

# Skládka priemyselného odpadu lúženca ako príklad environmentálnej záťaže pri bývalej Niklovej hute v Seredi

*Michaeli, E., Boltžiar, M., Solár, V., Ivanová, M.: The Landfill of Industrial Waste – lúženec near the former Nickel Smelter at Sered' Town as an Example of Environmental Load. Životné prostredie, 2012, 46, 2, p. 63 –68.*

The complex of the former Nickel Smelter in Sered' Town was located of the Podunajská rovina Plain on the border of two cadastral territories of the Sered' and Dolná Streda. From the aspect of life quality and protection of the environment is it a very degraded landscape area. The production in Nickel Smelter (1963 – 1993) was after 30 years for economic and ecological reasons stopped. The environmental loads have remained and degrade the environment also today. Area of the landfill lúženec has 35 ha and together with the area former Nickel Smelter belonging to the hazardous territories. Their recultivation of has not been performed. The landfill of lúženec is the private property.

**Key words:** environmental loads, monitoring, recultivation, lúženec – industrial waste, Sered' Town in Slovakia

Environmentálne záťaže v Slovenskej republike predstavujú vysoko negatívne, bariérne, rizikové prvky, ktoré vo veľkej miere ovplyvňujú funkčno-priestorovú štruktúru krajiny. Ich zakomponovanie do súčasnej krajiny nie je možné bez predchádzajúcej pasportizácie a nasledujúcej eliminácie vplyvu rizikových látok na životné prostredie (Bohuš, Klinda, 2010; Klinda, Lieskovská a kol., 2008).

Výsledkom projektu *Systematickej inventarizácie environmentálnych záťaží v Slovenskej republike* (Paluchová a kol., 2008) bolo vytvorenie registra vyskytujúcich sa záťaží s cieľom ich klasifikovať. Register environmentálnych záťaží (REZ) sa delí do troch kategórií:

1. REZ, časť A – pravdepodobné environmentálne záťaže s počtom 878, z ktorých 125 lokalít je vysoko rizikových;
2. REZ, časť B – environmentálne záťaže s počtom 257, z ktorých 95 lokalít je vysoko rizikových;
3. REZ, časť C – rekultivované a sanované lokality (pod sanáciou sa podľa registra chápe odstránenie

zdroja kontaminácie, vyťaženie zemín, biostabilizácia, vymývanie pôdy, sanačné čerpanie a čistenie podzemných vôd, situovanie drenážnej steny, hydraulické clony a pod.).

Celkovo sanovaných lokalít je 366, rekultivovaných 318, z nich 85 bolo rekultivovaných neadekvátne (iba zahrnutie inertným materiálom). V Slovenskej republike je podľa registra 1 819 environmentálnych záťaží, na 27 km<sup>2</sup> plochy štátu pripadá 1 záťaž (podľa odhadu je ich 30 000, čiže 1,6 záťaže na km<sup>2</sup>).

Cieľom príspevku je poukázať na súčasný stav environmentálnej záťaže skládky lúženca pri Niklovej hute v Seredi. Terénny výskum sme vykonali v rokoch 2008 – 2010. Pre identifikáciu lokality sme využili dostupné pramene v domácej i zahraničnej literatúre a pri terénnom výskume topografické mapy a farebné satelitné ortofotosnímky (obr. I – str. 3 obálky). Práca v teréne spočívala v mapovaní druhotnej krajinskej štruktúry a odbere vzoriek z kopaných sond na rozbor.

Tab. 1. Charakteristika výroby niklu a kobaltu v Seredi (1963 – 1993)

Ročná výroba kovu, podiel z odpadu	Ročná produkcia odpadu za 30 rokov	Chemické zloženie lúženca	Ročná spotreba chemikálií
3 000 t Ni 60 t Co 1,02 % z odpadu	300 000 t lúženca cca 9 000 000 t lúženca	50 – 80 % Fe 2,5 – 3,5 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6 – 8 % SiO <sub>2</sub> 6 – 8 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,5 – 3,5 % CaO 0,17 % Ni 0,6 – 0,18 % P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 800 t NH <sub>4</sub> OH 1 200 t Na <sub>2</sub> S 611 t HCl 1 013 t H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Zdroj: Kalebáč a kol. (1987)

### Možnosti využitia lúženca

Teleso skládky lúženca sa sformovalo za 30 rokov zlúčením viacerých niekoľkoúrovňových a vedľa seba postupne rastúcich odkalísk. Lúženec predstavuje odpad z procesu výroby niklu a kobaltu na báze dovážanej albánskej železóniklovej lateritickej rudy s obsahom 1 % niklu v tone (tab. 1). Lúženec predstavuje stredne bohatý koncentrát železa, ktorý sa obsahom blíži k železorzudnej vsádzke do vysokých pecí (Kalebáč a kol., 1987). Vysoký obsah chrómu a textúra lúženca obmedzujú jeho využitie v hutníctve. Na jednu tavbu je možné použiť iba 50 kg lúženca (Koudelka a kol., 1985). Využitie lúženca na výrobu ferochrómu je nereálne pre nízky obsah chrómu (Kalebáč a kol., 1987). Odber lúženca priemyslom stavebných hmôt, ako prísady do cementu, bol zastavený z aspektu výskytu chrómu, ktorý je podľa európskej legislatívy neprípustný ako prísada v stavebných materiáloch. Malé množstvo sa využíva pri prepieraní hnedého uhlia (nie je vhodný pre všetky typy uhlia).

### Štruktúra skládky lúženca

Skládka lúženca leží vo výške 125 m n. m. na južnom okraji Dolnovážskej nivy na rozhraní katastrálnych území Serede a Dolnej Stredy. Podľa environmentálnej regionalizácie Slovenskej republiky (Bohuš, Klinda, 2010) skúmané územie patrí k silne narušenému prostrediu. Problematika je o to závažnejšia, že tu došlo k nevhodnej fúzii potenciálu krajiny pre poľnohospodársku výrobu (vysokoprodukčné pôdy) s farebnou metalurgiou.

Niva Váhu v podloží skládky lúženca je budovaná kvartérnymi fluvialnymi sedimentmi s mocnosťou 10 – 12 m. Samotnú skládku tvorí antropogénny sediment – lúženec, ktorý je petrograficky homogénny. Ide o jemný materiál s prevahou frakcie pod 0,01 mm (jemný a stredný prach s podielom 97%)

čiernej farby. Vznikol mletím a prepieraním albánskej železóniklovej lateritickej rudy. Má vysokú penetranciu. Zrážky dobre prenikajú skládkou a časť sa rýchlo odparí, lebo lúženec intenzívne absorbuje slnečné žiarenie a prehrieva sa. Skládka predstavuje nápadnú formu reliéfu, ktorá ostro kontrastuje s okolitým rovinným reliéfom nivy Váhu. Priemerná relatívna výška skládky je 18 m, najväčšia je v južnej a západnej časti okolo 35 – 40 m (rozloha skládky je 30 ha, z toho 3,8 ha je rekultivovaných; súčasný objem predstavuje 6,5 mil. t). Skládka je industriálna, nehorľavá, povrchová, konvexná, akumulčná antropogénna forma reliéfu. Má tvar terasovanej tabule so širším, mierne denivelizovaným povrchom a strmé, až 45° uklonené svahy (antropogénna stolová hora). Z geomorfologických procesov pôsobia na skládke najmä stružková erózia, oplachovanie svahov, zliezanie materiálu, deflácia a antropogénne procesy, ktoré urýchľujú všetky predchádzajúce (obr. 1). Oplachovanie svahov a plošiny skládky sa deje dažďovou vodou, vodou z roztopeného snehu a kropiacou vodou. Na mierne uklonenom povrchu skládky prevažuje zliezanie, smerom po svahoch vzrastá intenzita oplachovania. Koncentrácia vody do stružiek orientovaných v smere najväčšieho sklonu svahov a plošiny vytvára na lúženci početné plytšie i hlbšie jarky a ryhy (hlbka 20 – 50, príp. až 70 cm). Antropogénnymi procesmi (ťažbou), vznikla na skládke sieť nespvených komunikácií.

Lokalita patrí do teplej klimatickej oblasti (Lapin a kol., 2002) do okrsku T1 – teplý a veľmi suchý. Zima je tu mierna s priemernou teplotou vzduchu v januári –3 °C, priemerná ročná teplota dosahuje 9,5 °C, priemerná júlová 19 °C. Je to územie s deficitom zrážok 100 až 150 mm ročne. Počet letných dní v roku je viac ako 60. Územie sa vyznačuje vysokým počtom hodín slnečného svitu (2 000 ročne). Prevládajúcim veterným prúdením je JV a SZ vietor (51 %). Kolektory podzemných vôd sa nachádzajú v hĺbke 2 – 3,5 m pod povrchom



Obr. 1. Vodná erózia na skládke lúženca pri Seredi (2010). Foto: Martin Boltžiar

nivy. Vznikajú infiltráciou z vôd Váhu a priesakom zrážok. Pôdnu pokrývku na skládke tvoria technozeme, resp. antropozemné depóniové (Urbi-Anthropogenic Regosols) na substrátoch technogénneho pôvodu (Šály a kol., 2000). Skládka má špecifickú vegetáciu, ktorú z aspektu hemeróbie zaraďujeme do klasifikačného stupňa metahemeróbnej vegetácie s minimálnymi biogénnymi procesmi (Jurko, 1990) na plochách toxického priemyselného odpadu. Za ostatných približne 25 – 30 rokov sa na skládke sformovala špecifická krajinná štruktúra (obr. II – str. 3 obálky).

Analýzu krajinej štruktúry skládky sme vykonali s cieľom poznať predmetný priestor, ktorý má značný vplyv na kvalitu života v regióne. V skúmanom území sme identifikovali takmer 200 krajinných prvkov, ktoré sme účelovo zaradili do 6 skupín:

- porasty s prevahou topoľa sivého (*Populus canescens*), podrast tvorí smlz kroviskový (*Calamagrostis epigejos*);

- porasty s prevahou smlza kroviskového (*Calamagrostis epigejos*);
- porasty s prevahou paliny pravej (*Artemisia absinthium*);
- porasty s prevahou trste obyčajnej (*Phragmites communis*);
- ostatné bylinno-trávne porasty;
- bez porastu – odkrytý materiál lúženca.

#### Vplyv skládky na životné prostredie

Likvidáciou Niklovej huty v roku 1993 zanikol síce hlavný zdroj kontaminácie, ale znečistenie pretrváva. Štát sa zbavil zodpovednosti predajom skládky. V roku 1994 sa stala súkromným majetkom. V súčasnosti predstavuje skládka akési antropogénne, ale neefektívne ložisko koncentráta železa. Terajší majiteľ skládky (už štvrtý od roku 1994) je paradoxne kvalifikovaný ako malý znečisťovateľ a kompenzácia 670 € mestu Sereď je irelevantná. Ťaží ročne približne





**Obr. 2.** Ťažba lúženca pri Seredi (2010). Foto: Eva Michaeli

50 000 t lúženca, čo znamená, že skládka môže byť zlikvidovaná ťažbou približne za 130 rokov, ale iba vtedy, ak sú údaje o ročnej ťažbe reálne (údaje nie sú k dispozícii). Likvidácia ťažbou je pomalá s rizikom znečisťovania ovzdušia polymetalickým toxickým prachom (obr. 2).

Na skládke sa ani po desaťročiach nedokázala rozšíriť vegetácia spontánnou sukcesiou tak, aby zamedzila šíreniu toxického prachu. Tento fakt predstavuje aj v súčasnosti vážny problém kvality života v regióne. Pri suchom počasí a silnom nárazovom vetre je skládka výrazným emitantom prašnosti, ktorej vplyv sa prejavuje nielen v Seredi a v Dolnej Stredě, ale aj v širšom okolí (prachová stopa lúženca pri sile vetra 5 – 6 Beaufortovej stupnice, čo je 30 – 50 km.h<sup>-1</sup>, dosahuje dĺžku 50 km). Konečným dôsledkom je resedimentácia polymetalického prachu na pôdnej pokrývke, vodných plochách, vegetácii a v intravilánoch sídel (táto situácia trvá takmer 40 rokov,

monitorovacia stanica ovzdušia sa v tomto priestore nenachádza).

Kontamináciu vôd podmienilo vypúšťanie technologických odpadových vôd až do ukončenia prevádzky v roku 1993, bez akéhokoľvek čistenia, na skládky lúženca (ktorých je v predmetnom priestore viac) a do inundačného územia Váhu i priamo do Váhu. Došlo k znečisteniu podložných hornín, podzemných vôd a pôd. Znečistenie toku sa prejavilo aj v kvalite podzemných vôd, ktoré majú zvýšený obsah ťažkých kovov, síranov, amónnych iónov, dusičnanov, dusitanov, chloridov a síranov (Klaučo a kol., 1998). V okolí skládky lúženca boli až v roku 1994 vybudované vrty pre prieskum kvality podzemných vôd (po 30 rokoch prevádzky Niklovej huty v Seredi; dovtedy im nikto nevenoval pozornosť). Analýzy preukázali ich extrémne znečistenie. V profile Váhu pri Seredi je podľa dlhodobých pozorovaní štátnej pozorovacej siete kvalita vôd podľa všetkých

ukazovateľov klasifikovaná ako voda znečistená, až veľmi silne znečistená. V 1994 na návrh likvidátora vypracovala Služba pre ochranu a kvalitu vôd, s. r. o., Bratislava expertíznu štúdiu na posúdenie kvality a prognózy podzemných vôd v širšom okolí skládky, ako aj ideový návrh ochrany územia s návrhom 50-ročného monitoringu vôd (Klaučo, 1994). V štúdiu sa konštatuje, že pokles znečistenia v oblasti zdroja nastal v súvislosti s odstavením prevádzky závodu, ale prúdením podzemných vôd došlo k odtrhnutiu „znečisteného vodného mraku“ od zdrojovej oblasti a k jeho postupu smerom na JV, Z a JZ do vzdialenosti viac ako 1 000 m, až do inundačného územia potoka Derna. Obsah ťažkých kovov v zeminách niekoľkonásobne presahuje intervenčné kritériá pre znečistenie pôdy a horninového prostredia (Klinda, Lieskovská a kol., 2008): Ni – 11 261 mg.kg<sup>-1</sup> (IT je 500 mg.kg<sup>-1</sup>), Co – 1 212 mg.kg<sup>-1</sup> (IT je 450 mg.kg<sup>-1</sup>), Cr – 21 130 mg.kg<sup>-1</sup> (IT je 1000 mg.kg<sup>-1</sup>). Obsah kontaminantov zistený v podzemnej vode (Klinda, Lieskovská a kol., 2008): Ni – 33 370 µg.l<sup>-1</sup> (IT je 200 µg.l<sup>-1</sup>), Co – 532 µg.l<sup>-1</sup> (IT je 200 µg.l<sup>-1</sup>), NH<sub>4</sub> – 42 490 µg.l<sup>-1</sup> (IT je 2 400 µg.l<sup>-1</sup>), EOCI – 170 µg.l<sup>-1</sup> (IT je 70 µg.l<sup>-1</sup>). V závere expertíznej štúdie autori konštatujú, že je nereálne budovať okolo skládky lúženca tesniacu podzemnú stenu, resp. hydraulickú clonu, bolo by to neúčinné a príliš nákladné, aj vzhľadom na dlhodobý rozptyl kontaminantov do širokého okolia od zdroja znečistenia. Vybudovanie melioračných stavieb, ktoré by zabránili prieniku kontaminovaných vôd smerom od Sereďe na Dolnú Stredú, Váhovce, Gáň, Galantu a Veľkú Maču, je podľa štúdie irelevantné pre nepatrný sklon územia, agradačný val Váhu, záber pôdy, vysoké investičné a prevádzkové náklady (Klaučo, 1994). Z navrhnutého riešenia vyplýva, že znečistenie podzemných a povrchových vôd bolo ponechané na jeho prirodzenú elimináciu disperznými a difúznymi procesmi. Územie síce nepatrí k vodohospodársky chráneným a nie sú tu aktívne kolektory podzemných vôd vhodné na zásobovanie obyvateľstva, ale to neznamená, že môžeme vodou plyvať a ignorovať jej znečisťovanie. Kvalita podzemných vôd v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch na Dolnovážskej nive južne od Piešťan až po trojuholník medzi Sereďou, Dolnou Stredou, Galantou a Šaľou nevyhovuje požiadavkám nariadenia vlády SR č. 496/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. Vo vode sú prekročené limitné koncentrácie Fe, Mn, SO<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> a pesticídov. Najbližšie k skládke lúženca je sonda č. 215 Slovenského hydrometeorologického ústavu v Dolnej Strede, ale tu sa kvalita podzemnej vody nesleduje, len kvantita. V sonde č. 022 190 Šoporňa – Štrkovec sa kvalita

podzemnej vody sleduje iba od roku 2007 (SHMÚ, mapa 6 Kvalita podzemných vôd v kvartérnych útvaroch na Slovensku). Lokalita je vo východnej časti Dolnovážskej nivy a pre tieto účely nevyhovuje.

Podľa zistení Štátneho zdravotného ústavu v Galante je obsah rizikových prvkov v pôdach v oblasti Sereďe síce pod najvyššou prípustnou koncentráciou, ale napr. obsah niklu je 7 – 8 násobne vyšší, ako je jeho fónová hodnota, napr. v okolí Trenčína. Odhaduje sa, že výmera poľnohospodárskej pôdy, ktorá je postihnutá imisným vplyvom škodlivín, predstavuje v predmetnej oblasti plochu okolo 1 500 ha. Na tomto stave sa významne podieľa aj deflácia lúženca zo skládky.

### **Sanácia environmentálnej záťaže**

Likvidácia a sanácia skládky lúženca pri Sereďi a eliminácia jej vplyvu na životné prostredie sa uberali niekoľkými smermi, ale doposiaľ ani jeden z nich, okrem čiastočnej rekultivácie skládky, nebol úspešný:

1. ťažba lúženca ako materiálu pre výrobu nízko-  
legovaných ocelí a ferozliatin – experimentálny  
hutnícky výskum vyhodnotil túto formu ako ne-  
vhodnú;
2. využitie lúženca v cementárňach – zakázané legis-  
latívou EÚ kvôli obsahu chrómu;
3. využitie lúženca pri prepieraní hnedého uhlia  
– v malom množstve sa používa aj dnes;
4. rekultivácia skládky ozelenením (pri hľadaní  
možností rekultivácie haldy bol zrealizovaný ex-  
perimentálny výskum na zistenie schopnosti rastu  
vybraných rastlinných druhov na tomto toxickom  
odpade) – sanácia ozelenením je možná, ale iba  
s 10 % prímiesou cukrovárskych kalov do lúženca,  
ktoré zlepšia jeho vlastnosti (Banášová, Hajdúk,  
1984) bola vykonaná na 3,8 ha skládky (dnes je to  
8 ha, prostredníctvom sukcesie);
5. zavlažovanie skládky – neúčinné, vybudovanie  
zelenej sanačnej zóny v jej okolí nebolo realizo-  
vané;
6. eliminácia znečistenia podzemných vôd vybu-  
dovaním hydraulickej clony a melioračných kanálov  
– neuskutočnila sa a plánovaný 50-ročný moni-  
toring podzemných vôd neprebíha. Negatívny vplyv  
skládky na životné prostredie pretrváva doposiaľ,  
predovšetkým preto, že v roku 1994 sa skládka stala  
súkromným majetkom.

Sanáciu environmentálnych záťaží upravuje v súčasnosti zákon č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ktorý vstúpil do platnosti 1. januára 2012. Zákon rieši identifikáciu environmentálnych záťaží, pôvodcu a povinnú osobu a vymedzuje jej povinnosti v súvislosti s ich odstránením ako aj financovanie predmetnej činnosti. Najdôležitejšou časťou zákona je konanie o určení povinnej osoby (podľa § 5), ktoré by mal, v tomto prípade, iniciovať Krajský úrad životného prostredia v Trnave.

\* \* \*

Z výsledkov výskumu vyplýva, že prebiehajúca ťažba lúženca environmentálny problém skládky a regiónu nerieši a je jediným procesom, ktorý majiteľ, či majitelia skládky z podmienok stanovených OÚ ŽP plnili a plnia. Pri doterajšom tempe ťažby je možno skládku zlikvidovať približne za 600 rokov (OÚ ŽP). Ťažba lúženca podporuje defláciu, pričom polymetalický prach zo skládky sa šíri do okolia podľa prevládajúceho veterného prúdenia (Sereď, Dolná Streda, Váhovce a Veľká Mača). Zdroj kontaminácie, výroba niklu a kobaltu, bol síce odstránený, ale znehodnotenie životného prostredia pretrváva. Neprebehla sanácia podzemných vôd, horninového podlažia a pôd, ba ani 50 ročný monitoring územia. Rekultiváciu skládky na ploche 3,8 ha v rokoch 1993 – 1994 vykonali Rašelinové závody Bratislava z finančných prostriedkov likvidácie Niklovej hute v Seredi.

Rozbory z kopaných sond na skládke (terénny výskum 2010) a v jej blízkosti poukazujú na kritické hodnoty koncentrácie ťažkých kovov, najmä niklu a chrómu v antrozemiách. Hodnoty niklu sa tu pohybujú od 198 do 3151 mg. kg<sup>-1</sup> (IT je 500 mg. kg<sup>-1</sup>), chrómu od 1443 do 24 300 mg. kg<sup>-1</sup> (IT je 1 000 mg. kg<sup>-1</sup>). Polymetalický prach je nebezpečným karcinogénnym kontaminantom, preto sanáciu skládky ozelenením (odhliadnuc od zvyšnej kontaminácie životného prostredia, na nápravu ktorej čas už uplynul) považujeme za jediné možné a nevyhnutné riešenie, ktoré zabráni prašnosti a zlepší kvalitu života v regióne.

*Príspevok vznikol v rámci riešenia projektov VEGA č. 1/0070/12 Zmeny v krajinskej pokrývke a vo využití krajiny vo vzťahu k pôdnej pokrývke vo vybraných lokalitách environmentálne poškodených území Slovenska, KEGA č. 023UKF-4/2011 Terénny geoekologický výskum ako východisková báza pre tvorbu učebných pomôcok.*

## Literatúra

- Banasová, V., Hajdúk, J.: Vegetácia na skládke lúženca pri Niklovej hute v Seredi. Zborník IV. zjazdu SBS Nitra: Slovenská botanická spoločnosť pri SAV, VŠP, ÚEBE SAV, Agrokomplex, 1984, s. 329 – 335.
- Bohuš, P., Klinda, J.: Environmentálna regionalizácia Slovenskej republiky. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2010, s. 9 – 21.
- Jurko, A.: Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. Bratislava: Príroda, 1990, s. 41 – 52.
- Kalebáč, O., Souček, V., Had, A.: Výroba chrómového surového železa z lúžencového aglomerátu. Hutnícké listy, 1987, 10, s. 705 – 711.
- Klaučo, S.: Súčasný stav a prognóza kvality podzemných vôd v širšom okolí skládky lúženca a popolčeka Niklovej huty, š. p., v Seredi. Expertízna štúdia. Bratislava: Služba pre ochranu a kvalitu vôd, s.r.o., 1994.
- Klaučo, S., Filová, J., Kovařík, K.: Niklová huta v Seredi: Historické znečistenie z výroby niklu. Podzemná voda, 1998, 4, 2, s. 236 – 245.
- Klinda, J., Lieskovská, Z. a kol.: Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2007. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2008, s. 121 – 172.
- Koudelka, Z., Drabina, J., Vítek, V., Schmidt, H., Benoni, V.: Zpracování pelet z albánského loužence ve vysoké peci, část II. Hutnícké listy, 1985, 11, s. 762 – 767.
- Lapin, M. a kol.: Klimatické oblasti. In: Atlas krajiny SR. 1. vydanie. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2002, s. 95.
- Paluchová, K. a kol.: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky. Záverečná správa. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: SAŽP, 2008.
- Šály, R. a kol.: Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálne referenčná taxonómia. Bratislava: VÚPOP, 2000, s. 63 – 68.

---

**Prof. RNDr. Eva Michaeli, PhD.,** [michaeli@unipo.sk](mailto:michaeli@unipo.sk)  
**RNDr. Vladimír Solár,** [solar.vladimir@gmail.com](mailto:solar.vladimir@gmail.com)  
**RNDr. Monika Ivanová, PhD.,** [v8skrabu@unipo.sk](mailto:v8skrabu@unipo.sk)  
**Katedra geografie a regionálneho rozvoja Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, 17. novembra 1, 081 16 Prešov**  
**Doc. PhDr. RNDr. Martin Boltiziar, PhD.,**  
[mboltiziar@ukf.sk](mailto:mboltiziar@ukf.sk); [martin.boltiziar@savba.sk](mailto:martin.boltiziar@savba.sk)  
**Katedra geografie a regionálneho rozvoja Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, A. Hlinku 1, 949 74 Nitra;**  
**Ústav krajinskej ekológie SAV, pobočka Nitra, Akademická 2, P. O. Box 22, 949 01 Nitra**