

Problematika úpravníckych kalov z pohľadu environmentálnych záťaží

Kozáková, L., Zeleňák, M., Zeleňák, F.: Mineral Processing Sediments in Terms of Environmental Burdens. Životné prostredie, 2012, 46, 5, p. 227 – 231.

Mining and mineral processing of raw materials has a long tradition in Slovakia. The gradual removal of rich ore veins caused a transfer to mining ores with low metal content; the volume of mined materials has increased. Development of additional treatment technologies of raw materials, particularly flotation, raised the effectiveness of processes for obtaining utility components in the treatment of ore and non-ore minerals. It is used mass of chemical compounds in the flotation process. Waste from the ore treatment process – mineral processing waste or flotation waste was transported by hydraulic systems and deposited on the settling pits. Established and alluvial materials have specific characteristics, mainly related to the used treatment method, respectively used chemical compounds. Mineral processing waste, which is the product of sodium cyanide leaching technology, has unique character. The majority of ore that was previously mined and processed belonged to the sulphide ores. Due to the effect of atmospheric oxygen and water it may lead to oxidation and other chemical processes. The oxidation of sulphides can caused formation of sulfuric acid, iron, sulfate, and various kinds of metal. These compounds are able to migrate in the body of the settling pit. Slovak legislation defines a settling pit as a natural or artificially engineered facility for the disposal of fine-grained mining wastes with different water content. Settling pit can be also defined as water construction formed by dam system and waste is deposit by hydraulic systems. The article reviews the updated data from the register of settling pits, associated with mining, especially mineral processing activities. The survey is complemented by available data from the registers of environmental burdens.

Key words: mineral processing sediments, flotation waste, water construction, environmental burdens

Baníctvo z pohľadu ťažby a úpravy surovín má na Slovensku stáročnú a intenzívnu tradíciu. Jej výsledkom je vznik povrchových a podpovrchových antropogénnych novotvarov montánneho pôvodu. Podpovrchové novotvary, resp. banské priestory boli po ukončení banskej činnosti zasypané alebo zaliate. Z hľadiska možných dopadov na zložky životného prostredia závažné riziko predstavujú povrchové úložiská, medzi ktoré patria odvaly a odkaliská. Odvaly (tiež haldy, výsypky) slúžili na ukladanie tuhého ťažobného odpadu. Odkaliská sa budovali na zneškodňovanie jemnozrnného ťažobného odpadu, spravidla hlušiny zmiešanej s rôznym množstvom vody, pochádzajúcej z úpravy nerastov – úpravníckych kalov (podľa zákona

č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov).

Charakteristika úpravníckych kalov

Úpravnícke kaly sú produktom spracovania rudných a nerudných surovín. Územia s bohatými zásobami, najmä rudných surovín, patrili cca od 14. storočia k významným banským lokalitám. Postupné vyťaženie bohatých žíl spôsobilo prechod k ťažbe rúd s nízkym obsahom kovov, zvyšoval sa objem ťaženej suroviny.

Vývoj novších technológií úpravy surovín, najmä flotácie, umožnil zvyšovanie účinnosti procesov

Tab.1. Prehľad odkalísk súvisiacich s banskou a úpravnou činnosťou

| Názov vodnej stavby | Katégoria |
|--|---------------|
| 1. Pezinok – nové – sever | III. |
| 2. Pezinok – staré – juh | IV. |
| 3. Baňa Cígeľ ČOV – nové | III. |
| 4. Baňa Cígeľ ČOV – staré | III. |
| 5. Jelšava | II. |
| 6. Hodruša-Hámre | II. |
| 7. Lubeník | IV. |
| 8. Hačava | II. |
| 9. Horná Ves (Kremnica) | IV. |
| 10. Sedem žien, Banská Belá | II. |
| 11. Dúbrava 01, 02 | III. |
| 12. Dúbrava 03 | III. |
| 13. Lintich – Banská Štiavnica | III. |
| 14. Špania Dolina – staré | IV. |
| 15. Špania Dolina – nové | IV. |
| 16. Rudňany | II. |
| 17. Nižná Slaná | II. |
| 18. Košice Bankov – nové (flotačné) | III. |
| 19. Košice Bankov – staré (gravitačné) | IV. |
| 20. Slovinky | II. |
| 21. Smolník | III. |
| 22. Poproč | bez kategórie |
| 23. Bodnarec (Slovinky – staré) | bez kategórie |

Zdroj: Register odkalísk, november 2012 (http://www.vvb.sk/cms/rvs/verejnost_register_odkalisk_11_2012.htm)

získavania úžitkových zložiek pri úprave rudných aj nerudných surovín. V samotnom procese flotácie sa používali chemické zlúčeniny prevažne organickej povahy. Do sústavy: kvapalná – tuhá – plynná fáza sa vnášali látky na reguláciu, resp. zmenu povrchového napätia: koagulanty a detergenty, xantáty, kyanidy, oleje, dispergátory (vodné sklo) a peniče. Hodnota pH sa upravovala prídávaním vápenného mlieka alebo kyselín. Úžitkové zložky (kovy aj nekovy) sa extrahovali do peny a neúžitkové zložky sa potlačili do odpadu.

Odpad z tohto procesu/úpravy – úpravnícky, resp. flotačný odpad – bol hydraulickým spôsobom dopravovaný, naplavovaný a deponovaný na odkalisko. V procese naplavovania sa uplatňovali sedimentačné procesy v závislosti od granulometrického zloženia a fyzikálnych vlastností ukladaného materiálu. Väčšie a špecificky ťažšie zrná sa usádzovali na začiatku dráhy naplavovania, kým jemnejšie a špecificky ľahšie sa usádzovali ďalej do stredu odkaliska. Takto naplavené a usadené materiály sa vyznačujú špecifickými vlastnosťami, ktoré súvisia hlavne so samotným pou-

žitým spôsobom úpravy, resp. použitými chemickými zlúčeninami. Objemy týchto odpadov predstavujú milióny m³.

Osobitým charakterom sa vyznačujú úpravnícke kaly, ktoré sú produktom technológie lúhovania kyanidom sodným (NaCN, odkalisko Horná Ves – Kremnica).

Prevažná väčšina rúd, ktoré sa v minulosti ťažili a spracovávali, patrila k sulfidickým rudám, resp. sulfidy tvorili podstatnú prímes ťažených hornín (pyrit FeS₂, pyrotín FeS, galenit PbS, sfalerit ZnS, chalkopyrit CuFeS₂, arzenopyrit FeAsS, antimonit Sb₂S₃).

Na odkaliskách, kde sa ukládali flotačné kaly po spracovaní sulfidických rúd, vplyvom pôsobenia vzdušného kyslíka a vody môže dôjsť k oxidačným a ďalším chemickým procesom. Pri oxidácii sulfidov je možný vznik kyseliny sírovej. Železo, sírany a rôzne druhy kovov môžu migrovať v telese odkaliska. Vznikajú sekundárne minerály, tzv. precipitáty železa – oxyhydroxidy s obsahom vysokých koncentrácií ťažkých, najmä toxických kovov (Sb, As, Cu, Pb, Zn, Cd).

Špecifikácia odkalísk

Podľa zákona č. 514/2008 Z. z. je odkalisko definované ako prírodné alebo umelo vybudované zariadenie na zneškodňovanie jemnozrnného ťažobného odpadu, spravidla hlušiny zmiešanej s rôznym množstvom vody pochádzajúcej z úpravy nerastov a z čistenia alebo recyklácie vody z prevádzky.

Odkaliská, na ktoré sa odpad ukladá hydraulickým spôsobom a sú vytvorené hrádzovým systémom, sú v zmysle zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách považované za vodné stavby, ktoré vyžadujú odborný technicko-bezpečnostný dohľad. Tento dohľad nad vodnými stavbami je špecializovaná činnosť zameraná na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie príslušného územia, životov ľudí a majetku, najmä uvoľnením vzdúvanej alebo zadrživanej vody.

V prílohe č. 1 vyhlášky MŽP SR č. 458/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o výkone odborného technicko-bezpečnostného dohľadu nad vodnými stavbami a o výkone technicko-bezpečnostného dozoru, je uvedená kategorizácia vodných stavieb. Táto kategorizácia je založená na odhade faktora rizika, ktorý vyplýva z existencie vodnej stavby. Odhad faktora rizika je daný súčtom všetkých priamych a následných strát, vrátane ľudských životov, ku ktorým by došlo pri havárii konštrukcie, ktorá zadrživa vodu. Veľkosť potenciálneho nebezpečenstva závisí od hustoty osídlenia, hospodárskej a priemyselnej zástavby v území ovplyvnenom vodnou stavbou a od jeho

hospodárskeho významu. Na základe bodového hodnotenia vyššie uvedeného faktora rizika sa vodné stavby zaraďujú do kategórií I. až IV., pričom najrizikovejšia je kategória I.

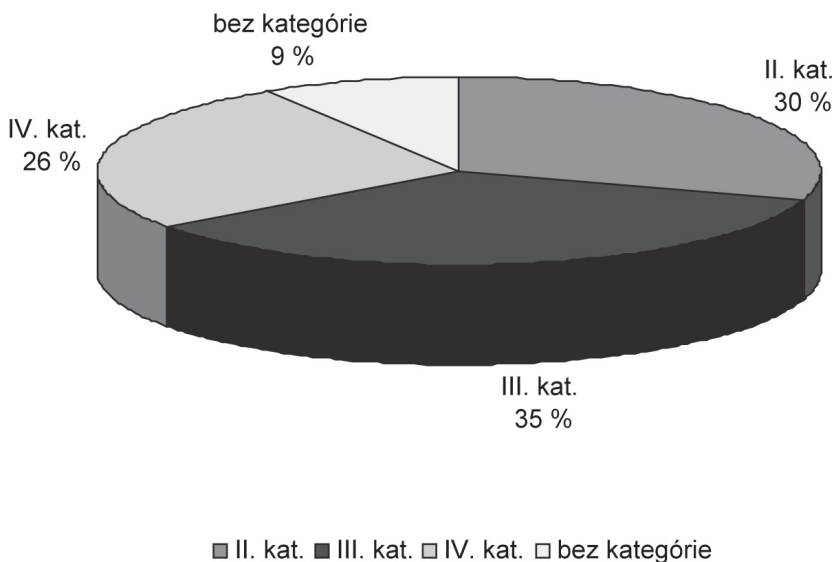
Vedením zoznamu kategorizovaných odkalísk je Ministerstvom životného prostredia SR poverená Vodohospodárska výstavba, š. p., Bratislava. V publikovanom zozname sú údaje, ktoré sú každý mesiac aktualizované. Pre verejnosť je prístupná časť zoznamu so základnými informáciami, celý zoznam je prístupný len orgánom štátnej vodnej správy. V zozname sa nachádzajú vodné stavby, ktoré boli zaradené do jednej zo štyroch kategórií z hľadiska technicko-bezpečnostného dohľadu.

Podľa aktualizovaného registra odkalísk (november 2012) z celkového zoznamu 61 odkalísk je 23 odkalísk, ktoré súvisia s banskou a úpravnou činnosťou. Prehľad týchto odkalísk, spolu s ich kategorizáciou, je uvedený v tab. 1. Zvyšné odkaliská slúžili, resp. slúžia na deponovanie škvary a popolčiekov z teplární, elektrární a materiálov z iných priemyselných činností. Z kategorizácie odkalísk po banskej a úpravníckej činnosti (obr. 1) je zrejmé, že žiadne z nich nespadá do najrizikovejšej kategórie. Najväčší percentuálny podiel patrí do kategórie III., najmenší do kategórie IV., dve odkaliská (t. j. 9%) sú bez kategorizácie.

Environmentálne záťažové súvisiace s úpravnou činnosťou

Definovaním environmentálnych záťaží podľa novely zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) ako území, kontaminovaných antropogénnou činnosťou človeka, ktoré predstavujú závažné riziko pre ľudské zdravie alebo horninové prostredie, podzemnú vodu a pôdu, sa odkaliská zaradili medzi takéto environmentálne záťažové.

Na zabezpečenie zhromažďovania údajov a poskytovania informácií o environmentálnych záťažach bol vytvorený **Informačný systém environmentálnych záťaží (IS EZ)**. Jeho súčasťou je aj Register environmentálnych záťaží (REZ). Register environmentálnych záťaží slúži na zabezpečenie zhromažďovania údajov a poskytovania informácií o environmentálnych záťažach verejnosti (www.enviroportal.sk). Pozostáva z troch častí:



Obr. 1. Kategorizácia odkalísk po banskej a úpravníckej činnosti

Legenda: kategorizácia je na základe bodového hodnotenia faktora rizika pre vodné stavby, najmenej riziková je kategória IV. Kategória I. nie je zostúpená.

Zdroj: (http://www.vvb.sk/cms/rvs/verejnost_register_odkalisk_11_2012.htm)

- časť A – obsahuje evidenciu pravdepodobných environmentálnych záťaží,
 - časť B – obsahuje evidenciu environmentálnych záťaží,
 - časť C – obsahuje evidenciu sanovaných a rekultivovaných lokalít.
- Pripravuje sa aj štvrtý register, časť D – environmentálna záťaž vyradená z registrov.

REZ časť A – Pravdepodobná environmentálna záťaž

Údaje z tohto registra nie sú v súčasnom období verejne prístupné. Je zverejnený iba zoznam pravdepodobných záťaží, v rámci ktorého sú uvedené environmentálne záťažové s vysokou, strednou a nízkou prioritou. Medzi environmentálne záťažové s vysokou prioritou sú zaradené lokality: Nižná Slaná, Markušovce, Rudňany a Slovinky. K environmentálnym záťažiam so strednou prioritou sú zaradené tri lokality: Svätý Anton – líniové odkalisko (Lintich – Svätý Anton), Jasenie a Hodruša-Hámre. Odkalisko Horná Ves – Kremnica patrí medzi environmentálne záťažové s nízkou prioritou.

REZ časť B – Potvrdená environmentálna záťaž

V tomto registri sa nachádzajú štyri odkaliská, ktoré súvisia s úpravnou činnosťou: Banská Belá – odkalisko Sedem žien, Banská Štiavnica – odkalisko Lintich, Partizánska Ľupča – odkalisko Magurka a Pezinok – odkaliská.

Banská Belá – odkalisko Sedem žien

Odkalisko slúžilo od roku 1975 na ukladanie úpravnických kalov z úpravne polymetalických rúd, ktorej prevádzkovateľom boli Rudné bane, š. p., Banská Bystrica. Materiál odkaliska obsahuje kovy Pb, Zn, Cu a Fe vo vysokých koncentráciách. Odkalisko je významným zdrojom znečisťovania životného prostredia. Pri zmiešavaní priesakových vôd z odkaliska s povrchovými vodami dochádza k výraznému znižovaniu kontaminantov vo vodách zaústených cez prirodzený meander do Belianskeho potoka.

Banská Štiavnica – odkalisko Lintich

Kal z flotačnej úpravy Pb, Zn a Cu rúd bol ukladaný na odkalisku v rokoch 1969 – 1975. Po roku 1975 bolo odkalisko odstavené. V neskoršom období bolo na odkalisku umiestnených niekoľko 100 t hutníckej trosky. Prevádzkovateľom odkaliska a úpravni boli Rudné bane, š. p., Banská Bystrica. Piesčitý materiál odkaliska je obyvateľmi sporadicky odvázaný v malých množstvách a používaný pri stavebných prácach malého rozsahu. Lokalita predstavuje líniový prvok (násyp) pozostávajúci z úpravnických kalov z kovov.

Táto lokalita je zaradená aj do REZ časti A z dôvodu možnej kontaminácie horninového prostredia a podzemnej vody výluhmi kovov (Zn, Pb). Niektoré časti telesa násypu sú aj v súčasnosti bez vegetačného pokryvu. V uvedenej lokalite boli v minulosti realizované pokusné štúdie zamerané na možnosť zalesnenia pláne a hrádze odkaliska. Časť drevín sa v priestore udržala a miestami tvorí súvislý porast.

Partizánska Lupča – odkalisko Magurka

Ložisko Magurka bolo v polovici 19. storočia pravdepodobne najväčším ložiskom antimónu v Európe. Okrem antimónu sa ťažilo aj striebro a zlato. Environmentálnu záťaž predstavovali, resp. predstavujú: odkalisko, výtoky zo štôlní, niektoré väčšie haldy. V druhej polovici 19. storočia boli bane na Magurke už stratové a nezmenila to ani modernizácia úpravne a bane. V rokoch 1920 – 1921 sa úpravňa i lanovka zlikvidovali.

Pezinok – odkaliská

Patria sem: odkaliská, oblasť rudných baní a starých banských diel. Odvalový materiál starých banských prieskumných štôlní má vysoký obsah arzenu. Banské vody vytekajúce zo štôlní kontaminujú dnové sedimenty potokov. Najzávažnejším problémom sú odkaliská s obsahom ťažkých kovov.

REZ časť C – Sanovaná, rekultivovaná lokalita

V tejto časti registra sú evidované tri odkaliská: Banská Belá – časť odkaliska Sedem žien, Lazisko

– odkaliská Liptovská Dúbrava a Partizánska Lupča – časť odkaliska Magurka.

Banská Belá – odkalisko Sedem žien

Patrí sem len tá časť odkaliska, ktorá už bola rekultivovaná (zvyšok územia patrí do REZ časť B).

Lazisko – odkaliská Liptovská Dúbrava

Do ukončenia ťažby v roku 1993 bola Dúbrava hlavným producentom antimónu v Československu. Okrem Sb sa ťažilo Ag, Au a Cu. Environmentálnu záťaž predstavujú tri rekultivované odkaliská.

Partizánska Lupča – odkalisko Magurka

Časť tejto záťaže je splanírovaná, prekrytá a zatrávnená.

Možné riziká prevádzkovania odkalísk

Problematika odkalísk sa dostala do povedomia širšej verejnosti po havárii odkaliska v Maďarsku, v Ajke, kde sa v októbri 2010 pretrhla hrádza odkaliska a následne do okolia vytekol toxický červený kal. V súvislosti s touto haváriou bola na území Slovenskej republiky realizovaná kontrola technicko-bezpečnostného stavu odkalísk príslušnými štátnymi orgánmi. Z medializovaných výsledkov vyplynulo, že väčšina odkalísk je bezpečná a nepredstavuje hrozbu pre životy, zdravie ľudí a životné prostredie. Zvýšené riziko bolo zaznamenané v šiestich lokalitách a bolo konštatované, že štát by tam mal zabezpečiť elimináciu hrozieb, ktorým je obyvateľstvo priľahlých obcí vystavené. Neuspokojivá situácia bola na odkaliskách Nižná Slaná, Jelšava, problematická na odkalisku Slovinky (<http://www.sme.sk/c/5653364/minister-nagy-musi-peniaze-na-odkaliska-najst-v-rozpocte-rezortu.html>). Do skupiny kontrolovaných odkalísk patrili odkaliská súvisiace nielen s banskou a úpravnickou činnosťou, ale taktiež tie, ktoré slúžia na ukladanie škvary a popolčiek z elektrární, teplární a z iných priemyselných činností.

Existencia odkalísk ako úložísk deponovaných flotačných kalov je spojená s určitými rizikami. Tieto súvisia s technickým riešením, resp. stavbou samotného odkaliska, možným poškodením konštrukcie odkaliska. Extrémnym prípadom je, samozrejme, pretrhnutie hrádze. Nepriaznivý vplyv môžu mať aj extrémne poveternostné podmienky a možná seizmická aktivita. Ďalšiu skupinu rizík predstavujú fyzikálno-chemické vlastnosti ukladaného materiálu, s ktorými súvisí aj ich mobilita do okolitého prostredia, čo sa následne môže negatívne prejavíť dopadmi na ďalšie zložky životného prostredia. Sledovaniu environmentálnych záťaží zo strany príslušných štátnych orgánov sa v súčasnosti venuje značná pozornosť. Na základe dôkladnej analýzy problematiky, systematickej identifikácie environmentálnych

záťaží, predbežného hodnotenia rizika a prioritizácie environmentálnych záťaží sa vypracoval Štátny program sanácie environmentálnych záťaží na roky 2010 – 2015 ako základný strategický dokument na riešenie danej problematiky. Od 1. januára 2012 nadobudol účinnosť zákon č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ktorý rieši chýbajúce legislatívne opatrenia pre danú oblasť (práva a povinnosti osôb pri identifikácii environmentálnej záťaže, spôsob určenia povinnej osoby na úseku environmentálnej záťaže, práva a povinnosti pôvodcu environmentálnej záťaže, povinnej osoby a ministerstva, ktorého pôsobnosť súvisí s činnosťou, ktorá viedla k vzniku environmentálnej záťaže, pôsobnosť orgánov štátnej správy na úseku environmentálnej záťaže a sankcie za porušenie povinností podľa tohto zákona).

* * *

V oblasti skúmania materiálov odkalísk a najmä ich možného využitia prebieha výskum na viacerých pracoviskách (Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského Bratislava, Ekologické laboratórium EL, s. r. o., Spišská Nová Ves, Slovenská akadémia vied Košice). Taktiež sú predmetom pravidelného monitorovania v rámci *Čiastkového monitorovacieho systému Geologické faktory*, ktorý realizuje Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave ako *Komplexný monitoring odkalísk SR*. Vypracovávajú sa rôzne návrhy metodických postupov pre komplexný audit odkalísk obsahujúcich odpad po ťažbe a úprave nerastných surovín (Jurkovič a kol., 2012).

Sedimenty odkalísk sa obecnne považujú za perspektívne sekundárne suroviny na získavanie úžitkových zložiek, najmä kovov a pre využitie ako stavebné materiály. Doterajšie publikované výsledky výskumu však tieto možnosti jednoznačne nepotvrdzujú. Vzhľadom na skutočnosť, že premiestnenie niektorých druhov materiálov (z odkalísk, kde sú deponované flotačné kaly zo spracovania sulfidických rúd) môže zapríčiniť oxidačné, prípadne následné chemické procesy nielen ukladaného materiálu, ale aj v samotnom odkalisku, sa ich zhodnocovanie neodporúča (Lintnerová, Majerčík, 2005).

Literatúra

- Jurkovič, L. a kol.: Návrh metodického postupu pre komplexný audit odkalísk obsahujúcich odpad po ťažbe a úprave nerastných surovín. Bratislava: Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, Spišská Nová Ves: EL, spol. s r. o., 2012.
- Lintnerová, O., Majerčík, R.: Neutralizačný potenciál sulfidického odkaliska Lintich pri Banskej Štiavnici – metodika a predbežné hodnotenie. *Mineralia Slovaca*, 2005, 37, s. 517 – 528.

Doc. Ing. Ľubica Kozáková, PhD.,

lubica.kozakova@tuke.sk

Mgr. Miroslav Zelenák, *miroslav.zelenak@tuke.sk*

Doc. Ing. Fridrich Zelenák, PhD., *fridrich.zelenak@tuke.sk*

**Ústav montánných vied a ochrany životného prostredia
Fakulty baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií
Technickej univerzity v Košiciach, Letná 9, 042 00
Košice**

Lesná rekultivácia v blízkosti jazera Most (2009). Foto: Stanislav Šoltýs

