

**Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV
v spolupráci
s Ústavom krajinnej ekológie SAV, v. v. i., Bratislava
a Katedrou ekológie a environmentalistiky FPVal UKF v Nitre**



EKOLOGICKÉ ŠTÚDIE

Ročník 16

Číslo 2/2025

**Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV
v spolupráci s
Ústavom krajinnej ekológie SAV, v. v. i., Bratislava
a Katedrou ekológie a environmentalistiky FPVal UKF v Nitre**



EKOLOGICKÉ ŠTÚDIE

EKOLOGICKÉ ŠTÚDIE

Recenzovaný vedecký časopis venovaný aktuálnym problémom ekológie, krajinej ekológie a príbuzných vedných disciplín

Hlavný redaktor / Editor-in-Chief:

prof. RNDr. František Petrovič, PhD. MBA.

Výkonný redaktor / Executive editor:

prof. PaedDr. PhD. RNDr. Martin Boltžiar, PhD.

Redakčná rada / Editorial board:

RNDr. Peter Gajdoš, CSc.

prof. Fedir Hamor, DrSc. (Ukrajina)

RNDr. Vladimír Herber, CSc. (Česká republika)

prof. RNDr. Juraj Hreško, CSc.

prof. RNDr. Zita Izakovičová, PhD.

doc. RNDr. Zdeněk Lipský, CSc. (Česká republika)

Dr.h.c. prof. RNDr. László Miklós, DrSc.

RNDr. Milena Moyzeová, PhD.

Ing. Július Oszlányi, CSc.

Dr. László Podmanický (Maďarsko)

Dr.h.c. prof. RNDr. Florin Žigrai, DrSc. (Rakúsko)

Technické spracovanie / Computer typesetting:

RNDr. Jakub Košša

Za obsahovú a jazykovú stránku príspevkov zodpovedajú autori

Vydavateľ: Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV v spolupráci s Ústavom krajinej ekológie SAV, v. v. i., Bratislava a Katedrou ekológie a environmentalistiky FPVaI UKF v Nitre

Dátum vydania: december 2025

Číslo: 2

Ročník: 16

Vychádza 2x ročne

Časopis Ekologické štúdie je dostupný online na stránke <http://publikacie.uke.sav.sk/>

Evidenčné číslo MK SR: EV 4174/10

ISSN 1338-2853

OBSAH

STRNAD, M., LIBOSVÁR, T., ŠIKULA, T., DOSTÁL, I., SVOBODA, J., SZTURC, J., HAMŘÍK, T., SLEPICA, M., HLAVÁČ, V., UHLÍKOVÁ, J.: Ověření funkčnosti stávajících ekoduktů v ČR.....	4
NAZ, S., RUSŇÁK, T., HALADA, L.: Assessing the effectiveness of PhenoCam- based vegetation indices to analyse spring phenology in BAB Forest.....	25
PETLUŠ, P., MORAVČÍK, M., HREŠKO, J., MEDERLY, P., PETLUŠOVÁ, V.: Význam sklonu svahu na priestorové rozšírenie hlbok pôdy v kontexte eróznno-akumulačných procesov.....	37
BIELIKOVÁ, H., ZEMANČÍKOVÁ, J.: Regeneratívny cestovný ruch ako nový fenomén v udržateľnom rozvoji destinácií.....	51
JANČÁROVÁ, T., DAVID, S.: Floristická a vegetačná charakteristika odkaliska meďnato-železitých rúd pri obci Markušovce.....	61
IZAKOVIČOVÁ, Z., PETROVIČ, F.: Zmeny využitia krajiny Slovenska a ich environmentálne dopady.....	84

FLORISTICKÁ A VEGETAČNÁ CHARAKTERISTIKA ODKALISKA MEĎNATO-ŽELEZITÝCH RÚD PRI OBCI MARKUŠOVCE

FLORISTICS AND VEGETATION CHARACTERISTICS OF THE COPPER-IRON ORE TAILING POND NEAR THE VILLAGE OF MARKUŠOVCE (SLOVAKIA)

Tatiana JANČÁROVÁ¹, Stanislav DAVID^{1,2}

¹Katedra ekológie a environmentalistiky, FPVal UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

e-mail: tatiana.jancarova@student.ukf.sk, sdavid@ukf.sk

²Ústav krajinnej ekológie SAV v.v.i. Bratislava, pobočka Nitra, Akademická 2, 949 74 Nitra

e-mail: stanislav.david@savba.sk

Abstract: Floristic research at the Markušovce tailings site revealed a pronounced species diversity of vascular plants despite the anthropogenic stress affecting the area. Within six study plots, 247 taxa were identified, with hemicryptophytes representing the dominant life form (53 %). The highest species richness was recorded on the largest section of the tailings, the forest-steppe limestone slope, and the terraces. The vegetation exhibited a patchy, insular character, and species composition varied according to the differing conditions of individual plots. Observed morphological deformities in plants and the premature onset of the growing season indicate environmental stress caused by contamination. Sixteen invasive species were documented, most notably *Hippophaë rhamnoides*. The site also serves as a habitat for threatened and protected species such as *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza majalis*, and *Myricaria germanica*. The area holds potential as a biotope for specialized species; however, it faces ecological threats including erosion, technical modifications, and illegal dumping.

Keywords: Tailings pond, Copper-iron ores, Floristic research, Markušovce, Slovakia

Úvod

Vegetácia na opustených úložiskách má viaceré funkcie, napr. úprava vodnej bilancie, kontrola erózie, návrat biodiverzity a obnova funkcií krajiny (Tamás & Kovács, 2005). Fyzikálno-chemické vlastnosti deponovaného substrátu (nedostatok vlhkosti, organickej hmoty a dostupných živín) a fytotoxické koncentrácie aj ťažkých kovov limitujú rast vegetácie na odkaliskách (White & Nairn, 2007). Tolerancia ťažkých kovov v rastlinách sa líši v závislosti od druhu

rastliny a kontaminantov. Najrozšírenejšie rastliny sú až vysoko tolerantné voči kovu a akumulujú ťažké kovy v značnom množstve (Tamás & Kovács, 2005). Takéto stanovišťa môžu byť pre určité druhy nehostinné, avšak pre iné špecializované naopak sekundárnym habitátom. Rastliny tak čelia viacerým negatívnym vplyvom so synergickým účinkom a ich odpoveď je na úrovni genetickej, fyziologickej a ekologickej.

V tejto práci analyzujeme druhové zloženie vegetácie na úložisku ťažobného odpadu (odkalisku) v katastri obcí Markušovce a Závadka (okr. Spišská Nová Ves a Gelnica), ktoré doposiaľ nebolo botanicky preskúmané. Výsledky boli získané spracovaním bakalárskej práce T. Jančárovou.

Úložiska odpadov, odkaliska

Zákon č. 514/2008 „o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu“ definuje úložiská ťažobného odpadu (§ 4 ods. 1–2): ako „miesto alebo zariadenie určené na zhromažďovanie alebo ukladanie ťažobného odpadu - v tuhom stave, kvapalnom stave, roztoku alebo suspenzii“. Za úložiská sa považujú konkrétne typy zariadení: odval (obvykle ukladanie tuhého odpadu) a odkalisko (miesto zadržania emulgovaných podielov (kalov, suspenzií)). S termínom odkalisko pracuje aj zákon č. 79/2015 Z. z. (zákon o odpadoch), ktoré je definované ako miesto ukladania odpadu z ťažobnej činnosti. Frekventovane používaný termín depónia nie je v zákonoch definovaný, v bežnej slovenskej terminológii je synonymom pre skládku odpadov – zariadenie na ukladanie komunálneho alebo priemyselného odpadu. Samotné odkaliská pozostávajú z nasledujúcich čiastkových objektov, ktoré sa môžu konštrukciou a prevedením značne líšiť. Peter a kol. (1983) podrobnejšie rozlišuje a charakterizuje nasledovné základné objekty a zariadenia odkaliska: základná hrádza, zvyšovacie hrádze, drenážny systém, filtre, odberné zariadenia, potrubia, žľaby, bezpečnostné zariadenia, čerpacie stanice, kalovody, hydrocyklóny a ďalšie.

Podľa Škantárovej (2024) bolo na území Slovenskej republiky prevádzkovaných 95 úložísk ťažobného odpadu, z toho 77 odvalov a 18 odkalísk, celkovo bolo v roku 2023 evidovaných 338 uzavretých a opustených úložísk ťažobného odpadu, z ktorých väčšina (277) bolo nerizikových, 33 potenciálne rizikových a 28 rizikových. Environmentálnych záťaží bolo evidovaných 335, z toho 22 boli sanované a 18 s ukončenou sanáciou. V rôznych regiónoch sveta predstavujú odkaliska environmentálne zaťaženie a rizikové územia (Franks a kol., 2021). Na základe satelitných snímok v globálnej škále zo 135 krajín a regiónov (Tang & Werner 2023) sa približne 79 % polygónov nachádza v 13 krajinách: Čína, USA, Rusko, Austrália, Indonézia, Južná Afrika, Ukrajina, Ghana, Kanada, India, Brazília,

Kazachstan a Čile. Havárie hrádzí odkalísk, fyzikálne zvetrávanie a biogeochemické reakcie vedúce k remobilizácii banských odpadov z banských lokalít do atmosféry, pôdy, vody a biosféry, predstavuje riziko pre globálny ekosystém a ľudské zdravie (Hudson-Edwards, 2016). Najvýznamnejšími pretrvávajúcimi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi na lokalitách postihnutých ťažbou rúd sú nestabilita horninového masívu spôsobujúca závaly nad vydobýťmi priestormi a banskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi banských vôd, priesakmi z hál a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia (Laubertová a kol., 2021).

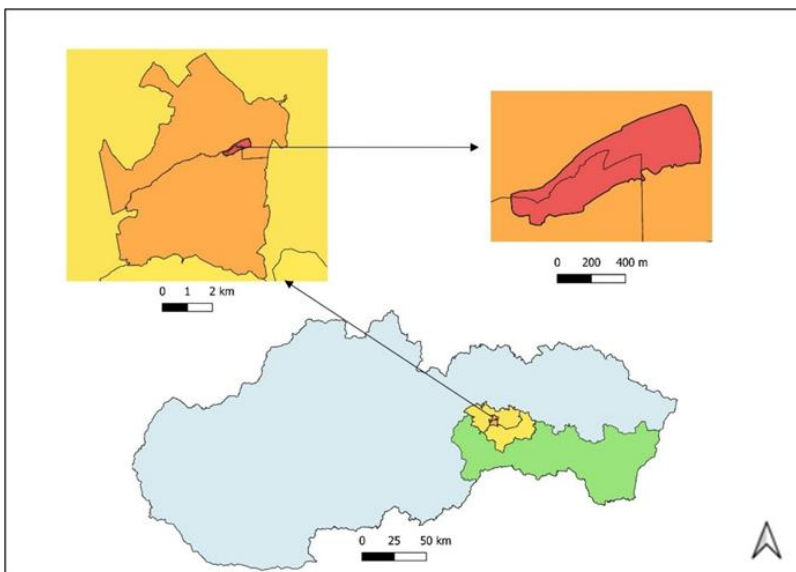
Rastlinstvo a vegetácia odkalísk

Z územia Slovenska bolo publikovaných viacero štúdií s cieľom poznania vplyvu deponovaných materiálov na rastliny, vzácné na živočíchy. V oblasti Štiavnických vrchov, konkrétne v banskoštiavnickom rudnom revíre analyzovali Križáni a kol. (2007) vplyv ťažkých kovov na rastliny a drobné cicavce. Objektom fytocenologického výskumu boli aj odkaliská Suchý tajch, Lintich a Sedem Žien. S pokračujúcou sukcesiou hál sa druhové zloženie vegetačného krytu približuje pôvodným typom vegetácie. Na odkalisku Suchý tajch bol rastlinný kryt veľmi hustý, ale druhovo chudobný. Dominantnými druhmi boli *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Trifolium pratense* a *T. repens*. Subdominantné druhy zastupuje *Poa pratensis*, *Leontodon autumnalis*, *Euphrasia rostkoviana*, *Potentilla erecta*, *Achillea millefolium* a *Bellis perennis*. Na odkalisku Lintich sa v rokoch 1977 až 1978 pokusne vysadilo 12 druhov melioračných drevín, najlepšie sa ujala *Alnus glutinosa*, menej *A. incana*, *Pinus nigra* a *Betula pendula*. Od stromového poschodia po bylinné druhová diverzita aj pokryvnosť postupne klesajú, *Quercus rubra* sa z porastu takmer stratil a preživšie jedince sú zakrpatené, nie vyššie ako 1,5 m. Plochy zavezené zeminou a stavebným odpadom majú druhovo najpestrejší rastlinný kryt (69 druhov). Plocha lagún, občasne zatápaná zrážkovou vodou, je zasolená síranmi a jej západný okraj lemuje monokultúra prasličky roľnej (*Equisetum arvense*), na východnom okraji vegetujú len izolované jedince vrby rakytovej (*Salix caprea*) v zakrpatenej forme (Križáni a kol., 2007). Na odkalisku Sedem Žien je dominantným druhom *Phleum phleoides*, *Hypericum perforatum*, *Equisetum arvense*, *Trifolium sarosiense*, *Avenella flexuosa*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Tussilago farfara* a *Daucus carota*. Spolu bolo zistených 36 druhov, z toho 5 druhov drevín (*Robinia pseudoacacia*, *Salix caprea*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* a *Populus tremula*). Ostatné druhy tráv a bylín tvoria prímes, rozšírenú na odkalisku ostrovčekovite. Ferková (2016) vo svojej práci skúmala flóru na odkalisku červených kalov pri Žiari nad Hronom. Okrem floristickej

charakteristiky bola práca zameraná na výskyt invázných a expanzívnych druhov. Ferková (l. c.) zistila výskyt 108 taxónov vyšších rastlín, 33 invázných druhov rastlín (30 % flóry skúmaného územia) a 3 druhy expanzívnych rastlín (3 % flóry skúmaného územia). Zistené druhy patrili do 42 čeľadí, najpočetnejšia bola čeľaď Asteraceae – astrovité (11 taxónov), ďalej čeľaď Lamiaceae – hluchavkovité (10 taxónov), čeľaď Fabaceae – bôbovité (10 taxónov), čeľaď Scrophulariaceae – krtičníkovité (8 taxónov), čeľaď Poaceae – lipnicovité (6 taxónov), čeľaď Brassicaceae – kapustovité (5 taxónov), čeľaď Asteraceae mala najväčšie zastúpenie invázných a expanzívnych taxónov. Michaeli a kol. (2012) analyzovali krajinnú štruktúru skládky lúženca pri uzavretej niklovej hute v Seredi. V krajinných prvkoch, identifikujúcich vegetáciu boli zastúpené druhy *Populus xcanescens*, v podrade s druhmi *Calamagrostis epigejos*, *Artemisia absinthium*, *Phragmites australis*. Stanovištia odkalísk sú nositeľmi stresových faktorov pôsobiacich na rastliny, ktoré spôsobujú destabilizáciu fyziologických procesov rastliny (Piršelová & Mészáros, 2019). Ako uvádza Zhang a kol. (2020), problém je v tom, že rastliny pod vplyvom stresu musia investovať časť energie a zdrojov do reakcie na stres, nie do rastu, a preto sa u nich zvyšuje počet rôznych ekomorfóz, fytocenózy sú druhovo chudobné.

Skúmané územie

Skúmané odkalisko sa nachádza v katastrálnych územiach obcí Markušovce a Závadka v ústi Markušovskej doliny. Jeho rozloha je 35,1 hektára, dĺžka dosahuje 1 085 metrov a šírka sa pohybuje od 165 do 345 metrov. Hrúbka uloženého materiálu sa mení v závislosti od počiatkovej úrovne terénu a dosahuje maximálne ± 38 metrov. Sedimentačná jama je ohraničená prirodzenou úrovňou terénu v údolí a tiež tromi zemnými hrádzami (Jakabský a kol., 2010). Podľa administratívneho členenia Slovenska patrí územie do dvoch okresov Spišská Nová Ves a Gelnica (obr. 1).



Obr. 1. Lokalizácia odkaliska Markušovce v rámci Slovenska, Košického kraja, okresov Spišská Nová Ves a Gelnica a obcí Markušovce a Závadka (mapa T. Jančárová) (podkladová mapa: <https://www.skgeodesy.sk/sk/>, 2022)

Podľa Atlasu krajiny Slovenskej republiky (Mazúr & Lukniš, 1986) zaraďujeme územie do geomorfologického celku Hornádska kotlina a Slovenského rudohoria. Geologicky má územie členitý charakter (Mello a kol. (2000), severný okraj odkaliska je tvorený svetlými masívnymi vápencami z obdobia stredného a mladšieho triasu a vrstvami zlepencov a hrubozrnných pieskovcov z obdobia paleocénu a eocénu. Nakoľko je odkalisko situované v nive Markušovského potoka, pozdĺž neho sa sústreďujú fluvialné sedimenty (nivné hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny) a deluvialné sedimenty. Lapin a kol. (2002) zaraďujú územie do mierne chladného a veľmi vlhkého klimatického okrsku. Priemerná ročná teplota vzduchu za roky 1961 až 1990 bola pre dané územie stanovená na 6 až 7 °C, priemerná teplota vzduchu v januári sa pohybuje približne od -5 °C do 18 °C (Šťastný a kol., 2002). Priemerný ročný úhrn zrážok za roky 1961 až 1990 predstavoval 600 až 700 mm (Faško & Šťastný, 2002).

Podľa fytogeografického členenia Slovenska (Futák, 1984) patrí záujmové územie do oblasti západokarpatskej flóry (Carpatikum occidentale), obvodu predkarpatskej flóry (Praecarpatikum), okresu Slovenské rudohorie s možným presahom do okresu Slovenský raj. Prirodzenú vegetáciu na odkalisku Markušovce a v jeho bezprostrednom okolí tvoria podľa Michalka a kol. (1984): lužné lesy podhorské a horské, na svahoch nad odkaliskom sú dubové subxerothermofilné a borovicovo xerofilné lesy. Okrajovo sa vyskytujú najmä bukové lesy kvetnaté a dubovo hrabové lesy lipové.

Materiál a metodika

Odkalisko Markušovce

Odkalisko sa začalo stavať v roku 1960 a jeho životnosť bola plánovaná do roku 1999 (Jurkovič a kol., 2006), objekt bol v správe nového priemyselného závodu Železnorudné bane Spišská Nová Ves, závod Rudňany (MS SR, 2025). Po ukončení činnosti bane prevzala správu akciová spoločnosť Želba, ktorá vznikla v roku 1997 a ukončila činnosť v roku 2008. Želba a. s. založila v roku 1998 spoločnosť Odštepný závod 02, Rudňany, ktorý je evidovaný ako „živý“ v obchodnom registri (Finstat, 2025). Odkalisko (obr. 2) vzniklo deponovaním hlušiny, pochádzajúcej zo spracovania komplexných sideritovo-sulfidických a barytovo-sulfidických rúd ťažených na ťažiskách Rudňany a Poráč-Zlatník v rokoch 1963 až 2003 (Jakabský a kol., 2010). Od východu ohraničuje odkalisko predná hrádza, tvorená násypom lomového kameňa a hlušiny, zvyšovaná flotačnými pieskami. Zadnú časť odkaliska od západu ohraničuje hrádza podobnej konštrukcie. Od severu je vybudovaná nízka bočná hrádza. Odkalisko je chránené pred prívalovými dažďami a nepriaznivým vplyvom povrchových tokov odvedením Markušovského potoka sústavou rigolov do odvodňovacieho tunela. Obsahuje sústavu manipulačných a drenážnych zariadení. Rovnako obsahuje systémy monitorovacích zariadení pre sledovanie stability hrádzi, priesakov vôd a chemizmu vôd (Jančura, 2014).



Obr. 2. Severná časť odkaliska, pohľad smerom do doliny Markušovského potoka (foto T. Jančárová, 2024)

Z potenciálne toxických prvkov sú v odkaliskovom sedimente vo zvýšenej koncentrácii prítomné najmä Cu, Hg, Mn, Sb a As (Tóth a kol., 2013). Dominujú najmä minerály siderit, ktorého priemerný podiel dosahuje 34,6 %, ďalej kremeň (13,3 %), baryt (9,4 %), muskovit a illit (po 5,3 %), kaolinit (2,6 %) a dolomit (2,1 %). Obsah sulfidických minerálov je nízky, pričom najčastejšie sa vyskytuje pyrit a chalkopyrit, zatiaľ čo tetraedrit a arzenopyrit sa objavujú len výnimočne. Skúmané sedimenty nádrží majú zásaditý charakter, nevytvárajú aktívnu kyslosť (Tóth a kol., 2013). Obsah potenciálne toxických prvkov v sedimentoch je relatívne nízky (Cu 624,3 mg kg⁻¹, Hg 118,19 mg kg⁻¹, Sb 114,9 mg kg⁻¹ a As 48,3 mg kg⁻¹ v priemere) a je prítomný najmä vo forme stabilných sulfidov. Výsledky z postupov lúhovania nepreukázali významné množstvá toxických prvkov vylúhovaných z uloženého materiálu (Petrák a kol., 2011). Sedimenty úložiska možno preto považovať za geochemicky stabilné a na základe zvolenej metodiky zaradené do kategórie B (odpad, ktorý nie je nebezpečný) (Tóth a kol., 2013). V súčasnosti je prevádzkovateľom odkaliska Rudohorská investičná spoločnosť, a. s., nad odkaliskom vykonáva odborný technický dohľad štátom určená organizácia Vodohospodárska výstavba, š. p. Bratislava (Jančura, 2014).

Metodika

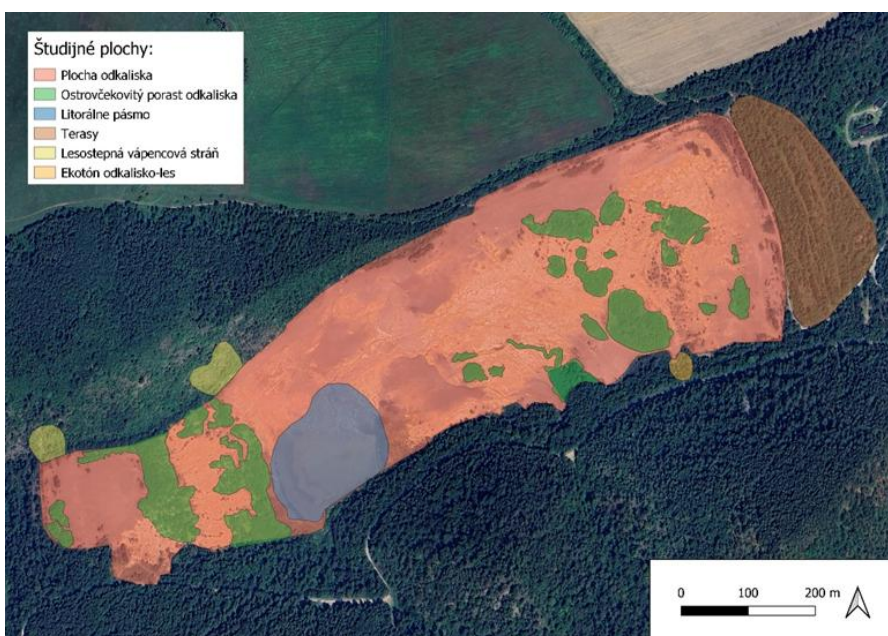
Terénny výskum odkaliska Markušovce sme urobili v dňoch 3. 5., 25. 7. a 20. 9. 2024 na celej ploche odkaliska a niekoľkých okrajových (ekotónových) plôch a terás čelnej hrádze. Floristický výskum odkaliska prebiehal zápisom rastlinných druhov priamo v teréne, súpis rastlinných druhov bol doplnený určením zozbieraných rastlín a z fotodokumentácie. Na determináciu sa používal kľúč Dostál a Červenka (1991, 1992) a on-line botanické databázy Pladias.cz a Botany.cz. Odborná nomenklatura a slovenské názvy zaznamenaných rastlín boli zjednotené podľa webovej stránky Slovpplantlist.sk. Životné formy rastlín sme excerpovali z Pladias.cz., určenie statusu inváznosti a doby introdukcie na Slovensko je podľa Medveckej a kol. (2012). Stanovenie ohrozenosti je podľa červeného zoznamu papradí a cievnatých rastlín (Eliáš jun. a kol., 2015). Ochranu druhov určuje vyhláška MŽP SR č. 170/2021 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov. Pre vymedzenie študijných plôch s odlišnými geomorfologickými, geochemickými a inými prírodnými pomermi sme použili program QGIS Desktop ver. 3.26.3.

Výsledky

Počas snímkovania vegetácie bolo vymedzených 6 študijných plôch (obr. 3), ktoré sa vyznačovali odlišnými biotopovými a geomorfologickými charakteristikami. Vymedzili sme nasledovné plochy:

1. Plocha odkaliska bez zapojenej (ostrovčekovitej) vegetácie (PO),
2. Litorálne pásmo vodnej plochy L(P),
3. Ostrovčekité porasty odkaliska (OPO),
4. Lesostepná vápencová stráň (LVS),
5. Ekotón odkalisko-les (EO-L),
6. Terasy prednej hrádze (T).

Plochy z dôvodu vysokej fragmentácie a nepravidelného tvar majú stanovenú približnú veľkosť, celková skúmaná plocha napokon predstavovala približne 36,07 km² po vyrátaní v programe QGIS.



Obr. 3. Rozmiestnenie skúmaných plôch na lokalite odkaliska Markušovce (mapová kompozícia: T. Jančárová, podkladová mapa: WMS, zbgis)

Charakteristika jednotlivých študijných plôch

1. Plocha odkaliska bez zapojenej vegetácie

Ide o najväčšiu plochu, ktorej povrch tvorí kontaminovaný kal s piesočnatou štruktúrou bez súvislej rastlinnej pokrývky a zatienenia. Možno pozorovať rôzne formy mikroreliefu, napr. násypy, duny a erózne ryhy po prietoku vody. Plochu je možné posúdiť ako najmenej priaznivú pre život, vďaka najväčšej rozlohe však zahŕňala najvyššie množstvo – 117 rastlinných druhov. Takmer polovicu, 52 % druhov vyskytujúcich sa na tejto ploche, tvorili hemikryptofyty. Potvrdili sme výskyt

xerothermných a ruderálnych druhov, napr.: *Artemisia campestris*, *Carlina acaulis*, *Dianthus carthusianorum*, *Echium vulgare*, *Reseda lutea*, *Scabiosa ochroleuca*, *Seseli osseum*, *Tussilago farfara*. Na tejto ploche rástli aj dva druhy (*Dactylorhiza majalis* a *Myricaria germanica*), ktoré sú zákonom chránené (obr. 4 a, b) v počte 5-8 kusov. Vzhľadom piesočnatý a výslnný charakter tejto plochy potvrdil výskyt xerothermných a ruderálnych druhov.



Obr. 4. Polocha odkaliska s výskytom chránených druhov vstavačovca májového (*Dactylorhiza majalis* - a) a myrikovky nemeckej (*Myricaria germanica* -b), foto S. David, T. Jančárová, 2024)

2. Litorálne pásmo vodnej plochy

Veľkosť litorálneho pásma sa v závislosti od hydrologických (zrážkový úhrn) aj sezónnych podmienok (výpar) v čase mení. Pre potreby výskumu sme ho vymedzili na základe pozorovania stavu v čase prevedených terénnych výskumov na jar, v lete a na jeseň. Do analyzovanej časti bolo zahrnuté aj bezprostredné okolie vodnej plochy a ústie bývalého prítoku vody. Na tejto ploche bolo identifikovaných 20 druhov cievnatých rastlín. Dominantnou životnou formou zostávali hemikryptofyty, hoci bol zaznamenaný aj výskyt typického hydrofytu *Potamogeton* cf. *trichoides* a viacerých rastlín, viažucich sa na zamokrené stanovišťa: *Juncus articulatus*, *J. compressus*, *J. effusus*, *Persicaria hydropiper*, *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia*. Zo západnej strany lemoval vodnú plochu hustý porast tvorený druhom *Phragmites australis*.

3. Ostrovčekovité porasty plochy odkaliska

Po celej ploche odkaliska sa roztrúsene nachádzali stromovo-kríkové porasty rôznej veľkosti, tvoriace syntaxonomicky nevyhranené fytocenózy. Tvorili tak plôšky porastov s prevládajúcim zastúpením makro- a nanofanerofytov s prevahou *Pinus sylvestris*, *Salix purpurea*, *Betula pendula* a *Hippophaë rhamnoides*. V rámci týchto spoločenstiev bolo identifikovaných len 15 druhov, napr. *Acer pseudoplatanus*, *Frangula alnus*, *Prunus padus*, *Populus alba*, čo predstavuje najnižšiu diverzitu spomedzi skúmaných plôch.

4. Lesostepná vápencová stráň

V severo-západnej časti odkaliska sme vyčlenili dve ekotónové plochy odkalisko x lesný porast, približne 30 m dovnútra lesného porastu. Cieľom bolo zistiť, ktoré druhy prechádzali na plochy odkaliska. Vápencové horninové podložie, juhovýchodná expozícia a sklon svahu 45 až 47° s nezapojeným lesným porastom vytvárali podmienky pre výskyt xerothermných druhov. Spomenúť možno *Asplenium ruta-muraria*, *Jovibarba globifera* subsp. *hirtifolia*, *Carduus collinus* (obr. 5 a, b), *Teucrium montanum*, *Potentilla incana*, *Euphorbia epithymoides*, *Silene otites*, *Melica ciliata*, *Asperula cynanchica*, *Coronilla coronata*, *Sedum album* a ďalšie. V súpise druhov z tejto plochy sme zaznamenali až 85 druhov. Prevládali hemikryptofyty, avšak v porovnaní s inými plochami tu bola zaznamenaná zvýšená prítomnosť chamaefytov. Zaznamenali sme druhy napr. *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana*, *Allium senescens*, *Anthericum ramosum*, *Carex montana*, *Cytisus hirsutus*, *Cirsium pannonicum*, *Euphorbia epithymoides*, *Festuca pallens*, *Leontodon incanus*, *Lonicera xylosteum*, *Potentilla incana*, *Teucrium montanum*.



Obr. 5. Na lesnej stráni sme zaznamenali sleziník rutovitý (*Asplenium ruta-muraria* – a), skalničník guľkovitý srstnatolistý (*Jovibarba globifera* subsp. *hirtifolia* – b), foto T. Jančárová, 2024

5. Ekotón odkalisko-les

Na juhovýchodnom okraji odkaliska bol výbežok, ktorý predstavoval postupný prechod odkaliska do príľahlého lesného porastu. Ekotónový priestor sa vyznačoval rozdielnym a veľmi pestrým druhovým zložením, identifikovaných bolo celkom 35 druhov, pričom najväčšiu časť tvorili opäť hemikryptofyty. Na tejto ploche bolo objavených viacero jedincov medzinárodne chráneného druhu črievičník papučkový (*Cypripedium calceolus*), obr. 6), ďalej tu rástli napr. *Hepatica nobilis*, *Lonicera xylosteum*, *Lilium martagon*.



Obř. 6. Chránený druh čřevíčník papučkový (*Cypripedium calceolus*) v ekotonovém pásnu odkaliska v jarnej fenofáze, foto S. David, 2024

6. Terasy prednej hrádze

Prednú časť odkaliska tvorí terasovitá hrádza, ktorá je vďaka hustému porastu pomerne zatienená. Celkový počet zaznamenaných druhov hrádze bol 76, porast tvorí napr. *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Sorbus aucuparia*, *Populus alba*, *Larix decidua*, *Eleagnus angustifolia*, *Berberis vulgaris*, *Melampyrum nemorosum*, *Picris hieracioides*. Z identifikovaných druhov patrili medzi najpočetnejšie hemikryptofyty a makrofanerofyty.

Ohrozené a chránené druhy

Na odkalisku Markušovce sme na všetkých študijných plochách zaznamenali 16 ohrozených druhov, z toho jeden kriticky ohrozený – CR (*Sorbus graeca*), jeden zraniteľný– VU (*Myricaria germanica*) a sedem druhov takmer ohrozených – NT (tab. 1). Na ploche odkaliska boli taktiež zaznamenané jedince rodu *Epipactis helleborine* agg. Presná identifikácia do druhu nebola možná, keďže jedince neboli pozorované počas obdobia kvitnutia. Spomedzi ohrozených druhov sú zákonom chránené 3 druhy: *Myricaria germanica* (5 jedincov), *Dactylorhiza majalis* (8 jedincov) a *Cypripedium calceolus* (15 kvitnúcich a 20 sterilných jedincov). Významný je objav druhu *Cypripedium calceolus*, ktorý je zaradený medzi druhy

európskeho významu. Najvyšší výskyt ohrozených taxónov bol na samotnej ploche odkaliska (!), lesostepnej vápencovej stráni a ekotóne odkalisko-les. Výskyt chránených druhov bol zistený jeden druh v ekotóne odkaliska a dva druhy priamo na ploche odkaliska.

Tabuľka 1: Ohrozené a chránené druhy zistené na odkalisku Markušovce

Taxón	Charakteristiky		Študijné plochy					
	ČZ	Ochrana	PO	LP	OPO	LVS	EO-L	T
<i>Myricaria germanica</i>	VU	§	+	-	-	-	-	-
<i>Dactylorhiza majalis</i>	NT	§	+	-	-	-	-	-
<i>Pilosella macrantha</i>	DD	-	+	-	-	+	-	-
<i>Potamogeton cf. trichoides</i>	NT	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pilosella cymosa</i>	DD	-	-	-	-	-	+	-
<i>Arenaria leptoclados</i>	NA	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cornus sanguinea</i> subsp. <i>australis</i>	NT	-	-	-	-	+	+	-
<i>Thesium ramosum</i>	DD	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sorbus graeca</i>	CR	-	+	-	-	+	-	-
<i>Knautia drymeia</i>	NT	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cypripedium calceolus</i>	NT	§	-	-	-	-	+	-
<i>Lilium martagon</i>	LC	-	-	-	-	-	+	-
<i>Carduus collinus</i>	NT	-	-	-	-	+	-	-
<i>Silene otites</i>	NT	-	-	-	-	+	-	-
<i>Centaureum erythraea</i>	LC	-	+	-	-	+	-	-
<i>Epipactis helleborine</i> agg.	LC	-	-	-	-	+	-	-

Vysvetlivky: ČZ- červený zoznam, CR- kriticky ohrozené, VU- zraniteľné, NT- takmer ohrozené, DD- nedostatok údajov, LC – menej dotknutý, druh aktuálne bez ohrozenia; § - druh je zákonom chránený; PO – Plocha odkaliska, LP- Litorálna plocha, OPO- Ostrovčekovitý porast plochy odkaliska, LVS- Lesostepná vápencová stráň, EO-L- Ekotón odkalisko-les, T- terasy.

Invázne druhy

Odkalisko Markušovce predstavuje lokalitu s výskytom viacerých nepôvodných (introdukovaných) rastlinných taxónov s inváznym šírením. Identifikovali sme celkovo 16 invázných druhov (tab. 2), pričom ich najväčšia koncentrácia bola zaznamenaná priamo na ploche odkaliska a terasách. Medzi nimi prevládali z hľadiska doby introdukcie neofyty nad archeofytmi. Výraznú dominanciu v rámci skúmanej oblasti vykazoval druh rakytník rešetliakovitý (*Hippophaë rhamnoides*),

ktorý sa hojne rozšíril naprieč celým územím odkaliska, vrátane jeho okrajových častí a dominantne ostrovčekovitých porastov plochy odkalísk (obr. 7). Zo všetkých zaznamenaných druhov invázne druhy na lokalite nepredstavujú výrazný podiel (6 % druhov), avšak na ploche odkaliska dosahujú vysokú početnosť.

Tabuľka 2. Invázne druhy zistené na odkalisku Markušovce

Taxón	Charakteristiky		Študijné plochy					
	Status inváznosti	Doba introdukcie	PO	LP	OPO	LVS	EO-L	T
<i>Cichorium intybus</i>	nat	arch	+	-	-	-	-	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	nat	arch	+	-	-	-	-	-
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	nat	neo	+	-	-	-	-	-
<i>Epilobium adenocaulon</i>	inv	neo	+	+	-	-	-	-
<i>Erigeron annuus</i>	inv	neo	+	-	-	+	-	+
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	cas	neo	-	-	+	-	-	+
<i>Melilotus albus</i>	nat	arch	+	-	-	-	-	-
<i>Oenothera biennis</i>	nat	neo	+	-	-	-	-	-
<i>Pinus nigra</i>	nat	neo	-	-	-	-	-	+
<i>Reseda lutea</i>	nat	arch	+	-	-	-	-	-
<i>Silene latifolia</i>	nat	arch	-	-	-	-	-	+
<i>Solidago canadensis</i>	inv	neo	+	-	-	-	-	+
<i>Solidago gigantea</i>	inv	neo	-	-	-	+	+	+
<i>Sonchus arvensis</i>	nat	arch	+	-	-	-	-	-
<i>Syringa vulgaris</i>	nat	neo	-	-	-	-	-	+
<i>Vicia angustifolia</i>	nat	arch	-	-	-	-	-	+

Vysvetlivky: inv- invázny, nat- naturalizovaný, cas- bežný; neo- neofyt, arch- archeofyt (Medvecká a kol., 2012); PO- Plocha odkaliska, LP- Litorálna plocha, OPO- Ostrovčekovitý porast plochy odkaliska, LVS- Lesostepná vápencová stráň, EO-L- Ekotón odkalisko-les, T- terasy.



Obr. 7. Rakytník rešetliakovitý (*Hippophaë rhamnoides*) na odkalisku Markušovce, foto S. David, 2024

Súhrnná floristicko-ekologická charakteristika odkaliska Markušovce

Výskumom bolo zaznamenaných celkovo 247 taxónov vyšších rastlín, ich zoznam, životné formy, ohrozenosť atď. sú v Prílohe 1 a 2 práce Jančárová (2025) (link: <https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=27E63CCD114FFEB6DED5B5F88AF5>). Z fotografickej dokumentácie bol dodatočne určený druh *Neottia nidus-avis* (hniezdovka hlistová), ktorá nebola zaradená do celkového vyhodnotenia. Z 247 jedincov sa 10 nepodarilo spoľahlivo určiť, a preto boli zaradené len na úrovni rodu: *Orchis* sp., *Glyceria* sp., *Polygonatum* sp., *Verbascum* sp., *Brassica* sp., *Alchemilla* sp., *Urtica* sp., *Ranunculus* sp., *Crataegus* agg., *Brachypodium* sp.. Analýza životných foriem preukázala výraznú prevahu hemikryptofytov, ktoré predstavovali 53 % identifikovaných taxónov. Rastliny determinované na ploche odkaliska väčšinou osídľovali depresie, alebo okraje stromovitých, krovinných porastov. Pozorovali sme, že sa vegetačné obdobie na ploche odkaliska začínalo približne o dva týždne skôr, ako tomu bolo v okolitej (lesnej) krajine. Na determinovaných rastlinách boli častokrát pozorované zjavné morfológické odlišnosti, ako zakrpatenosť, deformácia, poškodené listy a kvety s prípadnou stratou farby. Negatívnym vplyvom, ktorý bolo možné na viacerých častiach odkaliska sledovať boli nelegálne skládky. Identifikovali sme ich prevažne na okrajoch, avšak aj priamo na ploche odkaliska a taktiež na terasách hrádze (obr. 8).



Obr. 8. Skládka odpadov na juhovýchodnom okraji odkaliska,
foto T. Jančárová, 2023

Diskusia

Lokality úložísk, kam patria aj odkaliska, nezvyknú byť častým predmetom botanických výskumov, čo má viacero príčin. V priebehu deponovania materiálov nie sú vytvorené podmienky pre uchytenie rastlinných diaspór, alebo hodnoty obsahov minerálnych látok umožňujú existenciu botanicky druhovo chudobného porastu stres tolerantných taxónov. Napriek tomu vykonali Križáni a kol. (2007) komplexný botanický výskum odkalísk a hald vzniknutých ťažbou a spracovaním Au a Ag rúd v okolí Banskej Štiavnice od 14. storočia do 20. storočia. Na kontrolných plochách (haldy zo 14. až 18. storočia) bolo zistených 30 až 45 druhov cievnatých rastlín, dominantne boli zastúpené: *Geranium sanguineum* (xerothermný lemový druh), *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Briza media*, z drevín sa vyskytovali *Corylus avellana*, *Crataegus* sp., *Rosa canina* agg. Vysoká druhová rozmanitosť bola zistená na odkalisku Sedem žien, až 36 druhov, dominantné boli napr. *Phleum phleoides*, *Hypericum perforatum*, *Equisetum arvense*, *Trifolium sarosiense*, *Avenella flexuosa*, *Tussilago farfara*. Z drevín to boli druhy *Robinia pseudoacacia*, *Salix caprea*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* a *Populus tremula*. Križáni a kol. (2007) povrdili, že druhy *Acetosella vulgaris* a *Tussilago farfara* sú významne kontaminované ťažkými kovmi. Obidva druhy

možno preto označiť ako tolerantné voči ťažkým kovom. Počas nášho výskumu odkaliska Markušovce sme zistili identické druhy drevín: *Salix caprea*, *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Alnus incana*, *Salix alba*. V travinno-bylinnom poraste sme zistili shodné druhy *Hypericum perforatum*, *Poa pratensis*, *Daucus carota*, *Tussilago farfara*, *Deschampsia cespitosa*, *Dactylis glomerata*, *Tanacetum vulgare*, *Trifolium repens*, *Leontodon autumnalis*, *Achillea millefolium*, *Bellis perennis*, *Chamaenerion angustifolium*, ktoré mali dominantné zastúpenie ako na ploche Markušovce, tak aj v Banskej Štiavnici. Podobný výskum urobila Ferková (2016) na odkalisku pri Žiaru nad Hronom. Porovnaním našich výsledkov s výsledkami z odkaliska pri Žiari nad Hronom sme zistili taktiež identické druhy *Achillea millefolium*, *Bellis perennis*, *Betula pendula*, *Centaurea erythraea*, *Cornus sanguinea*, *Euphorbia cyparissias*, *Scorzonera autumnalis*, *Medicago lupulina*, *Pilosella officinarum*, *Plantago major*, *Polygala vulgaris*, *Prunus spinosa*, *Salix caprea*, *Stenactis annua*, *Tanacetum vulgare*. Prach a Pyšek (1999) zdôrazňujú výskyt 10 najúspešnejších druhov sukcesných plôch narušených rôznou činnosťou človeka, niektoré aj ťažobnou činnosťou. Autormi zistené „úspešné“ druhy *Calamagrostis epigejos*, *Artemisia vulgaris*, *Betula pendula*, *Cirsium arvense*, *Deschampsia flexuosa* (s veľkou početnosťou) sme zaznamenali aj na odkalisku v Markušovciach. Podobne na skládke priemyselného odpadu pri niklovej huti v Seredi (Michaeli a kol., 2012) ako dominantný druh zaznamenali *Calamagrostis epigejos* aj v litorálnom pásme pri vodných plôškach a *Populus canescens* výhradne na ploche depónie.

Z nášho výskumu a výsledkov iných autorov vyplýva, že určité druhy ako *Achillea millefolium*, *Artemisia vulgaris*, *Bellis perennis*, *Betula pendula*, *Calamagrostis epigejos*, *Cirsium arvense*, *Salix caprea*, *Tanacetum vulgare*, *Tussilago farfara* sú charakteristické pre terrestrické prostredie odkalísk. Prosperujú v podmienkach kontaminácie ťažkými kovmi, na suchom, osvetlenom substráte a môžu byť na lokalite ponechané pri spontánnej biologickej rekultivácii podobných stanovišť. Jednotlivé depónie sa líšia skupenstvom a chemických zložením uloženého materiálu, vekom, charakterom kontaktnej vegetácie, aj prevedení prípadnej rekultivácie. Sú to všetko faktory, ktoré ovplyvňujú druhové zloženie rastlínstva, prípadne vegetácie. Spoločne sa vyskytujúce druhy majú podobnú ruderalnú a stres znášajúcu životnú stratégiu, každá depónia je však individuálna.

Z 247 nami zistených taxónov na odkalisku pri Markušovciach je dominantná životná forma hemikryptofyty (53 %), s nižším zastúpením geofytov, hydrofytov, chamaefytov, rovnako ako konštatujú autori Marušková (2011) a Kovář (2003). Zastúpené boli svetlomilné a suchomilné druhy, s rastúcim počtom vlhkomilných druhov v blízkosti akumulovanej vody, čo uvádzajú aj Tropek a kol. (2015) a Marušková (2011). Rovnako ako uvádzajú Križáni a kol. (2007) a Marušková (2011), tak aj na odkalisku v Markušovciach určité druhy vytvárali plošne malé

porasty, celkovo bolo odkalisko bez ustálených (identifikovateľných) rastlinných spoločenstiev. Tropek a kol. (2015) predstavujú koncept, podľa ktorého lokality odkalísk môžu pre určité druhy predstavovať útočiská a pre iné sú naopak neobývatel'né. Aj výskum odkaliska Markušovce dokázal, že chemicky a štruktúrou extrémny substrát odkaliská kolonizujú xerothermné, mokradové druhy cievnatých rastlín a dokonca aj orchidey. Práve pre výskyt vzácnych a chránených druhov môže byť kritický dlhodobý vplyv ťažkých kovov, šírenie invázných druhov či rekultivácia.

Záver

Výsledky floristického výskumu na lokalite odkaliska Markušovce preukázali prekvapivo pestrú diverzitu rastlinných druhov, napriek antropogénne ovplyvnenému a ekologicky stresujúcemu prostrediu, môžu predstavovať zaujímavé mikrohabitaty. V rámci šiestich študijných plôch bolo identifikovaných celkovo 247 taxónov vyšších rastlín, pričom najväčšie zastúpenie mali hemikryptofyty (53 %), čo poukazuje na adaptabilitu tejto životnej formy na stresujúce podmienky. Najvyššia druhová diverzita bola na ploche odkaliska (117 druhov), ktoré má najväčšiu rozlohou, nasledovali lesostepná vápencová ekotónová stráň (85 druhov) a terasy čelnej hrádze (76 druhov). Na týchto plochách (dominantne na lesostepnej vápencovej stráni) boli identifikované xerothermné, respektíve kalcifilné druhy, čo poukazuje na vplyv vápencového podložia a slnečnej expozície na okrajoch odkaliska. Naproti tomu, najnižšiu druhovú diverzitu majú ostrovčekovité porasty kríkov a stromov na vlastnej ploche odkaliska (15 druhov) a litorálne pásmo rozlohou premenlivej vodnej plochy (20 druhov).

Z chránených a ohrozených taxónov bolo identifikovaných 16 druhov, pričom medzi najvýznamnejšie patrí *Sorbus graeca*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza majalis* a *Myricaria germanica*. Druh *Cypripedium calceolus* identifikovaný v ekotóne medzi odkaliskom a lesom, patrí medzi druhy európskeho významu. Ich výskyt na jednotlivých plochách poukazuje na ekologickú hodnotu okrajových (ekotonových) častí odkaliska, ale aj litorálneho pásma a samotnej plochy odkaliska.

Chemizmus substrátu, jeho štruktúra a krátky čas po ukončení prevádzky, neumožňuje vývoj druhovo identifikovateľných rastlinných spoločenstiev. Pozorovali sme zakrpatenosť, deformácie morfológických znakov a predčasný začiatok vegetačného obdobia, ktoré naznačujú vplyv environmentálneho stresu, pravdepodobne spôsobeného kontamináciou substrátu a extrémnymi teplotnými pomermi. Odkalisko a opustené objekty areálu predstavujú refúgium invázných druhov, boli zastúpené 16 taxónmi. Plošne dominoval výskyt rakytníka *Hippophaë rhamnoides*, okrasný krík pôvodom zo Stredomoria a Ázie, zavlečený na lokalitu asi vtákmi. Je žiadúce druh na lokalite monitorovať a sledovať jeho šírenie.

Odkalisko Markušovce je špecifický biotop, predstavuje environmentálnu záťaž pre územie a predstavuje riziko pre životné prostredie aj človeka.

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou grantovej agentúry VEGA, projekt 2/0107/25 Rozvoj a posilnenie dlhodobého ekologického výskumu vybraných typov ekosystémov.

Literatúra

DOSTÁL, J., ČERVENKA, M. 1991. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín. [Zv.] 1., Bratislava: SPN, 1991

DOSTÁL, J., ČERVENKA, M. 1992. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín. [Zv.] 2., Bratislava: SPN, 1992

ELIÁŠ P. jun., DÍTĚ D., KLIMENT J., HRIVNÁK R., FERÁKOVÁ V. 2015. Red list of ferns and flowering plants of Slovakia, 5th edition (October 2014). *Biologia*, 2015, roč. 70, č. 2, s. 218-228. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/biolog-2015-0018>

FAŠKO, P., ŠŤASTNÝ, P. 2002. Priemerné ročné úhrny zrážok. In: MIKLÓS, L. a kol. (eds.) 2002. *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2002, 344 s.

FERKOVÁ, A. 2016. Rastlinstvo emisne zaťaženej oblasti v okolí odkaliska hnedých a červených kalov pri Žiari nad Hronom. Depon.: SPU v Nitre, FZKI, 2016, 63 s. [citované 2025-03-20] Dostupné z: <https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=DFA67B8070F30CA1E09ACB00DAEA>

FINSTAT, 2025. [citované 2025-03-25] Dostupné z: <https://finstat.sk/31266061>

FRANKS, D.M., STRINGER, M., TORRES-CRUZ, L. A., BAKER, E., VALENTA, R., THYGESSEN, K., MATTHEWS, A., HOWCHIN, J., BARRIE, S. 2021. Tailings facility disclosures reveal stability risks. *Scientific Reports*, 2021, roč. 11, č. 5353, s. 1-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84897-0>

FUTÁK J. 1984. Fytogeografické členenie Slovenska. In: BERTOVIČ L. (ed.), *Flóra Slovenska IV/1*, mapa (príloha), Bratislava: Veda, s. 418 – 419, ISBN 71-039-84

HUDSON-EDWARDS, K. 2016. Tackling Mine Wastes. *Environment*, 2016, roč. 352, č. 6283, s. 288-290. Dostupné z: [10.1126/science.aaf3354](https://doi.org/10.1126/science.aaf3354)

JAKABSKÝ, Š., KAROLI, A., HREDZÁK, S., LOVÁS, M., ZNAMENÁČKOVÁ, I. 2010. Possibilities of processing and utilization of tailings from the settling pit nearby the Rudňany village (Eastern Slovakia). *Mineralia Slovaca*, 2010, roč. 42,

č. 3, s. 305-308. [citované 2025-03-05] Dostupné z: https://www.geology.sk/wp-content/uploads/2019/10/MS_3_10_06_Jakabsky_et_al.pdf

JANČÁROVÁ, T., 2025. Floristická charakteristika odkaliska mednato-železitých rúd pri obci Markušovce. [Bakalárska práca]. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Fakulta prírodných vied a informatiky. Katedra ekológie a environmentalistiky. Nitra, FPVal, 63 s.

JANČURA, M. 2014. Plán nakladania s ťažobným odpadom zmena č. 1. Košice: Obvodný banský úrad v Košiciach, 2014, 37 s. [citované 2025-03-11]

JURKOVIČ, Ľ., VOZÁR, J., LALINSKÁ, B., ŠOTTNÍK, P. 2006. Komplexný audit odkalísk obsahujúcich odpad po ťažbe nerastných surovín podľa Smernice Európskeho parlamentu a rady 2006/21/ES. Bratislava: Prírodovedecká fakulta, UK, Spišská Nová Ves: EL spol. s r. o., [citované 2025-03-05] Dostupné z: http://eshop.ekomonitor.cz/sites/default/files/file/seminare/2010-05-25/prezentace/29_Jurkovic.pdf

KOVÁŘ, P. 2003. Transplantovaná synantropizace: rostliny a nová stanoviště vložená do krajiny. In: Zprávy České Botanické Společnosti. Praha: Česká botanická společnost, 2003, 19. s. 17-19.

KRIŽÁNI, I., ANDRÁŠ, P., DANÁKOVÁ, A. 2007. Ťažké kovy z depónií odpadu po ťažbe a úprave polymetalických rúd v prostredí neovulkanitov Štiavnických vrchov: vplyv na rastliny a drobné cicavce. Mineralia Slovaca, 2007, roč. 39, č. 1, s. 61-74. ISSN 0369-2086 [citované 2024-12-10] Dostupné z: <https://www.geology.sk/mineralia-slovaca-1-2007/>

LAPIN, M., FAŠKO, P., MELO, M., ŠŤASTNÝ, P., TOMLAIN, J. 2002. Klimatické oblasti. In: MIKLÓS, L. a kol. (eds.) 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2002, 344 s.

LAUBERTOVIÁ, M., TRPČEVSKÁ, J., MALINDŽÁKOVÁ, M. 2021. Environmentálne aspekty a vplyvy výroby kovov. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2021, 111 s.

MARUŠKOVÁ, A. 2011. Flóra a vegetácia na pôdach starých environmentálnych záťaží v regióne Banská Štiavnica. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2011, 123 s.

MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Časť Slovensko. In: MIKLÓS, L. a kol. (eds.) 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2002, 344 s.

MEDVECKÁ, J., KLIMENT, J., MÁJEKOVÁ, J., HALADA, L., ZALIBEROVÁ, M., GOJDIČOVÁ, E., FERA KOVA, V., JAROLÍMEK, I. 2012. Inventory of the alien flora

of Slovakia. Preslia, 2012, roč. 84., č. 2, s. 257-309 [citované 2025-03-12]
Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/256106926_Inventory_of_the_alien_flora_of_Slovakia

MELLO, J. (ed.), FILO, I., HAVRILA, M., IVANIČKA, J., MADARÁS, J., NÉMETH, Z., POLÁK, M., PRISTAŠ, J., VOZÁR, J., KOŠA, E., JACKO, S. jun. 2000. *Geologická mapa Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny. M 1:50 000*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. [citované 2025-03-05] Dostupné z: https://www.geology.sk/wp-content/uploads/documents/foto/geol_mapy_50k/40a_Slovensky%20raj,%20Galmus%20a%20Hornadska%20kotlinina%201.jpg

MICHAELI, E., BOLTÍŽIAR, M., SOLÁR, V., IVANOVÁ, M. 2012. Skládka priemyselného odpadu lúženca ako príklad environmentálnej záťaže pri bývalej Niklovej hute v Seredi. *Životné prostredie*, 2012, roč. 46, č. 2, s. 63–68. [citované 2025-03-23]. Dostupné z: https://publikacie.uke.sav.sk/sites/default/files/2012_2_063_068_michaeli.pdf

MICHALKO, J., BERTA, J., MAGLOCKÝ, Š., ŠPÁNIKOVÁ, A. (1984). Geobotanická mapa ČSSR, Slovenská socialistická republika, Prešov (príloha) (1:200 000), In: *Vegetácia ČSSR, rad B, zväzok 6*, Bratislava: Veda, MS SR, 2025. [citované 2025-03-25] Dostupné z: <https://www.orsr.sk/vypis.asp?ID=2703&SID=4&P=1>

MS SR, 2025. Výpis z Obchodného registra Mestského súdu Košice. [citované 2025-03-25] Dostupné z: <https://www.orsr.sk/vypis.asp?ID=2703&SID=4&P=1>

PETER, P., CARAS, M., HANDZA, Š., NOVÁK, I. 1983. *Navrhovanie a výstavba odkalísk*. Bratislava: Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1983, n. p., 320 s. Evidenčné číslo: 63 – 111 – 83

PETRÁK, M., KUČEROVÁ, G., TÓTH, R., LALINSKÁ-VOLEKOVÁ, B., ŠOTTNÍK, P., JURKOVIČ, L., HILLER, E., VOZÁR, J. 2011. Mineralogické a geochemické hodnotenie materiálu odkaliska Markušovce. *Mineralia Slovaca*, 2011, roč. 43, č. 4, s. 395-408. [citované 2025-03-11]. ISSN 1338-3523

PIRŠELOVÁ, B., MÉSZÁROS, P. 2019. *Biológia stresu rastlín*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2019, 135 s. ISBN 978-80-558-1376-9

PRACH, K., PYŠEK, P. 1999. How do species dominating in succession differ from others? *Journal of Vegetation Science*, 1999, roč. 10, č. 3, s. 383-392. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3237067>

QGIS Desktop 3.26.3 -Buenos Aires. [citované 2025-03-25] Dostupné z: <https://qgis.org/>

ŠKANTÁROVÁ, K. 2024. Racionálne využívanie horninového prostredia. In: LIESKOVSKÁ, Z., ANDRÁŠOVÁ, K. (eds.) 2024. Správa o stave životného prostredia SR v roku 2023. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2024, s. 94-107, ISBN 978-80-8213-185-0

ŠŤASTNÝ, P., NIEPLOVÁ, E., MELO, M. 2002. *Priemerná ročná teplota vzduchu*. In: MIKLÓS, L. a kol. (eds.) 2002. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2002, 344 s. ISBN 80-88833-27-2

TAMÁS, J., KOVÁCS, E. 2005. Vegetation Pattern and Heavy Metal Accumulation at a Mine Tailing at Gyöngyösoroszi, Hungary. Zeitschrift für Naturforschung C, 2005, roč. 60, č. 3-4, s. 362-368. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/znc-2005-3-421>

TANG, L., WERNER, T.T. 2023. Global mining footprint mapped from high-resolution satellite imagery. Communications Earth & Environment, 2024, roč. 4, č. 134. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00805-6>

TÓTH, R., HILLER, E., PETRÁK, M., JURKOVIČ, Ľ., ŠOTTNÍK, P., VOZÁR, J., PETKOVÁ, K. 2013. Odkaliská Markušovce a Slovinky – aplikácia *metodického* postupu na hodnotenie odkaliskových sedimentov pochádzajúcich z úpravy rúd na modelových odkaliskách. Mineralia Slovaca, 2013, roč. 45, č. 1-2, s. 125-130 [citované 2024-12-10] Dostupné z: https://www.geology.sk/wp-content/uploads/2019/10/MS_3_2013_05_Toht-et-al_NA-WEB.pdf

TROPEK, R., RAUCH, O., KOVÁŘ, P., ŘEHOUNEK, J. (eds.), KUBELKA, V., LEPŠOVÁ, A., ŘEHOUNKOVÁ, K., VOLF, O., ZAVADIL, V. 2015. Odkalište. In: ŘEHOUNEK, J., ŘEHOUNKOVÁ, P., TROPEK, R., PRACH, K. (eds.) 2015. Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. České Budějovice: Calla, 2015, s. 159-191, ISBN 978-80-87267-13-4

Vyhláška MŽP SR č. 170/2021 Z.z. z 19. apríla 2021, ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov [citované 2025-03-12] Dostupné z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2021-170>

WHITE, R. L., NAIRN, R. W. 2007. Constraints on natural *revegetation* of hard rock milling tailings impoundments. America Society of Mining and Reclamation, 2007, 24th Annual National Conference, s. 925-940. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.21000/JASMR07010925>

Zákon NR SR č. 514/2008 Z. z. zo dňa 4. novembra 2008 o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov [citované 2025-01-19] Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/ezbierky/pravne-predpisy/SK/ZZ/2008/514/>

Zákon NR SR č. 79/2015 Z. z. zo dňa 17. marca 2015 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov [citované 2025-02-18] Dostupné z: <https://www.slovlex.sk/ezbierky/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/79/>

ZHANG, H., ZHAO, Y., ZHU, J. 2020. Thriving under Stress: How Plants Balance Growth and the Stress Response. *Developmental cell*, 2020, roč. 55, č. 5, s. 529–543, Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2020.10.012>

Internetové zdroje:

1. <https://botany.cz/>
2. WMS, zbgis: https://www.gku.sk/files/gku/produkty-sluzby/na-stiahnutie/wms-nahlady/wms_orto_nahlad.html
3. <https://pladias.cz/>
4. <https://www.skgeodesy.sk/sk/>
5. <https://www.slovplantlist.sav.sk/names/scientific>