

Manažérstvo environmentálnych rizík odkalísk troskopopolovej zmesi

Majerník, M., Tkáč, M., Bosák, M., Andrejovský, P.: Management of Environmental Risk Tailing Ponds Dross Ashes Mixture. Životné prostredie, 2012, 46, 2, p. 76 – 80.

The European Union allocates considerable financial resources in its member countries through development projects focused on remediation of old environmental burdens and damage. In Slovakia there are over 50 different types of defecation sites with various deposited materials in different stages of their life cycle. They store mainly waste from power plants and heating plants (cinder, ash), products of ore treatment (flotation sludge), coal gangue and others. Defecation sites generally represent large and environmentally dangerous objects, and therefore safe closure and their potential recultivation has become actual topic of environmental security. The authors present in their article results of experimentation with research and development of new unconventional remediation technologies for defecation sites consisted of slag-ash mixture by using stabilized structured layers, soil and land. Stabilized structured layers are by-product of desulfurization technology processes used in combustion power plants. On biologically reclaimed sites it is possible to grow different types of plants, which create biomass and this biomass can be combined with coal in the same technology process of combustion. This solution represents synergic environmental-economic-security effect.

Key words: tailing pond, slag-ash mixture, management of environmental risks, experimenting

Vplyv elektrární na životné prostredie bol a stále je celosvetovým problémom. Popolček a škvara (troskopopulová zmes), ktoré vznikajú pri spaľovaní uhlia, predstavujú odpad zaťažujúci životné prostredie aj v širšom okolí elektrární a lokality ich skládok sú z hľadiska krajiny tvorby i stability vážnym environmentálno-bezpečnostným problémom, ktorý je potrebné efektívne riešiť. Najmä v prípade skládkovania veľkých množstiev takýchto odpadov na rozlohu veľkých odkaliskách hrozí reálne nebezpečenstvo pretrhnutia hrádze s vážnymi, až krízovými následkami pre obyvateľstvo, zložky životného prostredia a majetok vo všeobecnosti.

V odkaliskách sa ukladajú veľmi jemné odpady s obsahom značného množstva vody, ktorých mobilita v prípade uvoľnenia z odkaliska je značná, takže môžu migrovať do veľkých vzdialeností, najmä cez povrchové vodné toky, vrátane cezhraničných vplyvov,

vplyvov na chránené oblasti a územia európskeho významu. Preto je nevyhnutné zabezpečiť adekvátne nakladanie s týmito odpadmi, t. j. najmä zabezpečiť dlhodobú stabilitu a bezpečnosť odkalísk po ich uzavretí, najmä preventívnymi environmentálne vhodnými technológiami a exaktnejšími metódami manažérstva environmentálnych rizík.

Odkaliská na Slovensku ako zdroj environmentálnych rizík

Odkaliská na Slovensku, ktoré slúžia na bezpečné ukladanie odpadov z tepelných elektrární a teplární (troskopopulová zmes) a aj na ukladanie ťažobného odpadu, majú v právnom poriadku na Slovensku dve rôzne definície:

- Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách (vodný zákon) v znení neskorších predpisov definuje odkaliská

ako vodné stavby, ak ide o odkalisko vytvorené hrádzovým systémom. Odkaliská sa zaraďujú do jednej zo štyroch kategórií (I. – IV.) a kategorizácia je založená na odhade faktora rizika, ktorý vyplýva z existencie vodnej stavby.

- Za odkalisko sa, podľa zákona č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov, považuje „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“. Úložiská ťažobného odpadu, teda aj odkaliská, sa kategorizujú na úložiská kategórie A a kategórie B. Kategória sa určuje podľa druhu, množstva a vlastností ukladaného ťažobného odpadu, umiestnenia úložiska, miestnych environmentálnych podmienok a rizika vzniku závažnej havárie (Jánová, Panenka, 2010).

Evidenciu odkalísk z banskej činnosti a z činnosti vykonávanej banským spôsobom vykonáva Hlavný banský úrad. K 31. 12. 2010 bolo v pôsobnosti obvodných banských úradov evidovaných celkom 39 odkalísk, z nich 17 je v dobývacích priestoroch (9 činných a 8 nečinných) a 22 mimo dobývacích priestorov (15 činných a 7 nečinných). Odkaliská zaberajú plochu 177,40 ha. Najväčším činným je odkalisko organizácie Slovenské magnezitové závody, a. s., Jelšava, ktoré je mimo dobývacieho priestoru Jelšava a zaberá plochu 23,08 ha.

Evidenciu odkalísk, v súlade s vodným zákonom, vykonáva aj Vodohospodárska výstavba, š. p., Bratislava. Podľa tejto evidencie sa na Slovensku nachádza 53 odkalísk, 25 popolových, 20 rudných a 8 ostatných. Na rozdiel od predchádzajúcej evidencie zahŕňa tento register aj niektoré uzavreté a opustené odkaliská, preto počty napr. rudných odkalísk, nekorešpondujú (obr. 1). Evidenciu odkalísk, ktoré majú charakter starých banských diel, vykonáva Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave. Zahŕňa 49 odkalísk.

Z uvedených údajov vyplýva, že evidencia odkalísk na Slovensku je nejednotná a registre obsahujú rozdielne údaje. S cieľom odstrániť tento nejednotný prístup buduje Ministerstvo životného prostredia SR cez svoje pracovisko, Slovenskú agentúru životného prostredia v Banskej Bystrici, Informačný systém ťažobného odpadu obsahujúci, okrem iných informácií, aj registre odkalísk (Jánová, Panenka, 2010).



Obr. 1. Pohľad na uzavreté, geotextíliou prekryté odkalisko (Vojany, 2010). Foto: Martin Bosák

Tab. 1. Príklady havárií odkalísk (pretrhnutím hrádze) so smrteľnými následkami

Mesto (štát)	Dátum	Počet mŕtvych	Druh odkaliska
Zemianske Kostoľany (Slovensko)	26. 5. 1965	4	popolčeky z tepelnej elektrárne
Stava (Taliansko)	19. 7. 1985	268	fluoritový kal
Harmony (Juhoafrická republika)	6. 2. 1994	10	kyanidové odkalisko
Placer (Filipíny)	2. 9. 1995	12	kal
Ajka (Maďarsko)	4. 10. 2010	10	červený kal

Predmetné odkaliská stále predstavujú nákladné a zároveň environmentálne nebezpečné objekty. Dokazuje to napr. aj havária v maďarskej obci Ajka, kde sa 4. októbra 2010, po prudkých dažďoch, pretrhla hrádza na odkalisku. Následne viac ako 700 tisíc m³ červeného kalu zaplavilo okolie a toxické bahno zasiahlo 7 obcí. Boli zničené desiatky domov a environmentálna katastrofa si vyžiadala aj 10 ľudských životov a vyše 150 zranených. V tabuľke 1 sú uvedené príklady ďalších havárií na odkaliskách so smrteľnými následkami a environmentálnou devastáciou. Aj z tohto dôvodu sa znova do popredia dostáva bezpečnosť uzavretia odkalísk a manažérstvo rizík uzavretých a prevádzkovaných odkalísk.

Európska únia v súčasnosti alokuje, v rámci rozvojových projektov, obrovské prostriedky pre členské

Tab. 2. Požiadavky rastlín na pestovanie

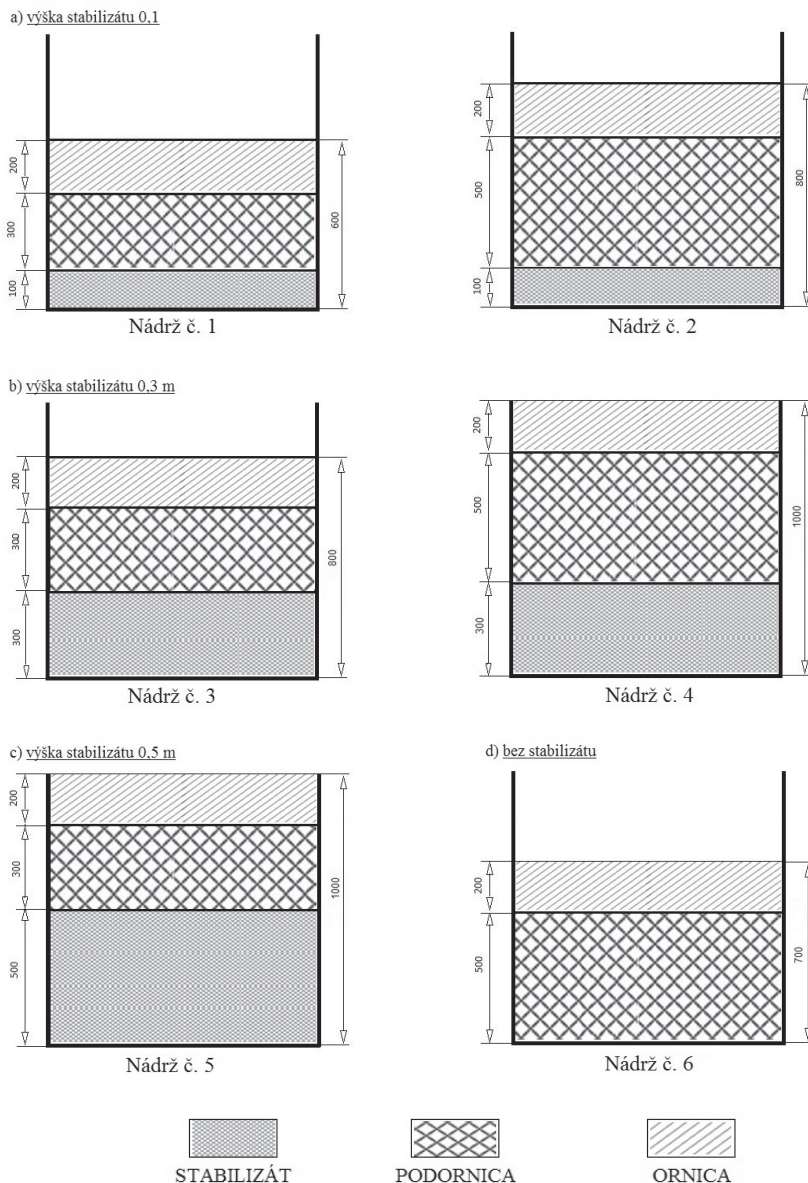
Rastlina	Podornica	Ornica	Zemina spolu
tráva	300 mm	200 mm	500 mm
vrba	500 mm	200 mm	700 mm

krajiny na prevenciu a nápravu environmentálnych škôd, teda aj na sanáciu a biologickú rekultiváciu a manažérstvo rizík odkalísk troskopopolovej zmesi v zmysle jednotnej európskej legislatívy.

Experimentálny výskum a vývoj alternatívnej environmentálno-bezpečnostnej technológie

Obr. 2. Schéma pokusných variantov experimentu

Vysvetlivky k technickým údajom nádoby: (1) Rozmery: 1 000 mm x 1 000 mm x 1 000 mm; (2) Objem: 1 m³ = 1 000 l; (3) Materiál: plast v oceleovej ochrannnej mriežke; (4) Osadenie: na palete



Autori príspevku predkladajú doterajšie výsledky experimentovania pri výskume a vývoji novej netradičnej technológie sanácie odkaliska troskopopolovej zmesi formou využitia štruktúrovanej vrstvy stabilizátu, zeminy a pôdy, ako náhrady doterajšieho legislatívneho riešenia formou drenážneho systému a prekrytia hydrofóliou. Stabilizát je pritom vedľajší produkt z technológie odsírenia elektrárenských spaľovacích procesov.

Z dôvodu overenia nahradzujúcich vodotesniacich vlastností stabilizátu bol založený experiment simulujúci prípadné veľkoplošné využitie tejto novej, netradičnej, praxou nikde neoverenej technológie. Účelom overenia, resp. experimentovania bolo posúdenie možnosti použitia stabilizátu, vzhľadom na jeho možnú vlastnosť zabrániť prieniku dažďovej vody do nižších vrstiev odkaliska po solidifikácii, s rizikom následnej havárie.

Ako krycia energetická plodina odkaliska pre jednotlivé varianty je navrhovaná zmes tráv, ktoré sú typické a odolné v miestnych podmienkach, pretože sa do budúcnosti uvažuje využiť pestované rastliny na odkalisku ako biomasu na požadované percentuálne spoluspaľovanie s uhlím v elektrárni. Experimentálne je overované aj pestovanie rýchlorastúcej vrby švédskej a s ohľadom na jej koreňový systém bola použitá podorničná vrstva v hrúbke 500 mm (tab. 2).

V laboratórnych podmienkach autori príspevku založili experiment s nasledovným postupom:

- na dno 12 nádob rozmerov 1000 mm x 1000 mm x 1000 mm bol rozvrstvený stabilizát, diferencovane v hrúbke 100, 300 a 500 mm;
- na túto vrstvu bola následne uložená podorničná vrstva pôdy v hrúbkach 300 mm pre trávu, resp. 500 mm pre vrbu, ktorá odzrkadľovala podorničný profil rekultivovaného územia;
- poslednou navýšenou vrstvou bola ornica v hrúbke 200 mm jednotne pre všetky varianty; podobne ako podornica, aj ornica odzrkadľovala profil rekultivovaného územia;
- polovica nádob bola lokalizovaná do priestorov s regulovateľnými klimatickými podmienkami a druhá polovica do priestorov s miestnymi klimatickými podmienkami (Tkáč a kol., 2011).

Na obr. 2 sú znázornené štrukturované vrstvy v jednotlivých nádobách použitých pri laboratórnom experimente. Použitý stabilizát mal pH 8,45 a vodivosť 38,7.

Nádoby boli naplnené vrstvami stabilizátu a zeminy z podorničnej a ornicej vrstvy podľa vypracovaného návrhu. Nádoba č. 6 bola naplnená bez vrstvy stabilizátu, ako kontrolná nádoba – nulový variant. Jednotlivé vrstvy boli po naplnení v dostatočnej miere zhutnené, aby sa pokus čím viac priblížil skutočným podmienkam (Tkáč a kol., 2011).

Nádoby boli lokalizované do priestorov s regulovateľnými meteorologickými podmienkami (obr. 3) a taký istý počet nádob bol umiestnený do priestorov s podmienkami zhodnými s miestnymi klimatickými podmienkami (obr. 4).

Simulácia reálnych zrážok v interiéri a exteriéri bola aplikovaná zalievaním vodou zohľadňujúcim priemerné maximálne mesačné úhrny za posledné roky. Údaje o zrážkach sa pritom čerpali z údajov Slovenského hydrometeorologického ústavu



Obr. 3. Laboratórne stanovišťa v regulovateľných podmienkach v hale (Veľké Raškovce, 2011). Foto: Martin Bosák

Obr. 4. Laboratórne stanovišťa na voľnom priestranstve (Veľké Raškovce, 2011). Foto: Martin Bosák



príslušného regionálneho strediska zo 4 staníc najbližšie k riešenému odkalisku.

Z dlhodobých meraní množstva zrážok v danej oblasti vyplýva, že priemerné mesačné hodnoty sa



Obr. 5. Maloparcelové pokusy na odkladisku (Vojany, 2012).
Foto: Martin Bosák

po pohybujú v rozmedzí 40 – 60 mm za mesiac. Výnimkou je daždivý rok 2010, keď mesačný priemer stúpol na 85 mm za mesiac (Tkáč a kol., 2011).

Doterajšie výsledky experimentovania

Výsledky experimentu je možné rozdeliť do 2 skupín podľa rôznych klimatických podmienok:

1. nádoby v podmienkach zhodných s miestnymi klimatickými podmienkami

Za sledované obdobie november 2010 – marec 2011 boli zrážky v sledovaných nádobách priemerne 43,5 mm za mesiac, čo predstavuje 1,45 mm zrážok denne. Uvedené prirodzené množstvo zrážok nepresiaklo cez jednotlivé vrstvy ani v jednej nádobe, t. j. zemina a stabilizát ju absorbovali.

2. nádoby v regulovateľných podmienkach

V nádobách s regulovateľnými podmienkami bolo simulované extrémne denné zrážkové množstvo vody, min. 40 mm za deň, t. j. viac ako 5-násobok maximálneho denného priemeru zrážok. Časť zrážok absorbovali jednotlivé vrstvy v nádobách a presakujúca voda bola zachytávaná výpustnými otvormi v pripravených nádobkách a kontinuálne odmeriavaná.

Pri realizácii experimentov, s cieľom zistiť hydroizolačnú schopnosť jednotlivých vrstiev, bolo denné zrážkové množstvo vody v regulovaných podmienkach stanovené viacnásobne nad dlhoročným maximom prírodných zrážok v lokalite odkaliska.

Realizáciou uskutočneného laboratórneho experimentu, pri stanovení maximálneho denného množstva zrážkovej vody na 100 mm (70-násobok priemernej dennej hodnoty), sa ukazujú ako vhodné varianty s použitím 170 a 230 mm stabilizátu v závislosti od rozdielnosti hrúbky podornice pre nasadenie trávy a vrb. Nasiaknutú vodu v podornici a ornici pritom budú postupne odčerpávať cez koreňový systém zasadené rastliny na povrchu.

* * *

Dosiahnuté zaujímavé výsledky je ešte potrebné potvrdiť, resp. overiť formou reálnych maloparcelových pokusov priamo na odkalisku, pričom v súčasnosti sú už realizované 4 experimentálne polička rozmerov 7 m x 20 m priamo na ploche odkaliska. Takto sa v priebehu vegetačných období reálne otestujú navrhované alternatívy krycej vrstvy biologickej rekultivácie odkaliska z hľadiska priepustnosti vody v prírodných podmienkach pôsobenia atmosférických vplyvov. Zároveň sa overí najvhodnejší druh pestovania rastlín pri vytvorených sanačno-bezpečnostných podmienkach, s ohľadom na možnosť ich ďalšieho využitia ako biomasy na spoluspaľovanie s uhlím, pri tej istej technológii (obr. 5).

Unikátnosť predstavenej technológie spočíva v riešení, pri ktorom jeden odpadový produkt energetických spaľovacích procesov bude použitý pri zneškodňovaní iného, a to formou synergicky environmentálno-ekonomicko-bezpečnostného manažérstva rizík.

Literatúra

- Jánová, V., Panenka, P.: Máme odkaliská pod kontrolou? Enviromagazín, 2010, 15, 5, s. 4 – 8.
Tkáč, M., Majerník, M., Hronec, O., Vilček, J., Bosák, M.: Experimentálne overenie možností rekultivácie odkaliska TPZ v SE – EVO Vojany. Košice: EU PHF, 2011, 53 s.

Prof. h. c. prof. Ing. Milan Majerník, PhD.,
milan.majernik@euke.sk

Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc.,
michal.tkac@euke.sk

Ing. Martin Bosák, PhD., martin.bosak@euke.sk

Ing. Pavol Andrejovský, PhD., pavol.andrejovsky@euke.sk
Podnikovohospodárska fakulta Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach, Tajovského 13, 041 30 Košice