

## Využitie rekultivovaných plôch odkalísk trosko-popolovej zmesi na pestovanie biomasy

*Majerník, M., Tkáč, M., Bosák, M., Haviar, S., Szaryszová, P.: The Use of Reclaimed Areas Tailings Debris-Ash Mixtures on Biomass Production. Životné prostredie, 2012, 46, 5, p. 258 – 261.*

Power plants produce large amounts of landfilled waste material. In thermal power plants with a solid fuel is produced as a waste product slag, ash or stabilized. Slag and ash are mixed with water and then transported by pipeline followed by silting in the pond area. Dere pond-ash mixture while is a burden on the elements of the environment especially in the vicinity. The surface layer dries effects of wind erosion is a mixture of drift, increasing dust pollution, threat to vegetation and leaky water contamination can permanently contaminate the soil and water supplies affect human health. It is necessary to find a definitive solution for the safe storage of this isolation from the environment, biological reclamation them re-integrate into the surrounding countryside and possibly use them in environmentalisation and economisation energy and combustion processes on the spot. The authors present in their article some of the outcomes of the experimentation in this area at a particular pond and its intended use for biomass production.

**Key words:** pond dere-ash mixture, biological reclamation, biomass production, experimental fields, experimentation

Tepelné elektrárne pracujúce na báze tuhého paliva, na vybudovaných odkaliskách hromadia obrovské množstvo trosky a popola. Tento odpadový materiál je naplavovaný prúdom vody do priestoru obklopeného postupne navyšovanými obvodovými hrádzami, preto sú odkaliská zaradené medzi vodné stavby a podľa toho aj posudzované. Po naplnení a ukončení naplavovania sa z nich stáva obrovská skládka odpadu. Doteraz na riešenie biologickej rekultivácie odkalísk nebol vypracovaný žiadny štandardný návrh. Prevádzkovatelia sa obyčajne uspokojili so zabezpečením technicko-odborného dozoru a monitorovania, ktoré pre nich vyplýva z platných zákonov a noriem.

Slovenské elektrárne, a. s., Elektrárňou Vojany má vybudované odkalisko na ploche medzi elektrárnou a medzihrádzovým priestorom. Odkalisko je delené do dvoch kaziet a z nich kazeta č. 1 je naplnená na plánovanú maximálnu kapacitu. Do tejto kazety odkaliska sa už dlhšiu dobu nenaplavuje. Nadišiel teda čas definitívneho uzavretia tejto kazety.

Experimentálne overenie možností rekultivácie odkaliska trosko-popolovej zmesi (TPZ) v Elektrárni

Vojany je zamerané predovšetkým na environmentálno-bezpečnostné hydroizolačné uzavretie odkaliska. Presakujúca zrážková voda predstavuje najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu environmentálnej bezpečnosti stavby. Drenážny systém odkaliska, aj keď v súčasnosti ešte zabezpečuje odvádzanie vody, vzhľadom na čas uloženia oceľových rúr je na pokraji dožitia. Nahromadenie zrážkovej vody v medzihrádzovom priestore odkaliska, ktorá ostane bez účinného odvodňovacieho systému, by mohlo spôsobiť steknutie trosko-popolovej zmesi a tým ohroziť bezpečnosť stavby a blízkeho okolia. Blízkosť medzihrádzového priestoru a vodnej plochy patriacej do revíru rybárskeho zväzu stupňuje požiadavku hľadať také riešenie, ktoré eliminuje nebezpečenstvo kontaminácie pôdy a vody v okolí odkaliska.

Cieľom experimentovania je stanoviť najvhodnejšiu štruktúru krycej vrstvy odkaliska, ktorá zabezpečí účinnú hydroizoláciu a tým zabráni presakovaniu zrážkovej vody do hĺbky odkaliska a vypracovať návrh na pestovanie biomasy na odkalisku pre jej využitie na spoluspaľovanie s uhlím v elektrárni.

Za účelom dosiahnuť vytýčené ciele bol navrhnutý postup biologickej rekultivácie a projekt maloparcelových pokusov na zistenie priepustnosti navrhnutých a vytvorených vzoriek krycej vrstvy odkaliska tak, aby bolo v konečnom dôsledku možné pestovať biomasu na celej ploche odkaliska. Biologická rekultivácia odkalísk trosko-popolovej zmesi je nepreskúmaná oblasť a preto riešenie tejto problematiky môže slúžiť ako východisko vypracovania opakovaných projektov pre uzatváranie odkalísk vo všeobecnosti.

### Charakteristika odkaliska trosko-popolovej zmesi Elektrárne Vojany – kazeta č. 1

Závod Elektráreň Vojany pre uloženie odpadu z výrobného procesu elektrickej energie, t. j. trosko-popolovej zmesi vybudoval odkalisko. Nachádza sa v blízkosti závodu, od ktorého ho oddeľuje štátna cesta vedúca do obcí Ižkovce a Beša. Slúži ako úložisko trosko-popolovej zmesi, ktorá je dopravovaná z kotlov elektrárne cez potrubie. Táto látka vzniká pri spaľovaní čierneho uhlia. Rozdrvená troska je dopravovaná splavovacími kanálmi z jednotlivých blokov na bagrovaciu stanicu. Zmes vody, trosky a popolčeka je dopravovaná ďalej bagrovacími čerpadlami cez diaľkové potrubia s priemerom 300 mm na odkalisko. Technické údaje odkaliska sú uvedené v tab. 1. Pôvodné hrádze odkalísk boli vybudované do výšky 104,5 m n. m. a ich celkové navýšenie na kótu 116 m n. m. bolo vybudované štyrmi navýšeniami hrádzí.

### Kazeta č. 1 odkaliska trosko-popolovej zmesi v Elektrárni Vojany – environmentálny stav

Vo vode použitej k naplávovaniu TPZ sa nachádzajú znečisťujúce látky klasifikované ako nebezpečné. Koncentrácia týchto látok určuje presný postup zaobchádzania a nakladania s odpadovými vodami. Pri vysokých, ale aj pri nižších koncentráciách znečisťujúcich látok je potrebné prijať opatrenia na zamedzenie úniku týchto vôd do okolitého prostredia. Pravidelným monitoringom a diagnostikou vody sa zabezpečí sledovanie obsahu znečisťujúcich látok vo vode či vodohospodárskom diele a ich udržanie v únosných/prípustných hraniciach.

Na odkalisku č. 1 a jeho okolí neboli zistené znečistenia, ktoré by presahovali prípustné hodnoty jednotlivých znečisťujúcich zložiek. Výsledky monitorovania signalizujú, že hladina podzemných vôd pod kazetou je ustálená. Napriek tomu, že sa kazeta neprevádzkuje, sústavne hrozí znečistenie ovzdušia roznesením povrchového suchého popola vetrom do okolia. Tomuto javu sa dá zabrániť v období sucha len zavlažovaním povrchu. Definitívnym riešením tohto problému je budúca rekultivácia kazety č. 1 a jej následné využitie

Tab. 1. Technické údaje odkaliska pri Elektrárni Vojany

Charakteristika odkaliska	Číselné údaje
Celková plocha odkaliska	100 ha
Kazeta č. 1	47,2 ha
Kazeta č. 2	48,1 ha
Dĺžka obvodových hrádzí	3 405 m
Nadmorská výška odkaliska	98,00 – 100,00 m n. m.
Maximálna kóta navýšenia hrádze	116 m n. m.
Maximálna kóta naplnenia jednotlivých kaziet	115,4 m n. m.

na pestovanie biomasy pre jej spoluspaľovanie s uhlím priamo v elektrárni.

### Legislatívne aspekty a normy uzavretia a biologickej rekultivácie odkaliska trosko-popolovej zmesi

Uzavretia a biologickej rekultivácie odkaliska TPZ sa dotýka viacero zákonov a noriem:

- (1) zákon č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie,
- (2) zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov – vodný zákon,
- (3) STN 83 81 04 Uzavretie a rekultivácia skládok odpadov,
- (4) STN 75 33 10 Odkalisko a i.

Pri navrhovaní odkaliska je nutné brať do úvahy umiestnenie budúceho odkaliska z hľadiska ochrany územia, fauny a flóry či pitnej vody. Odkalisko sa navrhuje čo najefektívnejšie, a to podľa predpokladanej životnosti podniku. Pri projektovaní a navrhovaní je treba počítať i s bezpečnostnými podmienkami, aby nedošlo k úniku nebezpečných, či iných látok z odkaliska do prostredia a tak k ich znehodnoteniu. Biologická rekultivácia a pestovanie biomasy na odkalisku nijako neodporuje týmto všeobecným ustanoveniam (Tkáč a kol., 2011).

### Variety riešenia experimentálnych políček – metodika experimentovania

Plochu uzatvoreného odkaliska je nutné ďalej využívať takým spôsobom, ktorý zabezpečí potrebnú izoláciu od okolitého prostredia a prispeje k environmentálnej stabilizácii lokality odkaliska. Uzatvorenie povrchu odkaliska násypom vrstiev stabilizátu a zeminy má zabrániť priesaku zrážkovej vody do hlbších vrstiev TPZ a tým je možné predísť prípadnému stekutiu nahromadeného odpadového materiálu. Pri prípadnom stekutí hrubej vrstvy TPZ by mohol vzniknúť vysoký hydrostatický tlak materiálu pôsobiaci na obvodovú hrádzu a pri zoslabení tejto hrádze v dôsledku premo-



Obr. 1. Prehľadná situácia umiestnenia pokusných poličok na odkalisku  
Zdroj: Elektrařen Vojany

kania by mohlo dôjsť k jeho pretrhnutiu. Pestovanie porastu na ploche uzatvoreného a rekultivovaného odkaliska by znamenalo úplnú biologickú rekultiváciu a začlenenie do okolitej krajiny. Navrhované varianty nie sú pre dané podmienky v praxi experimentálne overené a preto je žiaduce overenie jednotlivých alternatív pomocou maloparcelových pokusných polí zriadených priamo na odkalisku (obr. 1). Š cieľom určiť optimálnu hrúbku jednotlivých vrstiev krycieho materiálu boli realizované aj nádobové experimenty (Majerník a kol., 2012).

V druhej fáze experimentu sme realizovali maloparcelový pokus na upravenom povrchu odkaliska. Podložie pre výsev plodín bolo pripravené na základe výsledkov z laboratórnych stendov. V rámci maloparcelových pokusov je overovaná vhodnosť pestovania trávnej miešanky, monokultúry tráv a rýchlorastúcej dreviny – vrbý švédskej. Rastliny okrem toho, že stabilizujú odkalisko, svojím koreňovým systémom prijímajú veľké množstvo zrážkovej vody a tým zabezpečujú odvodnenie odkaliska. Pre úspešné pestovanie rastlín bolo nutné pripraviť vhodné podložie na pestovanie vybranej plodiny. Na

zabránenie priesakovosti vody bola použitá hydroizolačná fólia a stabilizát o hrúbke 30 – 50 cm (tab. 2).

Na povrch odkaliska bola uložená hydroizolačná fólia VFPE GSE Ultra Flex hrúbky 2 mm a na to boli vybudované 4 veľkorozmerné parcely v požadovanej štruktúre pôdneho podložja:

- hrúbka stabilizátu 300 mm, hrúbka stabilizátu 500 mm, bez stabilizátu;
- na túto vrstvu bola následne uložená podorničná vrstva pôdy v hrúbkach 300 mm a 500 mm, ktorá odzrkadľuje podorničný profil rekultivovaného územia;
- finálnou vrstvou je ornica o hrúbke 200 mm jednotná pre všetky varianty výskumných parciel. Tak ako podornica, aj

ornica odzrkadľujú pôdny profil rekultivovaného územia.

Krycou plodinou vo všetkých variantoch je trávna miešanka zložená z komponentov vhodných pre tieto podmienky. Výsev bol uskutočnený v agrotechnickom termíne, ktorý rešpektuje agroekologické a klimatické podmienky záujmovej oblasti. Rast a vývoj (fenológia) tráv sa sleduje v zmysle platných štandardných metód pre maloparcelové poľné pokusy (tab. 3). Zloženie trávnej zmesi je nasledovné:

- trávna zmes *Rapid* (mätonoh trváci – odroda Barrage 30%, mätonoh trváci – odroda Bartwingo 30%, kostrava červená – odroda Barustic 20% a lipnica lúčna – odroda Brooklawn 20%);
- trávna zmes *Prosoil* (mätonoh trváci – odroda Barrage 30%, mätonoh trváci – odroda Barminton 20%, kostrava červená – odroda Bargreen 25%, lipnica lúčna – odroda Baron 20% a ďatelina plazivá – odroda Barbian 5%).

U niektorých jedincov, ktoré zakorenili a vytvorili výhonky, sme pozorovali ich rýchle vyschnutie z dôvodu, že mladé prijaté výhonky vrbý sa stali vhodnou

Tab. 2. Štruktúra pokusných variantov osevu vrbý a počet zakorenených jedincov vrbý švédskej na odkalisku

Číslo parcely	Stabilizát	Podornica	Ornica	Spolu	Podiel zakorenených jedincov
1. parcela	30 cm	50 cm	20 cm	100 cm	89%
2. parcela	50 cm	50 cm	20 cm	120 cm	93%
3. parcela	–	50 cm	20 cm	70 cm	91%
4. parcela	–	50 cm	20 cm	70 cm	95%

Tab. 3. Štruktúra pokusných variantov osevu tráv na odkalisku

Číslo parcely	Stabilizát	Podornica	Ornica	Spolu
1. parcela	30 cm	30 cm	20 cm	80 cm
2. parcela	50 cm	30 cm	20 cm	100 cm
3. parcela	-	30 cm	20 cm	50 cm
4. parcela	-	30 cm	20 cm	50 cm

potravou pre lesnú zver (srny, zajace), a preto nasadená vrba bola totálne zničená – ohryzená alebo vyťahnutá.

#### Priebežné výsledky maloparcelových pokusov

Vysiata trávna miešanka na pokusných poličkách sa aj z dôvodu úhrnu zrážok a teplotných pomerov prijala nerovnomerne, preto bola v marci 2012 realizovaná jej dosadba s cieľom doplniť chýbajúce jedince a odburiniť polička. Kosenie porastu sa uskutočnilo v požadovaných agrotechnických termínoch s testovaním výdatnosti porastu v zmysle zaužívaných metodík (odber zelene z 1 m<sup>2</sup> v kg, po vysúšení v kg).

Pretože mladé výhonky prvotne nasadenej vrby na jar 2012 sa stali vhodnou potravou pre lesnú zver, následkom čoho bola prvotne nasadená vrba zničená – ohryzená alebo vyťahnutá, z tohto dôvodu bola v marci 2012 realizovaná nová sadba vrby švédskej. Zároveň boli 4 polička s vysadenou vrbou ohradené plotom s cieľom zabrániť prístupu zveri a možného následného poškodenia poličok. Výška výhonkov nasadenej vrby je rozdielna z dôvodu nerovnomerného individuálneho prijatia sa a v júni 2012 sa pohybovala v rozmedzí 12 cm – 64 cm.

\* \* \*

Príspevok sa zaoberá v súčasnosti aj z európskeho pohľadu závažnou environmentálno-bezpečnostnou problematikou sanácie, rekultivácie odkalísk resp. ich bezpečného uzavretia. Pozornosť na riešenie zanedbávanej problematiky na Slovensku sa zvyšuje najmä z úrovne EÚ. Prezentovanými maloparcelovými pokusmi sa pokračuje v experimentálnom overovaní možností rekultivácie odkaliska TPZ v Elektrárni Vojany využitím štruktúrovaných vrstiev stabilizátu, podornice a ornice. Je možné konštatovať, že za sledované obdobie experimentovania júl 2011 – jún 2012 bol úhrn zrážok v meteorologických staniách blízko sledovaných parciel v zásade v dlhodobých priemeroch. Nasadená tráva sa prvotne prijala nerovnomerne, preto bola vykonaná dosadba. Množstvo

pokosenej trávy, resp. výdatnosť biomasy v zásade zodpovedá očakávaným hodnotám po prvom roku nasadenia.

Novonasadená vrba sa ujala na 92 %, čo pri pôsobení prírodných klimatických podmienok (bez dodatočného zavlažovania) je možné považovať za vysoké percento (tab. 2). Výška jednotlivých výhonkov nie je rovnomerná (12 – 64 cm), ale pohybuje sa v bežne predpokladanej výške.

V nasledujúcom období sa bude pokračovať s maloparcelovými pokusmi – experiment bude sledovať rast a fenológiu tráv a vrby, zmeny výdatnosti biomasy a modifikáciu riešenia. Súbežne sa bude monitorovať úhrn zrážok a ich vplyv na kvalitu pestovaných rastlín, ktoré sú navrhované ako alternatívy krycej vrstvy rekultivovaného odkaliska.

#### Literatúra

- Majerník, M., Tkáč, M., Bosák, M., Andrejovský, P.: Manažérstvo environmentálnych rizík odkalísk troskopopolovej zmesi. *Životné prostredie*, 2012, 46, 2, s. 76 – 80.  
 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. Petra Szaryszová, PhD.,** *petra.szaryszova@euke.sk*  
 Podnikovohospodárska fakulta Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach, Tajovského 13, 041 30 Košice

**Ing. Stanislav Haviar,** *haviar.s@gmail.com*

**Hast, s. r. o., Lánska 942/57, 017 01 Považská Bystrica**