

## Vplyvy banskej činnosti na životné prostredie na ložisku Smolník

Ložisko Smolník patrí medzi jedno z historicky najznámejších a najbohatších Cu - Fe rudných ložísk na Slovensku. Nachádza sa medzi obcami Smolník a Smolnícka Huta, v doline potoka Smolník, v oblasti Spišsko-gemerského rudohoria. Ide o stratiformné sulfidické zrudnenie, kde hlavnými minerálmi sú chalkopyrit a pyrit. Pôvodný reliéf a okolie banského závodu je poznamenané stáročnou banskou činnosťou, ktorá na ložisku prebiehala vyše 735 rokov. Od roku 1326 do roku 1990 tu bolo vyťažených okolo 19 Mt rudy, z ktorej sa získalo približne 150 kt čistej medi a objem vyťaženého pyritu predstavoval vyše milión ton. Ložisko je rozfárané v dĺžke cez 3 km a vo východnej časti je vyťažené do hĺbky 360 m. V súčasnosti je oblasť ložiska pod správou Rudných baní, š. p., Banská Bystrica.

### Minulosť a súčasnosť ložiska

Smolnícke ložisko bolo postupne preskúmané, otvárané a ťažené početnými historickými a novodobými banskými dielami, pričom sa na povrchu terénu nachádza veľké množstvo povrchových dobývok, odvalov, ústí štôlní, šacht a komínov. Baníctvo bolo predovšetkým zamerané na ťažbu medenej rudy. Začiatkom 19. storočia sa rozvinula technológia získavania medi z tzv. cementačných vôd. Asi od roku 1900 až do 60. rokov minulého storočia sa získaval pyrit, ktorý sa využíval na výrobu kyseliny sírovej. V roku 1954 bola dobudovaná flotačná úpravňa na úpravu medených rúd a začalo sa s výstavbou odkaliska. Nezaujímajúc o pyrit, ubúdajúci obsah medi v rúbanine, vysoké náklady na ťažbu a úpravu suroviny spôsobili, že v roku 1990 bola ťažba na ložisku Smolník definitívne zastavená. Banské priestory boli postupne zatápané vodou od decembra 1990 do mája 1994. Už krátko po ukončení zatápania sa objavili prvé intenzívne priesaky bankských vôd a 11. 6. 1994 bol hlásený úhyn rýb v potoku Smolník, do ktorého sú cez šachtu Pech odvádzané banské vody zo zatopeného banského diela. V auguste 1994 sa vo výtoku z tejto šachty namerali koncentrácie síranov v hodnotách 14 000 mg/l, Cu 90 mg/l, Zn 100 mg/l a koncentrácie rozpustných látok boli 25 000 mg/l. Táto situácia pretrvávala až do roku 1997, kedy sa na ložisku

začali realizovať nápravné opatrenia. Šachta Pech bola zasypaná drťou karbonátov a koncom novembra 1997 sa začalo s výstavbou jej drenáže, pričom po jej dobudovaní začiatkom roka 1998 došlo čiastočne k zániku priesakov bankských vôd do potoka Smolník. V súčasnosti šachta Pech predstavuje najnižšie položené vyústenie systému zatopených bankských diel a funguje ako hlavný odvodňovací prvok ich drenáže. Okrem toho bola vybudovaná nepriepustná úprava koryta potoka Smolník v mieste križovania bankských diel od bývalej šachty Rotenberg a ďalšia úprava koryta sa realizovala v oblasti bývalého banského závodu. Na odvedenie povrchových vôd z miest nad ložiskovou oblasťou sa vybudoval systém povrchových drénov.

Z výsledkov monitoringu kvality vôd po roku 1997 vyplynulo, že došlo k čiastočnej stabilizácii situácie a k miernemu zlepšeniu kvality vody v potoku Smolník. Ten reprezentuje hlavný recipient územia a negatívny vplyv bankských vôd je viditeľný pozdĺž celého jeho toku až po sútok s riekou Hnilec. Zo šachty Pech, ktorá naďalej pred-

stavuje hlavný zdroj kontaminácie, v súčasnosti vyteká vyteká voda v objeme približne 5 - 9 l/s. V rozpätí rokov 1997 - 2007 došlo k menšiemu poklesu v hodnotách rozpustných látok (zo 7 600 mg/l na 5 500 mg/l), síranov (z 5 800 mg/l na 3 300 mg/l), Fe (z 600 mg/l na 400 mg/l), Cu (z 4 mg/l na 2 mg/l), Zn (z 30 mg/l na 10 mg/l), Al (z 200 mg/l na 80 mg/l), Mn (z 60 mg/l na 30 mg/l), As (z 0,15 mg/l na 0,04 mg/l). Hodnoty pH sa nezmenili, pohybovali sa v rozmedzí 3 - 4. Aj keď je z týchto výsledkov zrejme, že oproti roku 1997 došlo k miernemu zníženiu koncentrácií kovov v banskej vode vytekajúcej zo šachty Pech, napriek tomu je situácia naďalej nepriaznivá.

Hlavným faktorom, ktorý negatívne ovplyvňuje územie ložiska, sú tzv. kyslé banské vody (v odbornej literatúre známe pod názvom Acid Mine Drainage - AMD), ktoré acidifikujú povrchové a podzemné vody, pôdy a sedimenty ložiska. AMD charakteristické nízkym pH a vysokou mineralizáciou, sú výsledkom oxidácie sulfidických minerálov, predovšetkým pyritu, pri ich kontakte s vodou a vzduchom. V tomto kyslom prostredí dochádza aj k rozpúšťaniu okolitých horninotvorných aluminosilikátových minerálov ložiska, a tým k uvoľňovaniu Al<sup>3+</sup> do roztoku, čím narastajú jeho koncentrácie v bankských vodách. Na ložisku sa okrem iného intenzívne prejavujú aj zmeny fyzikálneho stavu reliéfu ako dôsledok rozsiahleho poddolo-



Výtok z odkaliska Smolnícka Huta

vania územia a haldovania odpadového materiálu.

V procese acidifikácie prostredia zohrávajú dôležitú úlohu aj staré odvaly (najmä v centrálnej časti ložiska), kde prebiehajú oxidačné procesy pyritu za priameho prístupu atmosférického kyslíka, čím dochádza k mobilizácii prvkov ťažkých kovov. Z týchto odvalov je aktívnym zdrojom acidifikácie a znečistenia potoka Smolník odval pyritového koncentrátu v západnej časti areálu bývalého banského závodu, v blízkosti potoka Smolník. V okolí odvalu boli v minulosti pozorované intenzívne priesaky na brehu potoka, hromadenie povrchových vôd vo veľkých kalužiach s pH < 1. V roku 2002 sa okolo haldy vybudovala drenáž na odvedenie zrážkových vôd a halda bola prekrytá geotextiliou, čím sa malo zabrániť ďalšej oxidácii pyritového materiálu. Analýzy podzemnej vody z vrtu pri päte haldy z roku 2007 však preukázali, že oxidácia pyritového materiálu aj napriek vykonaným opatreniam prebieha intenzívne. Hodnoty rozpustných látok boli 2 300 mg/l, síranov 1 500 mg/l, Fe

70 mg/l, Cu 5 mg/l, Zn 3 mg/l, Al 50 mg/l, Mn 5 mg/l,

As 0,01 mg/l. Hodnoty pH sa pohybovali z rozmedzí 2 - 3. Súčasťou ložiska Smolník je aj odkalisko Smolnícka Huta, v blízkosti obce Smolnícka Huta, pod banským závozom. Na odkalisku bolo uložených 3 milióny ton flotačných kalov z úpravy rudy, pričom voda z neho je taktiež odvádzaná do potoka Smolník. V súčasnosti je oblasť odkaliska zrekultivovaná a zalesnená. Analýzy vôd odoberaných z výtoku pri päte odkaliska v roku 2007 preukázali, že pH vody sa pohybovalo v rozpätí 6 - 6,5 a koncentrácie rozpustných látok boli 1 500 mg/l, síranov 900 mg/l, Fe 8 mg/l, Cu 0,04 mg/l, Zn 0,14 mg/l, Al < 0,4 mg/l, Mn 14 mg/l, As 0,03 mg/l. Kvalita tejto vody je lepšia oproti banskej vode vytekajúcej zo šachty Pech.

### Budúcnosť ložiska

Dôsledky dlhodobej banskej činnosti a následného zatopenia banského diela sú viditeľné v celej oblasti ložiska Smolník. Zabrániť tvorbe kyslých bankských vôd, ktoré predstavujú najvýraznejší zdroj kontaminácie, je však v podstate nemožné. Hlavný zdroj ich vzniku - pyrit, sa na ložisku nachádza v takom množstve a rozsahu, že môžeme celkom reálne predpokladať, že daný stav bude pretrvávajúť ešte niekoľko desiatok rokov. Nato, aby sme aspoň čiastočne eliminovali negatívne vplyvy bankských vôd by bolo potrebné navrhnuť vhodnú metódu ich úpravy, predovšetkým pre vody vytekajúce zo šachty Pech.

V posledných rokoch boli vo svete vyvinuté a aplikované rozličné metódy úpravy bankských vôd, či už chemické (neutralizácia pozitívnym drveným vápencom, hydroxidom sodným, popolčeka, rôzne reaktívne bariéry, adsorpcia/absorpcia, výmena iónov, stripovanie), alebo biologicko-chemické (bioreaktory s využitím síran-redukujúcich alebo železo-oxidujúcich baktérií, systém mokradí, fyto-remediácia).

Úprava bankských vôd ložiska Smolník bola predmetom niekoľkých realizovaných projektov, napr. na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave alebo na Ústave geotechniky Slovenskej akadémie vied v Košiciach. Išlo napr. o metódy neutralizácie s využitím vápenca a organických materiálov, využitie sorbentov, či už syntetických alebo prirodzených, v podobe precipitátov Fe, bioreaktorov, s využitím

baktérií redukujúcich síran alebo železo. Výsledky týchto projektov však doteraz neboli aplikované v prevádzkových podmienkach. V tomto prípade treba brať aj do úvahy, že navrhnutie a následná realizácia vhodnej metódy úpravy bankských vôd je veľmi nákladná záležitosť tak časovo, ako aj finančne. Okrem iného do procesu úpravy vstupuje celá škála aspektov, od chemických po biologické, hydrologické, hydrogeologické, klimatické, geochemické, ktoré ovplyvňujú úspešnosť procesu úpravy. Ďalej naň vplyvajú aj napr. sezónne zmeny v kvalite vytekajúcich vôd, dynamika a stratifikácia zatopeného banského diela.

V rámci riešenia problematiky starej banskej zátáže Smolník je potrebné uplatniť komplexný prístup, ktorý okrem navrhnutia a aplikácie vhodnej metódy úpravy bankských vôd bude zahŕňať aj pravidelný monitoring kvality vôd, pôd a sedimentov a sledovanie tendencie vývoja negatívnych vplyvov a ich pôsobenia v celej príľahlej oblasti ložiska.

Ing. Andrea Šlesárová, PhD.  
SAŽP Košice