

# Hodnotenie zdravotného stavu rýchlorastúcich drevín vysadených na popolovom odkalisku v Bystričanoch pre účely revitalizácie

**Peter Brunovský** - Ústav ekológie a environmentálnych vied, Stredoeurópska vysoká škola v Skalici, Kráľovská 386/11, 909 01 Skalica; p.brunovsky@sevs.sk, +421-903-548-550

**Jozef Mind'aš** - Ústav ekológie a environmentálnych vied, Stredoeurópska vysoká škola v Skalici, Kráľovská 386/11, 909 01 Skalica; jozefmindassk@gmail.com

**Jana Škvareninová** - Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, Ul. T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen; skvareninova@tuzvo.sk

## Abstrakt

Pri hodnotení zdravotného stavu topoľov a vrb sme sa zamerali na najnebezpečnejšie bakteriálne (*Erwinia carcerogenea*) a hubové choroby (*Chondroplea populea*, *Marssonina brunnea*, *Melempsora* sp.), ďalej škodcov asimilačných orgánov, ako aj na škodcov kmienkov (*Saperda*). Pri stanovení stupňa napadnutia sa postupovalo podľa metodiky vypracovanej Národným lesníckym centrom vo Zvolene. Výsadba sa realizovala v apríli 2014 a v príspevku prezentujeme výsledky z hodnotenia zdravotného stavu testovaných drevín po 1. a 2 roku.

**Kľúčové slová:** *Chondroplea populea*, *Marssonina brunnea*, *Melampsora* sp., *Erwinia cancerogena*, listoví škodcovia, škodcovia kmienkov, škody mrazom.

## Abstract

We evaluated the most dangerous bacterial (*Erwinia carcerogenea*) and fungal diseases (*Chondroplea populea*, *Marssonina brunnea*, *Melempsora* sp.), As well as pests of assimilation organs, as well as pests of *Saperda*. The level of attack was determined according to the methodology developed by the National Forestry Center in Zvolen. The planting was carried out in April 2014 and in the paper we present the results of the assessment of the health status of the tested woods after the first and the second year.

**Keywords:** *Chondroplea populea*, *Marssonina brunnea*, *Melampsora* sp., *Erwinia carcinogen*, leaf pests, pest killers, frost damage.

---

## 1 Úvod

### 1.1 Možnosti rekultivácie a následného využívania odkalísk a priemyselných hald

Deteriorizačným produktom ťažby rúd sú odkaliská rudných flotačných kalov. Kaly sa spravidla naplavujú do pustených vyťažených jám kameňolomov a podobných antropomorfných depresí či do umelo prehradených údolí, alebo do umelo ohradených priestorov. Po ukončení naplavovania a vysušenie kalov sa prichádza k rekultivácii odkaliska. Vzhľadom na nebezpečenstvo intoxikácie rekultivačných kultúr je nevhodná poľnohospodárska rekultivácia. Riziko intoxikácie pretrváva tiež po prekrytí povrchu odkaliska prekryvnou vrstvou zeminy [1].

#### 1.1.1 Rekultivácie popolových odkalísk

V súvislosti s prevádzkovaním tepelných elektrární a teplární sa stáva vážnym problémom nárast odpadov. V snahe o čo najmenší záber lesnej a poľnohospodárskej pôdy sa zvyšuje výška úložísk a tým vznikajú novotvary, ktoré rapídne narúšajú krajinu a životné prostredie v danej lokalite (prašnosť, zamokrenie okolitých pozemkov či estetika). Popol rozličného pôvodu a z rozličných oblastí vykazuje odlišné chemické a ostatné vlastnosti. Kľúčovou príčinou je druh a pôvod spaľovaného uhlia elektrárňou či teplárňou, ktoré vplyvajú hlavne na chemické zloženie, tiež spaľovacie procesy v kúrenisku vplyvajú na chemické reakcie uskutočňujúce sa v popolnej hmote, systém odlučovania popolčeka z kúrových plynov, ktoré majú vplyv na chemické a hlavne fyzikálne vlastnosti a zrnitosťnú skladbu, ako tiež technológiu ukladania popolov na odkalisko [2].

Pri výbere drevín (tiež kríkov) je potreba prihliadať aj k druhu popola, lebo koreňový systém bude zasahovať postupne do substrátu s popolom (popol z hnedého uhlia má pH 5,2 až 6,5, popol z čierneho uhlia pH 7,5 až 8,5, popol z lignitu a čierneho uhlia pH 7,5 až 9,5). Vhodným uplatnením nízkej a vysokej zelene pri rekultivácii odkalísk je možné výrazne prispieť k vytvoreniu novej krajiny s vyhovujúcim životným prostredím v lokalite narušenej činnosťou priemyslu [3].

## **1.2 Rýchlorastúce dreviny a možnosti ich využitia pri rekultivácii**

V súčasnosti a predpokladom pre budúcnosť z hľadiska zdroja palivovej fytohmoty sú energetické plodiny, porasty súčasťou alternatívnych zdrojov energie. Účelovo pestované energetické rastliny je možné všeobecne považovať za nenáročné, kde z hľadiska zakladania porastov je možné využívať plochy, kde pôdy sú napríklad dočasne vylúčené z poľnohospodárskej výroby, na zdevastovaných plochách alebo kontaminovaných pôdach nevhodných pre pestovanie kultúrnych záhradníckych plodín a podobne [4].

Energetické dreviny v závislosti od rubnej doby poznáme: **s veľmi krátkou rubnou dobou** – 2 až 3 ročný cyklus (praktický význam na Slovensku je dosť obmedzený), **s kratšou rubnou dobou** – 5 až 8 ročný cyklus (praktický význam len pre vlastníkov rodinných domov či chalupárov), **s krátkou rubnou dobou** – 10 až 20 ročný cyklus (svoje opodstatnenie má ako na lesnej, tak aj na poľnohospodárskej pôde. Vzhľadom nato, že energetické dreviny v Slovenskej republike majú svoj význam na málo úrodných a nevyužitých pôdach, až u 80 % energetických drevín sa bude uplatňovať krátka rubná doba (10 až 20 ročný výrobný cyklus) [5].

### **1.2.1 Energetické plodiny v udržateľnej fyto-remediácii**

Záujem o energetické plodiny sa celosvetovo zvýšil kvôli ich potenciálnemu využitiu ako neutrálneho, čistého a ekologického zdroja obnoviteľnej energie, ktorá by mohla do istej miery pomôcť pri plnení globálnych energetických potrieb. Biomasa je jednou z najdôležitejších obnoviteľných zdrojov energie, vzhľadom na hojnosti zdrojov. [6].

## **2 Metódy a materiály**

### **2.1 Charakteristika objektu skúmania**

Skúmaný objekt – Dočasné odkalisko je situované do Trenčianskeho kraja, okresu Prievidza a rozprestiera sa v katastrálnom území obce Bystričany a Zemianske Kostolany. Dočasné odkalisko sa nachádza západne od obce Zemianske Kostolany, na pravom brehu rieky Nitra – v smere jej toku, približne 2 km od Pôvodného odkaliska. Teleso odkaliska sa tiahne na úpätí pohoria Drieňov od severozápadu na juhovýchod a na jeho južnom okraji sa nachádzajú kúpele Chalmová. Budovať ho začali v roku 1965 po havárii Pôvodného odkaliska. Po roku 1998 dostavaním viacerých stavebných objektov v rámci stavby Ukladanie stabilizátu na Dočasné odkalisko vznikla na tomto odkalisku skládka odpadov na inertný odpad, na ktorú bol ukladajú stabilizát. Základná hrádza bola rovnako ako nadvyšovacie hrádze vystavaná z popola a škvary [7].



**Obrázok 1: Lokalizácia experimentálnej plochy Dočasného odkaliska SE, a. s., Chalmová.**  
**2.2 Metodika hodnotenia zdravotného stavu**

Pri stanovení stupňa napadnutia sa postupovalo podľa metodiky vypracovanej Národným lesníckym centrom vo Zvolene, ako je to zrejmé z nasledovného prehľadu:

**Huba *Chondroplea populea*:**

- 0 – bez znakov napadnutia,
- 1 – ojedinelý výskyt,
- 2 – slabý výskyt,
- 3 – mierny výskyt,
- 4 – silný výskyt;

**Huba *Marssonina brunnea*:**

- 0 – nákaza nezistená,
- 1 – ojedinelý výskyt nekrotických škvŕn do počtu 10,
- 2 – nekrotické škvŕny pokrývajú plochy do 1/8,
- 3 – väčší výskyt, nekrotické škvŕny nepresahujú 1/4 plochy,
- 4 – pokryv je väčší, ale nepresahujú 1/2 plochy,
- 5 – pokryv presahuje polovicu plochy;

**Huba *Melampsora sp.*:**

- 0 – rezistentný,
- 1 – necitlivý,
- 2 – slabo citlivý,
- 3 – citlivý,
- 4 – veľmi silne citlivý;

**Baktéria *Erwinia carcenogena*:**

- 0 – nákaza nezistená,
- 1 – zistená prítomnosť nákazy do 10 škvŕn na kmienku (kmeni),
- 2 – viac ako 10 škvŕn, výhony sa dôsledku baktérie nevytvárajú,
- 3 – kmienok husto osadený škvŕnami, začínajú sa vytvárať bočné výhony,
- 4 – kmienok husto osadený škvŕnami, rany sa nehoja;

**Listoví škodcovia:**

- 0 – bez znakov napadnutia,
- 1 – ojedinelý výskyt,
- 2 – slabý výskyt,
- 3 – mierny výskyt,
- 4 – silný výskyt;

**Škodcovia kmienkov:**

- 0 – rezistentný, 0 – slabý výskyt,
- 1 – závrť (novotvar),

- 2 – mierny výskyt (do 5 novotvarov),  
 3 – silný (do 10 novotvarov),  
 4 – veľmi silný výskyt (nad 10 novotvarov);

**Z abiotických činiteľov sa hodnotili škody spôsobené mrazom.**

Stupeň napadnutia sme vyjadrili nasledovne:

- 0 – bez znakov napadnutia,  
 1 – koncové listy boli napadnuté mrazom, ale terminálny prút vyzrel,  
 2 – všetky listy boli spálené, ale terminálny prút vyzrel,  
 3 – listy a terminálny prút boli poškodené mrazom [8].

### 3 Výsledky

#### 3.1 Hodnotenie zdravotného stavu testovaných drevín po 1. roku

Hodnotenie zdravotného stavu sa realizovalo v októbri 2014 na konci vegetačnej sezóny podľa metodiky uvedenej v časti 2.2 *Metodika hodnotenia zdravotného stavu*. Na popolčekovom poli sa z domácich topoľov hodnotil topoľ sivý (*populus canescens*) a topoľ čierny (*populus nigra*) klon „Baka“. Z analýzy zdravotného stavu vyplýva, že autochtónne topole sa dobre adaptovali v čistom popolčeku, čo potvrdzuje vysoká odolnosť voči hodnoteným biotickým a abiotickým činiteľom. Mierny výskyt listových škodcov (stupeň 2) sa zaregistroval len koncom vegetačného obdobia. Podobne aj šľachtený topoľ euroamerický (*populus euroamericana*) klon „Pannonia“ sa vyznačoval vysokou odolnosťou. Zhodnotený topoľ balzamový (*populus balsamifera*) klon „Androscoggin“ netrpel na choroby hubového a bakteriálneho pôvodu, ani na škodcov asimilačných orgánov a kmienkov. Strom vĺba biela (*salix alba*) klon „Dekaň“ a vĺba košíkárka (*salix viminalis*) klon „Inger“ môžeme zatriediť do kategórie rezistentných vĺb. Na agáte bielom (*robinia pseudoacacia*) ako nepôvodnej drevine sa v priebehu 1. vegetačného obdobia nezaznamenali listoví škodcovia, ani abiotickí škodliví činitelia (viď údaje v tabuľke 1).

**Tabuľka 1: Mäkké a tvrdé listnáče po 1. roku (sadenice) – čistý popol ENO**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ sivý	0	0	0	0	2	0	0
Topoľ čierny (Baka)	1	0	1	0	2	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	0	1	1	0	2	0	0
Topoľ balzamový (Androscoggin)	1	0	1	0	2	0	0
Vĺba biela (Dekaň)	0	0	2	0	2	1	0
Vĺba košíkárka (Inger)	0	0	1	0	1	1	0
Drevina – tvrdé listnáče	Listoví škodcovia			Abiotickí škodliví činitelia			
Agát biely	0			0			

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Na čistom popole sa okrem sadeníc testovala uجاتosť, rast a zdravotný stav topoľa „Baka“, topoľa „Pannonia“, topoľa „Androscoggin“, vĺby „Dekaň“ a „Inger“ vysadených z osových odrezkov. Napriek extrémnym podmienkam prostredia sme nezaznamenali zvýšený výskyt škodlivých biotických resp. abiotických činiteľov (viď údaje v tabuľke 2).

**Tabuľka 2: Mäkké listnáče po 1. roku (osové odrezky) – čistý popol ENO**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ čierny (Baka)	0	0	1	0	2	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	0	1	0	2	0	0
Topoľ balzamový (Androscoggin)	1	1	1	0	2	1	0
Vĺba biela (Dekaň)	1	1	0	0	1	0	0

Vrba košíkárka (Inger)	1	0	0	0	2	0	0
------------------------	---	---	---	---	---	---	---

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Na druhej čiastkovej ploche sa do popolčeka zapracoval maštalný hnoj v množstve 3,5 q. V dôsledku negatívneho pôsobenia amoniaku (čerstvý maštalný hnoj) na koreňový systém došlo k intoxikácii, čo sa negatívne prejavilo nie len na ujatosti sadeníc, ale aj na zdravotnom stave sadeníc. Na všetkých testovaných drevinách sa v priebehu takmer celého vegetačného obdobia zaregistroval mierny až silný výskyt hrdzí a listových škodcov. Dokonca na vrbe bielej klon „Dekaň“ sa pozoroval až veľmi silný výskyt (stupeň 4) listových škodcov (viď údaje v tabuľke 3).

**Tabuľka 3: Mäkké a tvrdé listnáče po 1. roku (sadenice) – popol ENO / maštalný hnoj**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ sivý	0	0	2	0	2	0	0
Topoľ čierny (Baka)	1	1	2	0	2	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	1	0	0	2	0	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	1	3	3	1	3	0	0
Vrba biela (Dekaň)	2	1	3	2	4	0	0
Vrba košíkárka (Inger)	2	2	3	1	3	0	0
Drevina – tvrdé listnáče	Listoví škodcovia			Abiotickí škodliví činitelia			
Agát biely	0			0			

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Čiastková plocha založená z osových odrezkov rovnako citlivo reagovala na zvýšený obsah amoniaku, čo potvrdzuje aj hodnotenie zdravotného stavu (viď údaje v tabuľke 4).

**Tabuľka 4: Mäkké listnáče po 1. roku (osové odrezky) – popol ENO / maštalný hnoj**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ čierny (Baka)	1	2	3	0	3	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	2	2	0	2	0	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	1	1	3	0	3	0	0
Vrba biela (Dekaň)	1	2	3	0	3	0	0
Vrba košíkárka (Inger)	0	1	3	0	4	0	0

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Na tretej čiastkovej ploche sa do čistého popola zapracovalo 20 cm ornice. Prímes zeminy sa pozitívne prejavila nie len na ujatost' sadeníc a ich výškovom raste, ale aj na ich celkovom zdravotnom stave. Výskyt hubových chorôb a listových škodcov, ako aj škodcov na kmienkoch sa pohyboval v rozpätí od 0 do 2 stupňov 5-stupňovej škály (viď údaje v tabuľke 5).

**Tabuľka 5: Mäkké a tvrdé listnáče po 1. roku (sadenice) – popol ENO / zemina**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ sivý	0	0	1	0	1	0	0
Topoľ čierny (Baka)	1	0	1	0	2	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	0	1	1	0	1	0	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	0	1	0	0	1	1	0
Vrba biela (Dekaň)	0	1	2	0	0	0	0
Vrba košíkárska (Inger)	0	1	1	0	0	0	0
Drevina – tvrdé listnáče	Listoví škodcovia			Abiotickí škodliví činitelia			
Agát biely	0			0			

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Z hodnotenia zdravotného stavu na čiastkovej ploche založenej z osových odrezkov vyplýva, že odolnosť (precitlivosť) voči chorobám a škodcom je takmer rovnaká, ako na čiastkovej ploche založenej zo sadeníc (viď údaje v tabuľke 6).

**Tabuľka 6: Mäkké listnáče po 1. roku (osové odrezky) – popol ENO / zemina**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ čierny (Baka)	0	1	1	0	1	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	0	1	0	0	0	0	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	0	1	1	0	2	0	0
Vrba biela (Dekaň)	0	1	1	0	1	0	0
Vrba košíkárska (Inger)	0	0	0	0	1	0	0

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

### 3.2 Hodnotenie zdravotného stavu testovaných drevín po 2. roku

Podobne ako v 1. roku sme ani počas 2. vegetačného obdobia nezaregistrovali zvýšený výskyt bakteriálnych a hubových chorôb. Výnimkou je topoľ čierny klon „Baka“, kde sme v polovici augusta zaznamenali silný výskyt hrdzí (*Melampsora sp.*) (viď údaje v tabuľke 7).

**Tabuľka 7: Mäkké a tvrdé listnáče po 2. roku (sadenice) – čistý popol ENO**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ sivý	0	0	1	0	2	0	0
Topoľ čierny (Baka)	0	0	3	0	1	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	0	0	1	0	1	1	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	0	1	1	1	2	0	0
Vrba biela (Dekaň)	1	0	1	1	2	0	0
Vrba košíkárska (Inger)	0	0	0	0	1	0	0
Drevina – tvrdé listnáče	Listoví škodcovia			Abiotickí škodliví činitelia			
Agát biely	0			0			

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Na čiastkovej ploche, ktorá bola založená z osových odrezkov vykazujú všetky hodnotené mäkké listnaté dreviny vysokú odolnosť voči chorobám a škodcom. Znakmi rezistencie sa v danom prípade vyznačuje topoľ balzamový klon „Androskoggin“ a vrba biela klon „Dekaň“ (viď údaje v tabuľke 8).

**Tabuľka 8: Mäkké listnáče po 2. roku (osové odrezky) – čistý popol ENO**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ čierny (Baka)	0	0	1	0	1	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	0	1	0	1	1	0
Topoľ balzamový (Androscoggin)	0	0	0	0	0	1	0
Vrba biela (Dekaň)	0	0	0	0	1	0	0
Vrba košíkárska (Inger)	0	0	0	0	2	0	0

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Pretrvávajúce pôsobenie amoniaku na koreňový systém sa negatívne prejavilo aj v priebehu 2. vegetačného obdobia na zdravotnom stave, čo potvrdzuje tabuľka 9. V porovnaní s 1. rokom sa na klone „Androscoggin“ zaznamenal silný výskyt dotichízy (*chondroplea pupulea*).

**Tabuľka 9: Mäkké a tvrdé listnáče po 2. roku (sadenice) – popol ENO / maštaľný hnoj**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ sivý	0	0	1	0	2	0	0
Topoľ čierny (Baka)	1	1	2	0	2	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	1	2	1	2	0	0
Topoľ balzamový (Androscoggin)	3	3	3	0	3	1	0
Vrba biela (Dekaň)	2	2	3	0	3	0	0
Vrba košíkárska (Inger)	2	2	3	0	2	0	0
Drevina – tvrdé listnáče	Listoví škodcovia			Abiotickí škodliví činitelia			
Agát biely	2			0			

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Precitlivosť voči chorobám a škodcom sa negatívne prejavila aj v 2. roku, na založenej ploche z osových odrezkov (viď údaje v tabuľke 10).

**Tabuľka 10: Mäkké listnáče po 2. roku (osové odrezky) – popol ENO / maštaľný hnoj**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ čierny (Baka)	1	0	2	0	2	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	0	1	2	0	3	0	0
Topoľ balzamový (Androscoggin)	2	2	3	1	3	0	0
Vrba biela (Dekaň)	1	2	3	0	3	0	0
Vrba košíkárska (Inger)	1	1	2	0	3	0	0

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

Positívne účinky zeminy zapracovanej do popola sa prejavili na zdravotnom stave testovaných drevín (klonov), aj v priebehu 2. vegetačného obdobia (viď údaje v tabuľke 11).

**Tabuľka 11: Mäkké a tvrdé listnáče po 2. roku (sadenice) – popol ENO / zemina**

Drevina – mäkké listnáče	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom
--------------------------	---

(klon)	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ sivý	0	0	0	0	0	0	0
Topoľ čierny (Baka)	1	0	2	0	0	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	0	1	0	0	0	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	1	0	1	0	0	0	0
Vrba biela (Dekaň)	1	1	2	0	0	0	0
Vrba košíkárská (Inger)	0	1	2	0	1	1	0
<b>Drevina – tvrdé listnáče</b>	<b>Listoví škodcovia</b>			<b>Abiotickí škodliví činitelia</b>			
Agát biely	0			0			

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

V rámci vyhodnotenia zdravotného stavu na čiastkovej ploche založenej z osových odrezkov vyplýva skutočnosť, že odolnosť (precitlivosť) na úkor škodcov a chorobám je približne rovnaká, ako na čiastkovej ploche založenej zo sadeníc (viď údaje v tabuľke 12).

**Tabuľka 12: Mäkké listnáče po 2. roku (osové odrezky) – popol ENO / zemina**

Drevina – mäkké listnáče (klon)	Stupeň napadnutia chorobou, resp. škodcom						
	Ch. p.	M. b.	M.	E. c.	L. š.	Š. k.	Š. m.
Topoľ čierny (Baka)	0	1	1	0	1	0	0
Topoľ euroamerický (Pannonia)	1	1	1	0	0	0	0
Topoľ balzamový (Androskoggin)	0	0	2	0	1	0	0
Vrba biela (Dekaň)	0	1	1	0	2	0	0
Vrba košíkárská (Inger)	0	1	2	0	1	0	0

**Legenda:** Ch. p. – *Chondroplea populea*, M. b. – *Marssonina brunea*, M. – *Melampsora sp.*, E. c. – *Erwinia cancerogena*, L. š. – listoví škodcovia, Š. k. – škodcovia kmienkov, Š. m. – škody mrazom.

#### 4 Diskusia

Obnovu ekosystémov zničených popolčekom s využitím rôznych rastlinných druhov skúmali aj na odkalisku v meste Banát v štáte Rumunsko. Odkalisko je tvorené z pevných zvyškov zo spaľovania hnedého uhlia v tepelnej elektrárni Temešvár. V okolí tejto lokality sa zistila kontaminácia prostredia ťažkými kovmi akými sú Cr, Cu, Fe, Ni, Pb a Zn. Vegetačná vrstva rastlín postupne prispela k znižovaniu kontaminácie lokality a následnej revitalizácii prostredia. Do tohto odkaliska boli tiež aplikované odolné invázne druhy, ktoré umožnili biologickú revitalizáciu odkaliska popolčeka, súbežne s účinnou stabilizáciou proti vetru, erózii a vymývaniu zrážok [9].

Fytoremediačný potenciál rýchlorastúcich drevín na popolových odkaliskách môžeme dokumentovať na prípadovej štúdií odkaliska v meste Baia Mare v štáte Rumunsko. Zohľadňovala sa tu schopnosť absorpcie ťažkých kovov, akými sú: Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Co, Mn, Fe a Cd v prízemnej vrstve, vyjadrená z hľadiska koncentrácie týchto kovov v koreňoch a asimilačných orgánoch drevín. Skúmal sa tiež obsah Na a K z vybraných jedincov rovnakého druhu, tempo ich rastu a potenciálne prežitie drevín (ujatosť). Táto štúdia odhalila potenciálnu hrozbu pre lokalitu silne znečistenú ťažkými kovmi v dôsledku priemyselných účelov. Formulácia akejkoľvek ozeleňovacej stratégie musí brať do úvahy symbiotické zvláštnosti a musí tiež riešiť nielen pomocné opatrenia zamerané na vhodné dreviny do tohto prostredia, ale aj všetky súčasti ekosystému ako celku [10].

Ďalšou prípadovou štúdiou, s ktorou môžeme konfrontovať nami dosiahnuté výsledky je revitalizácia uloženého popola na odkalisku v meste Chennai na juhu Indie. Popol z odkaliska je vystavený poveternostným vplyvom a iónom prítomných v popole, ktoré sa šíria do okolitej pôdy a následne aj do podzemných vôd, či zvodnených vrstiev na určitú dobu. V štúdií boli odobraté vzorky pre skúšky Ca, Mg, Fe, Cl, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, Na a K a vybrané ťažké kovy. Pre rastliny použité v experimente sa identifikovalo



mnoho environmentálnych výhod z revitalizácie prostredia. Veľa vylúhovaných ťažkých kovov nemožno odstrániť z prostredia, na úkor jeho priepustnosti cez čiastkové vrstvy zeminy [11].

V rámci popolčeka a jeho znečisťovania v západnej balkánskej oblasti uvádzame štúdiu tepelnej elektrárne v meste Tuzla v štáte Bosna a Hercegovina, ktorú podobne môžeme porovnať s našimi výsledkami. Na odkalisku v blízkosti elektrárne sa zistili stopové prvky a ťažké kovy pod regulačnými prahovými hodnotami, niekoľko znečisťujúcich látok, akými sú: As, B, Cr a v ojedinelých prípadoch Cd. Tieto boli v niektorých lokalitách zvýšené, až vyššie ako regulačné prahové hodnoty. Do tohto odkaliska bol navozený kompost z miestne dostupných komunálnych a priemyselných organických zvyškov. Táto meliorácia zlepšila úrodnosť substrátu. Účelom tohto spracovania bolo vytvoriť vegetačný kryt a zabrániť sekundárnej prašnosti. Takáto sanačná technológia je ľahko použiteľná a má nižšie náklady ako iné alternatívy. Z hľadiska znižovania kontaminácie ťažkých kovov v prostredí boli na tomto odkalisku vysadené topole a vrbý. Aplikáciou kompostu sa zabezpečil nie len trvalý rast trávy, ale aj zvýšená produkcia biomasy. Takéto výsledky postačujú na zmiernenie dôsledku kontaminácie, dosiahnutie vegetačného krytu a zabráneniu sekundárnej prašnosti [12].

## 5 Závery

Topoľ sivý (*populus canescens*) sa ukazuje ako nevhodná drevina do týchto variantov popolových plôch. Topoľ čierny (*populus nigra*) napĺňa rastové parametre, ale citlivo reaguje na hrdze z rodu *Melampsora* a bakteriálnu chorobu *Erwinia cancerogena*. Topoľ euroamerický (*populus euroamericana*) spĺňa všetky požiadavky na výsadbu, aj napriek tomu, že ide o šľachtený euroamerický topoľ. Topoľ balzamový (*populus balsamifera*) je vhodný na výsadbu porastových plášťov alebo líniových výsadiel. Vrba biela (*salix alba*) je vhodnou drevinou do popolových plôch, spĺňa všetky kritériá. Vrba košíkarska (*salix viminalis*) je vhodnou drevinou do popolových plôch za predpokladu, že sa v 3 až 4 ročnom intervale orezáva. Agát biely (*robinia pseudoacacia*) je vhodný len do variantu popola so zeminou.

## Zdroje

- [1] PAVOLOVÁ, Henrieta a Tomáš BAKALÁR. *Revitalizácia a rekultivácia krajiny*. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, 2012. ISBN 978-80-553-1218-7.
- [2] BAKALÁR, Tomáš a Henrieta PAVOLOVÁ. *Revitalizácia a rekultivácia*. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, 2011. ISBN 978-80-553-0739-8.
- [3] SZABOVÁ, T. a M. KOŠČOVÁ. *Revitalizácia vôd a pôd, rekultivácie, ES/AMS*. Košice: 2003. ISBN 80-8073-029-6.
- [4] SUDZINA, Marián a Patrik ROVNÝ. Rýchlorastúce energetické rastliny. In: *Komunálna technika: časopis o komunálnej a záhradnej technike*. 2013, roč. 5, č. 11, s. 24. ISSN 1337-9011.
- [5] VARGA, Ladislav a Martin BARTKO. Produkčný potenciál rýchlorastúcich drevín na Slovensku. In: *Rýchlorastúce dreviny: zborník referátov z odborného seminára konaného dňa 25. septembra 2008 v Sobrance*. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2010, s. 53-56. ISBN 978-80-80933-117-9.
- [6] PANDEY, Vimal, Chandra and Omesh BAJPAI and Nandita SINGH. Energy crops in sustainable phytoremediation. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016, vol. 54, p. 58-73. ISSN 1364-0321.
- [7] AUXT, A. a K. INGÁR a Z. KLAČANOVÁ. *Rizikové analýzy skládok a odkalísk SE, a. s. Hes-COMGEO, s.r.o.* 2008.
- [8] VARGA, Ladislav. Dolná Seč 239, Dolná Seč. *Metodika hodnotenia zdravotného stavu*. Osobná komunikácia.
- [9] MORARIU, Florica, et al. Restoration of Ecosystems Destroyed by the Fly Ash Dump Using Different Plant Species. In: *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*. 2013, vol. 46, no. 2, p. 180-184. ISSN 1841-9364.
- [10] MARIAN, Monica, et al. Evaluation of the Phytoremediation Potential of the Populus tremula in Tailing Ponds. In: *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*. 2009, vol. 66, no. 2, p. 124-131. ISSN 1843-5246.
- [11] BALASUBRAMANIAN, P. and V. NETHAJI MARIAPPAN and D. JOSHUA AMARNATH. A study on re-designing the existing ash storage pond for leachate control of thermal power station. In: *Indian J. Innovations Dev.* 2012, vol. 1, no. 3, p. 136-141. ISSN 2277-5390.

[12] *Reintegration of coal ash disposal sites and mitigation of pollution in the West Balkan Area* [online]. Specific target research project, 2008 [cit. 2019-02-22]. Dostupné na: [http://www.forestry.gov.uk/pdf/recoal\\_handbook.pdf/\\$FILE/recoal\\_handbook.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/recoal_handbook.pdf/$FILE/recoal_handbook.pdf)