

Ohrozenosť krajiny dôsledkami banskej činnosti a možnosti jej revitalizácie na príklade územia v okolí Banskej Štiavnice

E. Kočická: The Impacts of Mining on the Landscape and the Ways of Revitalisation – Banská Štiavnica Case Study. Život. Prostr., Vol. 40, No. 4, p. 206 – 210, 2006.

In the landscape significantly damaged by anthropic activity is unavoidable to identify the character and extent of negative impacts, evaluate its real and estimate its potential threatening as well as propose the mood of management. The landscape in the surroundings of Banská Štiavnica is significantly marked by intensive mining activity lasting several hundred years. It is reflected in the complex character of the area as well as in special conditions and going-on processes. At present mining activity is limited to mining of building material. Northwards of the town is mined quartzite for production of heat-resistant silica. Due to this activity there is an increased acidification appearing as the decrease of pH as well as mobility of some toxic elements causing the contamination of the area. Negative manifestations of drafted processes became catastrophic in the nineties of the 20th century. We mention the possibilities of revitalization of the damaged landscape by utilization of the principles of optimization of spatial structure and land use as the result of complex landscape-ecological evaluation of ecological carrying capacity on the basis of establishment of landscape sensitivity to acidification.

Antropické vplyvy môžu narušiť až zmeniť vlastnosti krajiny a jej prvkov, ako aj vzťahy medzi nimi, a napokon negatívne ovplyvňovať až ohrozovať človeka alebo jeho činnosť. Preto je dôležité poznať reakciu krajiny na tieto vplyvy.

V krajine, ktorá je výrazne narušená až zdevastovaná vplyvom antropickej činnosti, je nevyhnutné identifikovať charakter a rozsah negatívnych vplyvov, zhodnotiť reálne a odhadnúť potenciálne ohrozenie postihnutej krajiny, a potom navrhnúť spôsob hospodárenia v takomto špecifickom priestore.

Informácie možno získať napr. pomocou hodnotenia tzv. *ekologickej únosnosti krajiny* (ďalej EÚK). EÚK vyjadruje mieru prípustného (vhodného) využívania krajiny, pri ktorom sa nenarušia a/alebo nezničia prirodzené vlastnosti, procesy a vzťahy medzi prvkami krajiny (abiotickými, biotickými a socioekonomickými), ani kvalita životného prostredia. EÚK vyjadruje prípustnú intenzitu využívania krajiny a predstavuje doplnkový ukazovateľ ku vhodnosti využívania krajiny (Hrnčiarová a kol., 1997).

Krajina v okolí Banskej Štiavnice je výrazne poznačená stáročnou intenzívnou banskou činnosťou, čo sa prejavuje na celkovom charaktere územia, ako aj špecifickými podmienkami prebiehajúcich procesov. V súčasnosti sa banská činnosť zredukovala už len na ťažbu surovín na stavebné účely. Severne od Banskej Štiavnice sa od r. 1949 ťaží a ukladá na haldu sekundárny kremenec (kvarcit) na výrobu žiaruvzdorného dinasu. Bilančné zásoby kremenca sú, aj napriek intenzívnej nepretržitej ťažbe, vysoké.

S touto činnosťou súvisí zvýšená acidifikácia (zakysľovanie), čo sa v konečnom dôsledku prejavuje znížením pH a súvisí s ním aj mobilita niektorých toxických prvkov, ktoré spôsobujú kontamináciu územia.

Pri stanovení ohrozenosti krajiny negatívnymi dôsledkami banskej činnosti sme vychádzali z metodiky hodnotenia EÚK (Hrnčiarová a kol., 1997), v detailoch však bol postup výrazne modifikovaný. EÚK sme stanovili na základe predchádzajúceho hodnotenia citli-

vosti (v tradičnejšom chápaní zraniteľnosti) krajiny voči acidifikácii, reálneho zaťaženia zvýšenou acidifikáciou a ekologickej významnosti krajiny.

- **Geoekologické podklady.** Za základ hodnotenia sme zvolili kvázihomogénne priestorové jednotky z hľadiska uvažovaných ukazovateľov krajiny, ktoré sme nazvali *integrálnymi krajinnokoekologickými komplexmi* (IKEK). Vstupné údaje sme získali tzv. jednorazovým integrálnym terénnym výskumom a mapovaním (Minár, 1998) a súčasne sme brali do úvahy výsledky iných výskumov. Ide o jednotky, ktoré majú charakter reálnych geosystémov zohľadňujúcich vertikálne aj horizontálne väzby v krajine.

- **Reálne zaťaženie územia.** Krajina, ako súbor reálnych a potenciálnych zdrojov na napĺňanie rôznych spoločenských požiadaviek a potrieb, je aj zdrojom ohrozenia spoločnosti. Ide o tzv. environmentálne hrozby. Stanovenie veľkosti environmentálnej (prírodnej i antropogénnej) hrozby má čoraz väčší vedecký aj praktický význam.

Environmentálnou hrozbou v okolí Banskej Štiavnice je zvýšená acidifikácia krajiny spojená s ťažbou sekundárnych kremencov v lome pod vrcholom Malého Šobova, kde sa nachádzajú horniny s vysokým obsahom sulfidických minerálov, prevažne pyritu. Súvisí aj s haldou v tesnej blízkosti lomu, kam sa materiál obsahujúci pyrit vyváža. Odkalisko Sedem žien – juhovýchodne od lomu a haldy – sa dlho nepovažovalo za zdroj kyslosti, pretože pôvodný kal bol výrazne zásaditý. V ostatnom období sa tu však objavili podobné negatívne prejavy ako pod lomom a haldou na Šobove. Zdrojom acidifikácie je banský výtok, ktorý vzniká oxidáciou sulfidických minerálov obsiahnutých v hornine lomu, haldy a odkaliska, za prítomnosti kyseliny, vody a mikroorganizmov. So zvýšenou acidifikáciou súvisí aj mobilita viacerých toxických prvkov (následná kontaminácia) pôvodne spätých so štruktúrou pyritu a ďalších minerálov, pretože kyselina sírová (H_2SO_4) podmieňuje migrovateľnosť toxických kovov, hlavne Al^{3+} (Šottník, Šucha, 2001).

Situáciu v lome na Šobove, na halde a v priľahlom poškodenom území, vyhlásil Okresný úrad životného prostredia v Žiari nad Hronom r. 1994 za ekologickú haváriu.

Reálne zaťaženie sa zistilo na základe stanovenia ohrozenia zvýšenou acidifikáciou, teda ohrozenia krajiny acidifikovanou vodou alebo materiálom. Použilo sa na to simulovanie šírenia acidifikácie vodou, materiálom a vzduchom s využitím počítačového matematického modelovania. Získané výsledky sa porovnali s nameranými bodovými hodnotami pH pôdy a vody z výsledkov existujúcich výskumov a interpolovali sa



1. Acidifikáciou poškodené územie pod Šobovom v období vyhlásenia ekologickej havárie (1994). Foto: E. Kočícká

do priestorových dát. Skutočné prejavy acidifikácie v modelovom území sa identifikovali z ortofotomáp a rekognoskovali v teréne.

- **Citlivosť krajiny na acidifikáciu.** Stanovenie citlivosti krajiny na acidifikáciu predstavovalo v hodnotení EÚK ťažiskový moment. Citlivosť krajiny na acidifikáciu sa vyhodnotila prostredníctvom stanovenia antropogénnej hrozby, pričom jej veľkosť priamo úmerne súvisí s citlivosťou krajiny na ňu.

Citlivosť krajiny na acidifikáciu bola vyhodnotená z troch aspektov:

- ako môže (nemôže) acidifikácia a kontaminácia „vstúpiť“ do konkrétneho IKEK, a zároveň ako z neho môže (nemôže) „vystúpiť“ – citlivosť vyjadrená schopnosťou IKEK viazať (koncentrovať) acidifikáciu (citlivosť I),



2. Územie pod Šobovom po realizácii niekoľkých revitalizačných opatrení.
Foto: E. Kočická

3. Biologická čistiareň kyslých banských vôd z lomu a haldy pod Šobovom.
Foto: E. Kočická



- ako sa dokáže (nedokáže) konkrétny IKEK (hlavne jeho pôda, ale aj geologicko-substrátový komplex a geologické podložie) vysporiadať s acidifikáciou – citlivosť vyjadrená schopnosťou neutralizovať (pufrovať) acidifikáciu (citlivosť II),

– ako je v rámci konkrétneho IKEK vystavená acidifikácii krajinná pokrývka a samotný človek – citlivosť vyjadrená ohrozenosťou krajinej pokrývky, ako časti krajiny, s ktorou človek prichádza neustále do kontaktu (citlivosť III).

• **Ekologická únosnosť krajiny.** Vychádzali sme z predpokladu, že acidifikácia môže pôsobiť tým nebezpečnejšie, čím je dané miesto (IKEK) na jej pôsobenie citlivejšie. Citlivosť je v protiklade k únosnosti. Predpokladali sme, že čím je dané miesto citlivejšie, tým je zároveň menšia jeho únosnosť. S únosnosťou súvisí aj stupeň ekologickej významnosti krajiny. V princípe, čím bol IKEK identifikovaný ako ekologickejšie významnejší, tým bola jeho únosnosť nižšia. Únosnosť, samozrejme, znižovala aj intenzita reálneho zaťaženia.

EÚK sme hodnotili na základe 5 stupňovej škály: 1 – únosné využívanie (vo vzťahu k acidifikácii), 2 – takmer únosné využívanie, 3 – stredne únosné využívanie, 4 – málo únosné využívanie, 5 – neúnosné využívanie.

Územia v 1. stupni považujeme z hľadiska riešenej problematiky za bezproblémové, ich súčasné využívanie je vyhovujúce. Na ostatných sme navrhli zmeny v súčasnom využívaní, čím vyšší bol stupeň EÚK, tým väčší dôraz sme kládli na posúdenie vhodnosti súčasného využívania krajiny.

Návrh opatrení na zmiernenie identifikovaných negatívnych vplyvov

Nakoľko stupne EÚK hovoria o únosnom či neúnosnom využívaní územia iba vo vzťahu k acidifikácii, aj návrhy opatrení vedú k vytvoreniu optimálnej priestorovej štruktúry a využívania územia len z hľadiska tejto záťaže. Spočívajú v odporúčaní na zmiernenie negatívneho prejavu acidifikácie, ich cieľom je vlastne „ošetrenie“ najkritickejších miest s využitím princípov krajinoekologickej optimalizácie

priestorovej organizácie a využívania krajiny. Cieľom je znížiť citlivosť územia na zaťaženie acidifikáciou.

Návrh sme spracovali v podobe digitálnej mapy, kde sme každému miestu priradili optimálne využívanie z hľadiska ohrozenia acidifikáciou. Možno ho chá-

pať ako detailné riešenie komplexného návrhu ekologicky optimálnej organizácie a využívania krajiny.

Na najviac zdevastovaných miestach sme navrhli jednoduché **technické a technologické opatrenia:**

- zabrániť plošnému rozširovaniu degradácie postupným zatravnením, príp. zalesnením – vysádzaním takých druhov rastlín, ktoré znášajú kyslé, prípadne niektorými toxickými látkami postihnuté prostredie –, dodávaním výživných látok a zvlhčovaním pôdy na podporu uchytania a rastu vegetácie, neutralizovaním ornej pôdy melioračným vápnením a pod.,
- zabrániť rozširovaniu degradácie do hĺbky – obmedziť akékoľvek hĺbkové zásahy v postihnutom území (napr. pri stavebných prácach), maximálne obmedziť hlbokú orbu a pod.,
- usmerniť odtok v územiach nad areálmi s najnižším stupňom únosnosti budovaním retenčných rigolov, priepustov, záchytných priekop, či odvodňovacích prielohov na odvedenie odtoku mimo lokalít, identifikovaných ako najmenej únosné (veľmi citlivé, veľmi zaťažené a ekologicky veľmi významné).

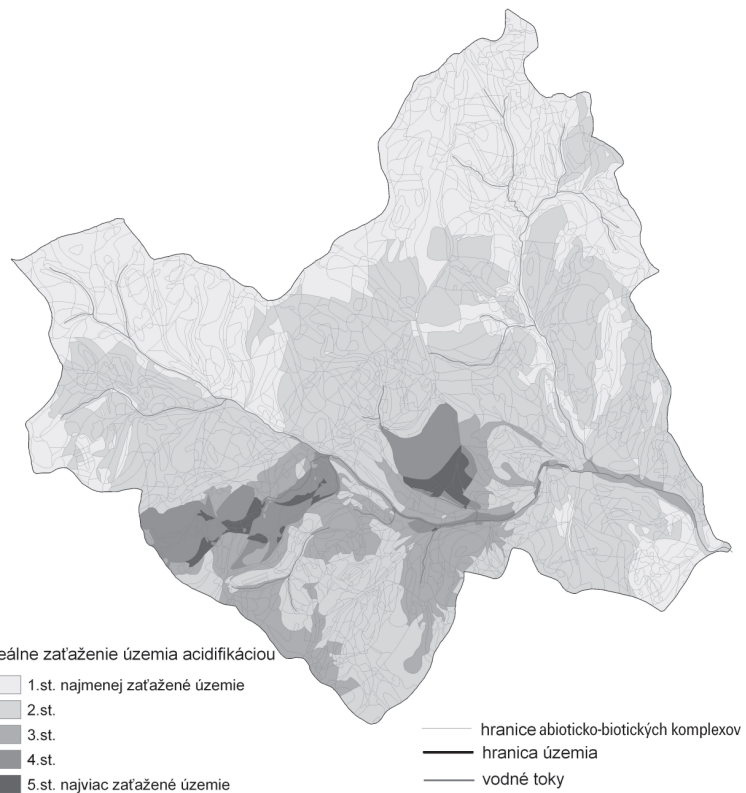
Na podporu týchto opatrení, hlavne z hľadiska ochrannohygienického, ale aj estetického, možno uskutočniť niekoľko jednoduchých „krajinnárskych“ zásahov. Napr. okolo zdrojov znečistenia a najviac zdevastovaných lokalít *vysadiť drevinovú vegetáciu*, príp. súčasne urobiť jednoduché terénne úpravy. Tieto opatrenia by mali mať ozdravujúci efekt, a dosiahlo by sa nimi aj „odizolovanie“ problémových miest, hlavne od ľudských obydli, príp. miest viditeľných z obytných areálov, z dopravných komunikácií, turistických chodníkov a pod.

Dôležitým opatrením, najmä preventívneho charakteru, je *monitorovanie* procesov v lome, halde a odkalisku a ich vplyvov na okolie.

Z hľadiska výsledkov prezentovaného hodnotenia sú však ťažiskové krajinnokoologické opatrenia.

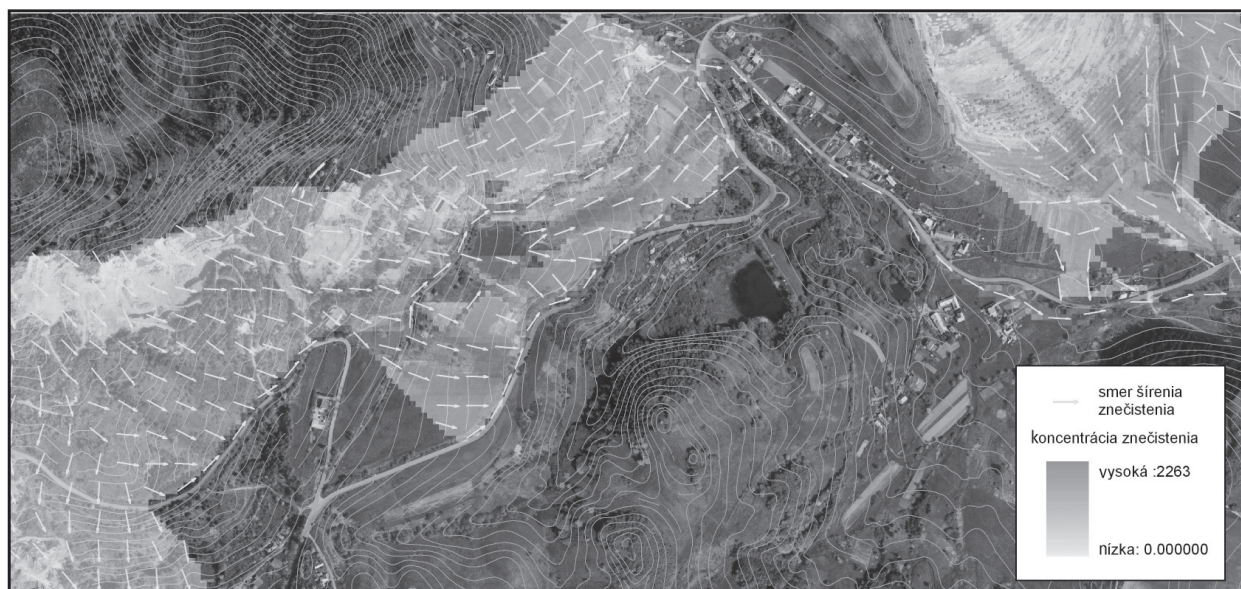
• **Krajinnokoologické opatrenia** sme rozčlenili podľa stupňa EÚK. Rešpektujú existenciu reálnych krajinných prvkov na danom mieste a smerujú k *vylúčeniu, pozmeneniu, príp. nahradeniu súčasného využívania* iným, únosnejším. Ide o nasledujúce návrhy:

- na ornej pôde (pokiaľ uvažujeme s jej zachovaním) navrhujeme preferovať pestovanie plodín, ktoré nie sú určené na konzumáciu,



4. Reálne zaťaženie územia acidifikáciou. Autorka: E. Kočická

- na najneúnosnejších lokalitách odporúčame zmenu ornej pôdy na trvalé trávne porasty (TTP), nalesnú drevinovú vegetáciu (NDV) až les,
- v sadoch odporúčame zmeniť využívanie na TTP, NDV až les,
- v záhradkárskej kolónii nad Belianskym jazerom a v niekoľkých pridoimových záhradách v najzaťaženejších lokalitách navrhujeme minimalizovať až vylúčiť pestovanie zeleniny a ovocných drevín a preferovať pestovanie okrasných kultúr,
- v obývaných územiach na najzaťaženejších lokalitách odporúčame minimalizovať až vylúčiť využívanie lokálnych vodných zdrojov (studní) na pitné účely a minimalizovať ich využitie na zavlažovanie záhrad,
- na areáloch TTP v najzaťaženejších lokalitách odporúčame minimalizovať až vylúčiť pasenie a skrmovanie sena hospodárskymi zvieratami, prípadne navrhujeme zmeniť TTP na NDV až les,
- lesné porasty najneúnosnejších lokalít odporúčame preradiť do kategórie ochranných lesov, súčas-



5. Model povrchového šírenia acidifikácie. Autorka: E. Kočická

ne so zabezpečením pestovania na acidifikáciu málo citlivých druhov lesných drevín,

- využívanie vodnej nádrže na letnú rekreáciu, rybolov a zavlažovanie odporúčame obmedziť,
- areály bez funkčného využitia navrhujeme sanovať a začleniť ich postupne do siete ekostabilizačných prvkov krajiny – zmeniť na NDV, príp. les.

Pri ostatných kategóriách krajinej pokrývky navrhujeme ponechať súčasné využívanie, avšak s uplatnením nevyhnutných revitalizačných opatrení.

V poškodenom území sa už uskutočnilo niekoľko revitalizačných opatrení. Najvýznamnejšie bolo usmernenie odtoku kyslých vôd z lomu a haldy vybudovaním rigolov, zbernej nádrže, priepustov a ich odvedenie komínom Vk2 do Voznickej dedičnej štôlne. Ďalej to bolo prekrytie povrchu lomu a haldy izolačnou vrstvou, čím sa zabránilo kontaktu so vzdušným kyslíkom a zrážkovou vodou. Obmedzili sa technické práce, ktoré by mohli ochrannú vrstvu narušiť plošne aj do hĺbky (napr. stavebné práce). Posledným opatrením bola úprava pH vôd tzv. pasívnym postupom – biologickou čistiarňou kyslých vôd (projekt Katedry ložiskovej geológie PRIF UK Bratislava) a pod.

Realizované revitalizačné opatrenia sa ukázali ako efektívne, v súčasnosti sú prejavy zvýšenej acidifikácie, v porovnaní so stavom v čase vyhlásenia ekologickej katastrofy (1994) výrazne eliminované.

Prezentovaný postup možno chápať ako jeden z užšie špecializovaných prístupov v rámci komplex-

ného hodnotenia EÚK. Podobný spôsob sa dá aplikovať aj v inom narušenom území, napr. v oblastiach zafažených arzénom (Prievidza, Horná Nitra), ortuťou (Rudňany, Spiš) či organickými polutantmi (Strážske) a inde.

Literatúra

- Hrnčiarová, T. a kol.: Ekologická únosnosť krajiny: metodika a aplikácia na 3 benefičné územia. I – IV. časť. (Ekologický projekt MŽP SR). Bratislava : ÚKE SAV, 1997, 490 s. (nepubl.).
- Kočická, E.: Stanovenie ekologickej únosnosti na základe hodnotenia citlivosti krajiny na acidifikáciu (modelové územie povodie Belianskeho potoka – Štiavnické vrchy). Dizertačná práca. KU FEE TU Zvolen, Banská Štiavnica, 2005, 123 s. (nepubl.).
- Minár, J.: Georeliéf a geoeologické mapovanie vo veľkých mierkach. Habilitačná práca. PRIF UK, Bratislava, 1998, 166 s. (nepubl.).
- Šottník, P., Šucha, V.: Možnosti úpravy kyslého banského výtoku ložiska Banská Štiavnica-Šobov. *Mineralia Slovaca*, 33, 2001, s. 53 – 60.

Mgr. Erika Kočická, PhD., Katedra UNESCO pre ekologické vedomie a trvalo udržateľný rozvoj Fakulty ekológie a environmentalistiky TU Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, erikakocicka@gmail.com