

Vliv chemických parametrů vod Velké podkrušnohorské výsypky na jejich oživení

Principem všech věcí je voda – z vody je vše a vše se do vody vrací.
Thales z Miletu

Velká podkrušnohorská výsypka – člověkem vytvořená krajina – je součástí dolového území Sokolovského hnědouhelného revíru (severozápadní Čechy, Sokolovská pánev) a patří k největším útvarům tohoto typu v ČR. Celková rozloha území zasaženého výsypkou je 1957 ha, maximální horizont po dokončení sypání se předpokládá 600 m n. m. Výsypka začala vznikat před 30 lety, ukončení hornické činnosti na celé ploše je plánováno na r. 2005. Těleso výsypky tvoří pestrá směs cyprisových jílu a jílovců, uhelných jílu, uhlí a podsypových materiálů. V jižní části se vyskytují tufitické jílovce ze skrývkových řezů Medard-Libík, vesměs přesypané cyprisovými jíly a jílovcí, které izolují toxické materiály tufitických jílovců. Právě tyto jíly zásadně ovlivňují charakter výsypkových vod, protože díky svému složení mají schopnost neutralizovat jinak kyselé důlní vody.

Základem tvorby nové krajiny v oblastech postižených povrchovou těžbou hnědého uhlí je dostatečná

vodní síť, neboť voda je důležitým faktorem ovlivňujícím, jak rostlinná, tak živočišná společenstva. Její kvalita, nedostatek či naopak, nadbytek, se odrazí na klimatických poměrech i na biodiverzitě dané oblasti. Zhodnocení kvality výsypkové vody po stránce chemické i biologické je proto velmi důležité pro následné osídlení.

Z výsypek nadložního materiálu hnědouhelných dolů odtéká voda, která v některých parametrech mnohonásobně překračuje limity pro povrchové vody, zneumožňuje oživení vodotečí a v mnoha případech poškozují i dlouhé úseky recipientů.

Výsypkové vody obsahují oproti běžným povrchovým vodám v ČR vysoké koncentrace rozpuštěných látek, což se odrazilo na hodnotách vodivosti, které zde běžně dosahují okolo 6 000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. V tab. 1 jsou uvedeny nejčastější hodnoty ve vodě rozpuštěných látek ze sledovaného výsypkového a mimovýsypkového území. Všeobecně lze říci, že vody na VPV mají vysoký obsah rozpuštěných látek. Hodnoty v ČR se pohybují v rozmezí 0,05 až 0,5 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Frouz, 1999), ale na pramenech výsypky se toto množství pohybuje od 8 do 15 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Síraný spolu s hydrogenuhličitanem a chloridy patří mezi hlavní anionty přírodních vod, zpravidla podle kvalitativního zastoupení v pořadí HCO_3^- – SO_4^{2-} – Cl^- či SO_4^{2-} – HCO_3^- – Cl^- . V důlních vodách jsou pak síraný zcela dominujícím aniontem (Pitter, 1999), což se potvrdilo analýzou sledovaných vodotečí situovaných na Velké Podkrušnohorské výsypce (VPV). Koncentrace síranů se zde pohybovaly v rozmezí 2 000 – 8 000 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Povrchové vody dle Pittera (1999) obsahují v průmyslových oblastech síraný v koncentracích desítky $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, čemuž odpovídají i hodnoty naměřené na mimovýsypkových lokalitách. Výjimkou je odběrové místo *Hluboký potok*,

Dlouhý potok, léto 1999. Foto: archiv autorky



Tab. 1: Koncentrace rozpuštěných látek ve vodě na výsypkových a mimovýsypkových lokalitách v porovnání s běžnou povrchovou vodou v ČR

Parametr	Jednotka	Nejčastější hodnoty na lokalitách		Běžná povrchová voda
		výsypkových	mimovýsypkových	
pH		8,2 – 8,5	6,4 – 7,2	6,5 – 8,5
Alkalita	mmol.l ⁻¹	14,6 – 17,2	0,4 – 1,3	0,5 – 3
NH ₄ – N	mg.l ⁻¹	0,5 – 0,7	0,01 – 0,03	0,05 – 0,5
NO ₃ – N	mg.l ⁻¹	0,4 – 0,6	1,9 – 3,5	0 – 5
P _{total} (TP)	mg.l ⁻¹	0,02 – 0,05	0,1 – 0,3	0,05 – 0,4
Na ⁺	mg.l ⁻¹	800 – 1300	9 – 14	2 – 50
K ⁺	mg.l ⁻¹	17 – 21	2 – 5	1 – 35
Ca ²⁺	mg.l ⁻¹	210 – 350	5 – 25	10 – 200
Mg ²⁺	mg.l ⁻¹	100 – 150	3 – 8	5 – 50
Cl ⁻	mg.l ⁻¹	4 – 5,5	8 – 22	3 – 50
SO ₄ ²⁻	mg.l ⁻¹	4 500 – 5 500	27 – 52	20 – 200
Fe _{total}	mg.l ⁻¹	2 – 3	0,3 – 0,9	0,01 – 0,5
Mn _{total}	mg.l ⁻¹	1,2 – 2	0,09 – 1,2	0,05 – 0,5

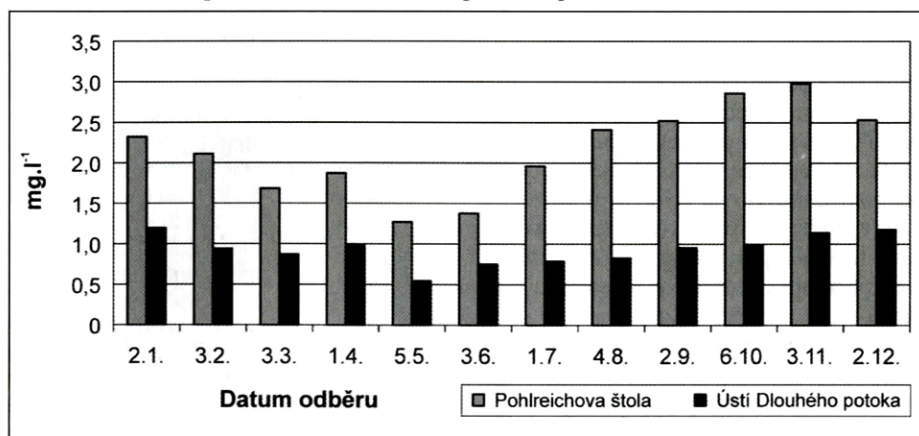
kteří je ve všech sledovaných parametrech ovlivněno naveným výsypkovým materiálem.

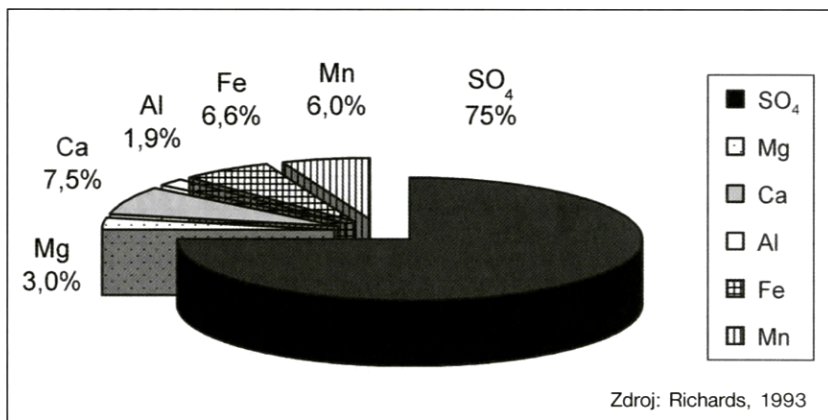
Výsypkové vody obsahují též vysoké koncentrace těžkých kovů, na VPV jsou to hlavně sloučeniny železa. Spolu s již zmiňovanou sírou jsou obsaženy v pyritech FeS₂, které jsou běžnou součástí uhelných slojí. Jejich oxidací se pak do vod uvolňují jak sírany SO₄²⁻, tak železo ve formě Fe²⁺ a Fe³⁺, u něhož jsou problematické zejména sraženiny vznikající z hydratovaných oxidů Fe³⁺. Tyto sraženiny pak voda unáší i na větší vzdálenosti. Na snižování železa mají pozitivní vliv mokřady, kde se voda toku rozlije do tenké vrstvy (Pecharová, Hezina, 2000). Také mokřadní vegetace pozitivně ovlivňuje snižování koncentrací těchto kovů ve vodách, neboť působí jako kořenová čistička. Potoky vytékající z takovýchto mokřadů obsahují jejich prokazatelně nižší koncentrace. Také v průběhu toku se vzdáleností od pramene obsah kovů snižuje, protože se usazují na dně vodotečí. Tyto usazené sraženiny

však mají negativní vliv na vodní organismy, jelikož se na nich zachytávají a znemožňují tak jejich pohyb, či dokonce dýchání.

Ve výsypkových vodách se zjistily také vysoké koncentrace Ca²⁺, Mg²⁺ a Na²⁺. Důležitou složkou těchto vod jsou hydrogenuhličitan, které obsahují již zmiňované cyprisové jílky. Právě tyto hydrogenuhličitan mají neutralizační schopnost, která zvyšuje pH vod VPV na 7,5 – 8,5. Díky vysokým hodnotám pH se tyto vody zásadně odlišují od vod souhrnně označovaných zkrat-

Koncentrace Fe na prameni a ústí Dlouhého potoka v průběhu r. 2001





2. Průměrné koncentrace látek rozpuštěných v kyselých důlních vodách (AMD)

kou AMD (*acid mine drainage*) – kyselé důlní vody, které se vyznačují nízkým pH a výrazně nižšími koncentracemi Ca²⁺, Mg²⁺, Na²⁺ a téměř ve všech případech nulovou koncentrací hydrogenuhličitanů.

Procentické zastoupení (obr. 2) se vypočítalo z váhové jednotky mg.l⁻¹, ve které se koncentrace rozpuštěných látek nejčastěji udávají. Obsah síranů se v důlních vodách uhelných dolů pohybuje téměř vždy nad 50 %, zbytek rozpuštěných látek tvoří kovy v různém zastoupení (Richards, 1993).

I přes vysoké koncentrace rozpuštěných látek neprokázaly testy z vybraných výsypkových lokalit toxicitu těchto potoků. Jediným problémem se zde jeví vysoké koncentrace železa, které však sami o sobě nejsou toxické. Jde o sraženiny z jejich hydratovaných oxidů, neboť ty zanášejí pohybové a dýchací orgány vodních organismů, a tím znemožňují jejich existenci.

Z odebraných vzorků bylo zjištěno, že zastoupení jednotlivých taxonů zoobentosu je ve výsypkových vodách nižší než ve vodách mimovýsypkových. Nejtolerantnější ke kvalitě vody jsou zástupci čeledě *Chironomidae* patřící do řádu *Diptera*, jejichž přítomnost se prokázala na třinácti lokalitách ze šestnácti sledovaných. Naopak, indikátorem čistých vod jsou zástupci čeledě *Athericidae* ze stejného řádu, kteří byli nalezeni pouze v některých mimovýsypkových potocích. Nepřítomnost zoobentosu byla prokázána na třech lokalitách, v nichž sedimenty tvořené sraženinami hydratovaných oxidů pokrývaly celé dno toku či prameniště, což potvrzuje domněnku uvedenou v předchozím odstavci.

Z navrhovaných opatření pro zlepšení a stabilizaci výsypkových vod je třeba poukázat zejména na malá mokřadní společenstva, neboť rozlití toku do tenké vrstvy má pozitivní vliv na snižování obsahu ve vodě

rozpuštěných látek a naopak, na zvýšení diverzity rostlinných i živočišných vodních společenstev.

Naměřené hodnoty potvrzují, že výsypkové vody, ač s vysokými koncentracemi rozpuštěných látek, jsou značně stabilní. Během roku se zde neobjevuje velká rozkolísanost naměřených chemických ukazatelů mezi jednotlivými odběry, ale na druhou stranu se z ročního sledování nemohou dělat trvalé závěry. Posouzení kvality výsypkových vod je spíše orientační, neboť výsypka se stále vyvíjí a průběžně se mění i složení výsypkových vod. Veškeré zásahy při tvorbě nové krajiny mohou zásadně ovlivnit její budoucí vývoj, ať už pozitivním nebo negativním směrem.

Hana Broumová, Emilie Pecharová

Literatura

- Frouz, J.: Obnova společenstev půdních organismů a tvorba půdy na plochách lesnický rekultivovaných výsypek. In: *Zahlazování následků hornické činnosti*. Sborník přednášek. Příbram, 1999.
- Pecharová, E., Hezina, T., Procházka, J.: Druhotné mokřady v silně antropogenně ovlivněné krajině. In: *Krajina a voda*. Sborník z konference. Veselí nad Moravou, 1998, s. 169 – 173.
- Pecharová, E., Hezina, T., Procházka, J., Příkryl, I., Pokorný, J.: Restoration of Spoil Heaps in Northwestern Bohemia Using Wetlands. In: *Vymazal, J. (ed.): Nutrient Cycling and Retention in Natural and Constructed Wetlands*. Leiden, 2000.
- Pecharová, E., Hezina, T.: Obnova přirozených biotopů na Velké podkrušnohorské výsypce. In: *EKOTREND, Trvale udržitelný rozvoj – cesta do třetího tisíciletí*. Sborník z konference. České Budějovice, 2000.
- Philips, P., Bender, J., Simms, R., Rodrigez-Eaton, S., Britt, C.: Manganese and Iron Removal from Coal Mine Drainage by use of Green Algae – Microbial Mat Consortium. In: *International Land Reclamation and Mine Drainage Conference and Third International Conference on the Abatement of Acidic Drainage*. Pittsburg, 1994, p. 109 – 118.
- Pitter, P. *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT, Praha, 1999. s. 102 – 117.
- Richards, I. G., Palmer J. P., Barratt, P. A.: *The Reclamation of Former Coal Mines and Stellworks*. Elsevier, Amsterdam, 1993, 720 pp.