, e-mail: hana\_hudcova@vuv.cz,  
Mgr. Jana Badurová, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.,  
Pobočka Ostrava, Macharova 5, 702 00 Ostrava