



Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Katedra fyzickej geografie a geoekológie

Nezisková organizácia EDULAB
Klub učiteľov geovied

odborná skupina pri Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV

Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov
Projekt KEGA č. 088UK-4/2013

Environmmentálne problémy ťažby nerastných surovín

TEXT K PREDNÁŠKE

prof. RNDr. Otília Lintnerová, CSc.

2015

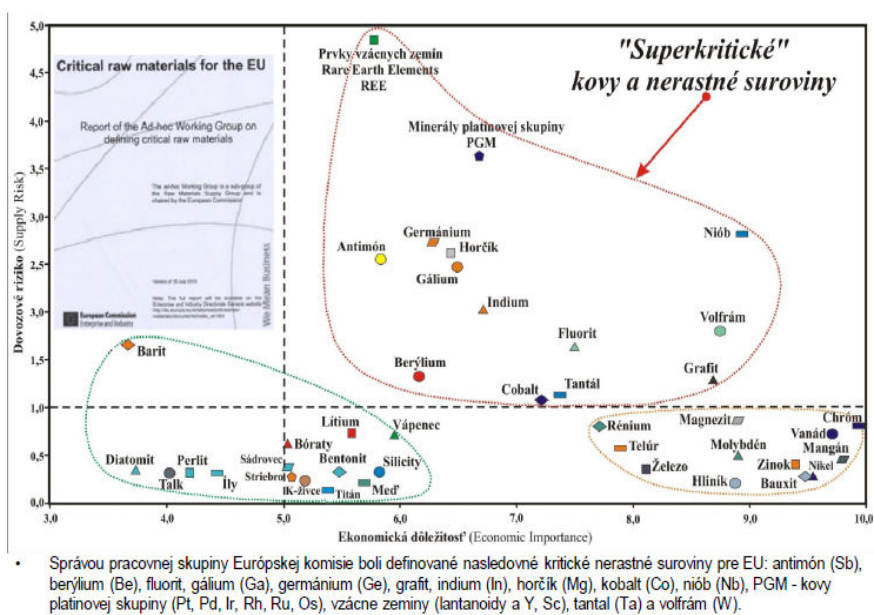
Realizáciu prednášky podporila:

KEGA č. 088UK-4/2013: Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov

1. Spotreba minerálnych surovín a udržateľný rozvoj

Globálna spoločnosť využíva stále väčšie množstvá prírodných zdrojov, ako v minulosti, vrátane tradičných a netradičných minerálnych surovín a energií. Udržateľný rozvoj spoločnosti a vývoj nových technológií nie je a nebude možný bez ťažby surovín. Len malé množstvo surovín vieme - ekonomicky prijateľným spôsobom - získať z obnoviteľných a zo sekundárnych zdrojov (sekundárny zdroj – napr. priemyselný odpad).

V rámci Európskej únie sa pre dôležité a nedostatkové suroviny zaviedol termín kritické suroviny (KOM2011). Prevažná väčšina z nich sa v Európe už neťaží a ani v budúcnosti sa nemôže ťažiť, resp. nie je preskúmaná a potvrdená perspektíva ich ťažby. Často môže ísť o minerálne suroviny, ktoré sa v minulosti nevyužívali, alebo úžitkové prvky (kovy) sa v nich nachádzajú v malých množstvách.



Obr.1 : Kritické suroviny v EU. (KOM 2011)

Negatívne dopady vyhľadávania a ťažby surovín v prvom rade smerujú k priamemu poškodzovaniu lokálneho prostredia a zdravia ľudí, ktorí v ťažbe surovín pracujú, alebo žijú v okolí baní, kde pravdepodobne najviac dochádza k poškodzovaniu základných zložiek prostredia (vody, ovzdušia, pôdy). V súčasnosti lokálne negatívne dopady sú znalostne aj technicky, už riešiteľné a legislatíva európskych štátov je nastavená na predchádzanie negatívnych dopadov a prakticky garantuje environmentálne prijateľnú ťažbu. Avšak,

suroviny sú komoditou svetového trhu a často sa neťažia v prospech krajiny, kde sa nachádzajú. Environmentálne dopady ťažby sa stávajú závažným problémom nielen v lokálnom ale aj regionálnom a globálnom meradle a ich riešenia zasahujú do ekonomických, politických, ľudsko-právnych a etických vzťahov. Je potrebné zopakovať, že spôsob a rozsah využívania neobnoviteľných zdrojov sa týka všetkých krajín sveta a bude mať dopad na vývoj životnej úrovne a životného prostredia každej spoločnosti už v blízkej budúcnosti. Stále viac sa hovorí o potrebe takého rozvoja a spotreby zdrojov, ktorý zabezpečí trvalý rozvoj, ale nezhorší súčasný stav prírodného prostredia v lokálnom ale aj celosvetovom meradle. Program (trvalo) udržateľného rozvoja spoločnosti je všeobecne akceptovaným princípom a bola dosiahnutá zhoda názorov aj v tom, že (trvalo) udržateľná spoločnosť by sa mala stať realitou počas jednej generácie.

2. Negatívne dopady ťažby ložísk nerastných surovín ich posudzovanie

Pri posudzovaní environmentálnych vplyvov ťažby a úpravy surovín, ale aj ich použitia, je dôležité vychádzať z poznatkov o pôvode a podmienkach tvorby nerastných surovín a ich ložísk. Poznatky o pôvode a spôsobe tvorby (genéze) surovín v geologickom čase a prostredí sú významné aj pre pochopenie procesov, ktoré sa môžu uskutočňovať a negatívne pôsobiť v ťaženom ložiskovom prostredí (Lintnerová, 2002). Ložiská nerastných surovín považujeme za geochemické anomálie, to znamená je to horninové prostredie, v ktorom sa nahromadili prvky, minerály alebo organogénne látky v omnoho vyššej miere - v ekonomicky využiteľnom množstve, ako v okolitom (normálnom) horninovom prostredí. Ich hromadenie nie je náhodné naopak, riadi sa celkom presnými prírodnými zákonitosťami. Poznanie týchto zákonitostí otvorilo cestu k efektívnemu vyhľadávaniu ložísk v rôznych geologických prostrediach a pomáha aj pri definovaní negatívnych environmentálnych vplyvov pri ťažbe ložísk. Toto je úloha geológie, ktorej primárnym cieľom je nájsť ložiská a pripraviť ich do ťažby. Environmentálne prijateľné aspekty ťažby sú dnes súčasťou geologického poznania a vzdelávania, a to nielen v spojitosti s ložiskami minerálnych nerastných surovín, ale aj vody a priamo sa dotýka využívania pôdy, územia a davších geologických prostredí a javov.

Ťažba nerastných surovín – to je jediný spôsob získavania minerálnych surovín z prírodného prostredia. Ťažba surovín na pevnine prebieha v baniach a lomoch, ktoré sa budujú na miestach overených geologických zásob nerastných surovín a môžu byť využívané

v priebehu niekoľkých desaťročí (ojedinele až storočí). Negatívny vplyv banskej činnosti môžeme stručne zhrnúť do niekoľkých bodov:

1. Narušuje pôvodné prírodné prostredie ako celok, mení geomorfológiu krajiny, jej funkčné a estetické vlastnosti a využitie, ovplyvňuje horninové prostredie, hydrogeologický systém, ovzdušie, biosféru, čím modifikuje aj vlastné životné prostredie ľudí.
2. Banskou činnosťou a nahromadením banských odpadov sa vytvára úplne nové prostredie, ktoré sa často nedá porovnať s pôvodnými prírodnými podmienkami. Líši sa hlavne intenzitou prebiehajúcich fyzikálnych a chemických procesov v porovnaní s normálnymi prírodnými podmienkami.
3. Zmeny, ktoré sa zásahom človeka uskutočnili veľmi rýchlo, môžu ovplyvňovať prírodné prostredie veľmi dlhú dobu, aj po ukončení ťažby a často sú nevratné.

Pri banskej činnosti dochádza k modifikácii pôvodného terénu premiestňovaním materiálu, k zaprašovaniu, k zmenám stability okolia povrchových a podzemných baní a bezprostrednému poškodeniu celých pôvodných biotopov. Tieto zmeny sú rôzne zosilňované tvorbou banských vôd, to znamená zmenou množstva a vlastností vôd (najmä nezvyklé zloženie a vysoký obsah rozpustených látok) a tvorbou nových produktov (náplavov, tvorba nových zlúčenín a minerálov). V prevažnej miere má banská činnosť priamy miestny dopad na prostredie, ktorý sa však môže dlhodobou ťažbou rozšíriť na väčšie územie prostredníctvom, gravitačných procesov, pretekajúcich vôd, prenikania vzduchu a mikroorganizmov do rozrušených hornín a pod. Regionálny efekt sa môže zvýšiť používaním rôznych technológií úpravy, ale aj prepravou surovín a ich použitím. Globálne dopady sú potom sumárnym výsledkom dlhodobej ťažby, úpravy a využívania nerastných surovín. Niekedy aj relatívne krátkodobá intenzívna ťažba na veľkom území alebo z dna oceánov môže mať regionálne až globálne dopady. Uvedené lokálne, regionálne až globálne dopady na prostredie závisia od mnohých faktorov (skupín vnútorných a vonkajších faktorov), ale najmä od :

- vlastností a zloženia suroviny a horninového prostredia a geologickej stavby územia a ložiska

- veľkosti ložiska, spôsobu ťažby, dĺžky ťažby a množstva horninového odpadu, spôsobu dopravy suroviny
- technológie úpravy suroviny a spôsobu ukladania odpadu z úpravy surovín,
- hydrogeologických, hydrologických, morfológických podmienok na ložisku a v okolí
- spôsob likvidácie ťažby a rekultivácie územia, (**skupina vnútorných faktorov**)
- od ostatných - **vonkajších podmienok** v oblasti, kde sa ložisko nachádza – od geologických podmienok cez pôvodné využívanie krajiny aj jej zdrojov (vrátane iných surovín) pred ťažbou, až po biologickú diverzitu územia a klímu (Lintnerová 2002).

Moderné metódy a prostriedky ťažby celkovo znižujú priamy negatívny dopad na ľudí, ktorí v baniach pracujú, ale môžu poškodiť prírodné prostredie, krajinu, vo väčšom rozsahu. Vyťažené priestory sú často omnoho väčšie a viac mechanicky narušené (odstrely, hydraulická ťažba), čím sa znižuje stabilita územia a zvyšuje sa riziko náhlych (závalov, zosunov, záplav) ale aj dlhodobých (poškodenie vodných zdrojov, pôd, biotopov) procesov. Špecifické podmienky sa môžu vytvárať aj po uzatvorení ložísk ako v hlbinných, tak aj v povrchových baniach a úložiskách odpadu.

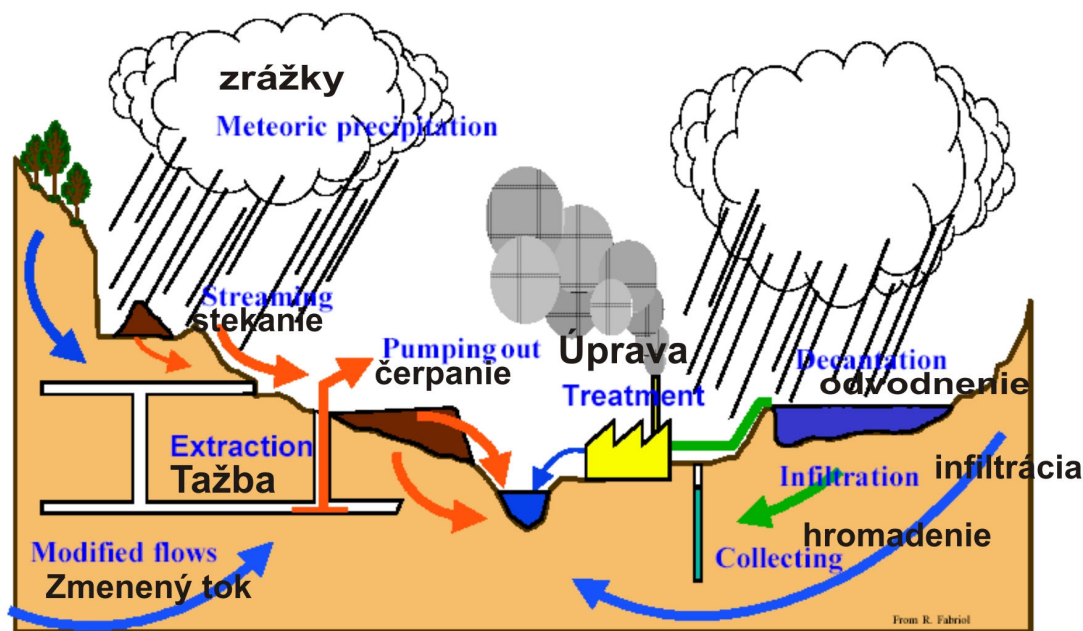


Figure 2: Pollutant transfer

Obr. 2 :Kolobeh znečistenia pri ťažbe a úprave surovín (upravené, autor)

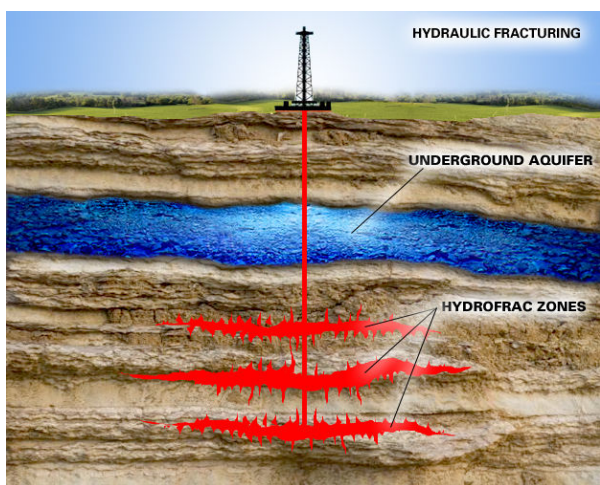
2.1. Spôsob ťažby

V zásade poznáme hlbinný a povrchový spôsob ťažby surovín a ťažbu surovín pomocou vrtov.

Pri ťažbe surovín **hlbinným spôsobom** dochádza k rozrušeniu horninových masívov, ale podstatné množstvo porušených hornín zostáva v podzemí (Lintnerová 2002). V minulosti, pri viac-menej ručnej ťažbe surovín sa na povrch dostávala čistá ruda, alebo uhlie. Rastúci rozsah ťažby potenciálne zvyšuje nebezpečenstvo mechanického porušenia horninového nadložia, zvyšuje riziko poškodenia hydrogeologického systému, mení množstvá vytekajúcich vôd a celkovo sa zvyšuje množstvo odpadov vnesených na povrch. Podmienky v podzemných baniach boli a sú aj dnes pre ľudí rizikové, hoci mnoho práce sa vykonávajú pomocou strojov a zariadení. Baníci sú vystavení vplyvu prachu, plynov, závalov, vysokým teplotám, žiareniu, výbuchom, požiarom a iným nebezpečným vplyvom.

Povrchová ťažba je vysoko efektívna pretože umožňuje vyťažiť viac (všetku) rudy alebo uhlia, ale má prakticky trvalý vplyv na krajinu (obr. 3). Po odstránení nadložných vrstiev dochádza k likvidácii pôvodných pôdnych horizontov a substrátu, pórových systémov, mechanických a fyzikálnych vlastností podložných vrstiev, povrchových a podzemných vôd a i. Povrchové bane môžu byť hĺbené až do hĺbky 600 m a zabrať plochu až niekoľko desiatok km², čím kompletne zmenia charakter krajiny a jej predchádzajúci význam a využitie.

Hlavnými surovinami, ktoré sa **ťažia pomocou vrtov** je ropa, zemný plyn a voda. Hydrogeologické a geotermálne vrty slúžia na získavanie obyčajných, minerálnych a geotermálnych vôd, a prostredníctvom nich geotermálnej energie z hĺbok. Hlbinné alebo ložiskové vody majú často zvýšený obsah rozpustených solí a sú nasýtené plynmi, a preto nie je možné ich voľne vypúšťať na povrch. Aj tradičná ťažba uhľovodíkov je nielen technicky, geologicky, ale aj environmentálne riziková činnosť. Okrem slaných vôd môže dochádzať k únikom uhľovodíkom alebo k explóziám. V poslednom období sa v niektorých krajinách rozvinula ťažba plynu z netradičných hornín – z bridlíc (obr. 3).



Obr. 3. Ťažba kameňa v povrchovom lome a schéma ťažba plynu „hydraulickým fraktúrovaním“ (zvodnená vrstva, zóna fraktúrovania).

Pri ťažbe plynu z týchto netradičných zdrojov je potrebné veľké množstvo vody z povrchu vháňať do hĺbky pod tlakom a pomocou nej rozrušovať horninu, v ktorej je uväznený plyn. Veľká spotreba vody a jej potenciálne znečistenie sú hlavným environmentálnym rizikom ťažby bridlicového plynu. Pomocou vrtov je tiež možné lúhovanie surovín v hĺbkach a ich ťažbu v roztokoch, napríklad ťažiť uránu lúhovaním kyselinami alebo hydroxidmi (Lintnerová 2002),

2.2. Úprava surovín

Obrovské množstvo materiálu z úpravy surovín, (z elektrární na fosílné palivá a mnohých iných technológií) zostáva trvalo uložená na povrchu a pripája sa k ostatným rizikovým faktom spracovania surovín (a priemyselnej výroby), ktoré ohrozujú rovnováhu v prostredí.

Najskôr sa surovina rozdrví a pomelie na určitú rovnakú zrnitosťnú frakciu a z takto rozpojeného materiálu sa ďalšími postupmi získava úžitková zložka. Najčastejšie metódy používané v úpravniach sú gravitačná separácia a flotácia. Pri nich sa gravitačný a flotačný efekt zvyšuje pridávaním vody a rôznych činidiel, obvykle sú to soli anorganických a organických kyselín a hydroxidy (napr. vápno). Pridaním vody objem kalov mnohonásobne prekračuje objem pôvodnej horniny a kal musí byť uložený na odkaliskách. Pridávané látky obvykle nie sú jedovaté, ale ak rozpustené množstvo soli je veľké, odtekajúce vody musia byť upravované (zriedené, neutralizované, bio-degradované, odparené a i.). Kyanidy, používané napríklad pri úprave rúd zlata, môžu viesť k ohrozeniu povrchových a podzemných vôd a biosféry a ich používanie musí byť sprevádzané prísnyimi opatreniami a kontrolou.

Odpady môžeme ukladať niekoľkými spôsobmi :

1. Voľne na povrch, haldy a odkaliská (umelé jazerá).
2. Na dno jazier a oceánov.
3. Do vydobytých priestorov a vyťažených pórových kolektorov.

Optimálny, nielen environmentálny, ale aj ekonomický prístup k odpadom je ich sekundárne využitie (bezodpadové technológie, sekundárne suroviny). Mnohé banské odpady sú považované a klasifikované ako ložiská surovín. Environmentálne efektívne môže byť aj ukladanie odpadov do vyťažených priestorov počas ťažby (odpadu z ložiska), ale aj cudzieho odpadu po ukončení ťažby (napr. rádioaktívny odpad). Je tiež možné využívať hlboké vrty na utrácanie odpadov (zatláčanie plynov a kvapalín do hĺbky) alebo dočasné zatláčanie do vyťažených ložísk a ich ďalšie využitie (napr. podzemný zásobník plynu).

Najväčšie objemy odpadu z ložísk sa stále nachádzajú na povrchu, vo forme hald, odkalísk a iných skládok (Lintnerová 2002). Na Slovensku bolo registrovaných 61 odkalísk, z ktorých 14 je popolových, 15 je priemyselných a až 27 odkalísk pochádza z úpravy a spracovania rudných surovín (Masarovičová et al., 2008). Odkaliská sú definované ako vodné stavby I. až IV. kategórie a podliehajú povinnému technicko-bezpečnostnému dohľadu, ktorý vykonáva Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava.

3. Predchádzanie negatívnym dopadom ťažby na prostredie - kontrola legislatívou

V prvej polovici 90. rokov bol prijatý zákon označovaný ako EIA (č.127/1994 Z.z.) z anglického Environmental Impact Assessment, v ktorom sú definované kritériá, ktoré je potrebné dodržiavať okrem iného aj pri ťažbe nerastných surovín. Z EIA vyplýva, že pri otváraní ťažby surovín (ktoré sú v zákone menované) treba:

- upozorniť na priame a nepriame vplyvy ťažby na životné prostredie, zvýšené riziká pri ťažbe s ohľadom na iné obnoviteľné a neobnoviteľné zdroje, ktoré nie sú predmetom ťažby, obvykle najmä vodný systém, pôdy a porovnať ho so stavom pred začatím ťažby,
- určiť opatrenia pri ťažbe, ktoré zabránia, alebo znížia na prijateľnú úroveň znečisťovanie, alebo poškodzovanie prostredia:
- zdôvodniť, že použitý spôsob ochrany prostredia počas ťažby je najvýhodnejší, a tiež sa musí poukázať aj na nevýhody predloženého systému ochrany
- stanoviť spôsob likvidácie banského diela (Lintnerová 2002).

Banským odpadom bola venovaná zvýšená pokornosť a aktuálny legislatívny rámec na úrovni EÚ tvorí najmä Smernica 2006/21/ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu, ku ktorej patrí odporúčaný dokument pre účinný manažment odpadov pochádzajúcich z banskej činnosti „Best Available Techniques (BAT) - najlepšie dostupné techniky (Frankovská et al., 2012) a rámcovo tiež smernica Seveso II (havárie v chemickom priemysle), do ktorej možno zahrnúť úpravu rúd a odpady odkalísk s nebezpečnými chemickými látkami (najmä s kyanidmi).

Na Slovensku je to zákon 514/2008 Z.z. ako prevzatý dokument smernice 2006/21/ES, ktorý je záväzný pre nové a funkčné prevádzky nerastných surovín (Petrák 2013, Frankovská et al., 2012). Vybrané banské odpady, najmä odkaliská po ukončenej ťažbe, v súčasnosti sú riešené ako environmentálne záťaže v rámci projektu MŽP SR. Za podpory financií z európskych fondov sú hodnotené prostredníctvom analýzy rizík (riziková analýza, Smernica MŽP SR 1/2015). Aktuálne a potrebné je nielen hodnotenie environmentálneho rizika, ale najmä hodnotenie inovatívnej využiteľnosti existujúcich banských odpadov v rámci Slovenska, čo je v súlade s prioritami Európskej komisie k využívaniu domácich (európskych) surovín.

4. Príklady riešených projektov.

Tvorba kyslých vôd na sulfidických ložiskách - opustené ložisko Smolník

Jedným negatívnym príkladom je opustené a zatopené ložisko Smolník (Slovenské Rudohorie, ťažba ukončená v roku 1990). Toto stratiformné ložisko sa ťažilo s prestávkami niekoľko storočí a hlavnou surovinou boli sulfidické pyrit - chalkopyritové rudy, z ktorých sa získavala hlavne Cu. Tvorbu a zloženie kyslých banských vôd spôsobuje oxidácia pyritu, ktorá následne okysľuje prostredie a vylúhuje Cu a iné prvky z rudných a nerudných minerálov na ložisku a v okolí. Vzhľadom na to, že v bani zostalo ešte značné množstvo pyritu (asi 6 mil. ton) tento proces môže prebiehať veľmi dlhú dobu. Kyslá banská voda zo zatopenej bane vyteká a presakuje do okolia bane a poškodzuje najmä vodu potoka Smolník a následne aj rieku Hnilec (obr. 4). Problém sa riešil úpravou drenážneho systému v okolí bane. Množstvo vytekajúcej vody z novej drenáže bane je v súčasnosti asi 10 l/s a túto vodu s pH 3 – 4, zvýšeným obsahom Fe a síranov by bolo potrebné upravovať. Ďalšími zdrojmi kontaminovanej vody sú rôzne banské haldy v okolí opusteného ložiska a odkalisko (Lintnerová et al. 2006, 2010, 2011).



Obr. 4. Miesto vytekania a kontaminácie vody zo zaplavenej bane pri Smolníku. Sútok kyslej vody z potoka Smolník do rieky Hnilec (Lintnerová et al., 2010)

Šobov

Acidifikácia sa preukázala aj na ložisku kremencov – Šobov pri Banskej Štiavnici. Pyrit sa tu nachádza v ílovitom obale kvarcitového telesa. Tento ílovitý materiál, sa ukladal na haldy a jeho množstvo vzrástlo po začatí ťažby spodnejších častí telesa. Z lomu, ale najmä z haldy, dlhodobo vyteká kyslá voda s pH 2 – 2,3 a vysokým obsahom Fe, Al a síranov (tab. 1). Hodnotenie mutagénnych účinkov kovov vo vode ukázalo, že tento účinok na bakteriálne

kmene má rozpustený Al. K mutagénnym účinkom dochádza aj pri 1000-násobnom zriedení vody vytekajúcej z haldy (Šucha et al. 1995, Miadoková et al. 1998). Pretože voda presakuje do okolia spôsobuje plošnú degradáciu a eróziu priľahlých pôd, polí a lúk. Okyslené pôdy postupne stratili vegetáciu a časť poškodených pôd bola hlboko erodovaná.

Tab.1: Chemické zloženie vôd zo Šobova z rôzneho obdobia. Limit - Nariadenie vlády SR č. 242/1993-povrchové toky (Šucha et al. 1995, Šottník a Šucha 2001, Lintnerová et al. 2006).

Sample	pH	SO ₄ ²⁻	Fe _{tot}	Al	Mn	Cu	Pb	Zn	As
					mg.l ⁻¹				
1987	1.8	11427	2913	1145					
1993	2.3	16540	3500	1060	80	7.8	0.2	8.5	
1995	2.0	15986	3625	923	71	8.6		8.4	0.67
1996	2.1	17890	3521	1119	84	7.5		10.2	0.78
*1999	2.2	12876	2260	850	51	4.6	0.2	0.4	0.01
**2001	2.3	11700	2454	647	44	4.7	0.2	1.2	0.05
***2002	2.3	11000	1366	638	44	3.5	0.004	4.5	0.20
***2003		6835	1100	500	24	2.5	0.1	3.5	0.01
Limit	6-8	250	2	3	0.3	0.1	0.05	5	0,05

Systém povrchových jarkov zbiera kyslú vodu a sústreďuje ju do nádrže, odkiaľ sa odvádza do opustených bansko-štiavnických baní. Realizovaný sanačný projekt však nemôže sústreďovať a odvádzať všetku vodu do podzemia. Voda, ktorá sa vo väčších množstvách tvorí len sezónne, sa objavuje ako nesústredené výtoky, alebo priesaky na obode haldy, nedá sa efektívne zachytiť a presakuje aj pod haldou do podlažia. V okolí haldy na Šobove sa úspešne testovala účinnosť pasívneho systému čistenia kyslých mineralizovaných vôd pomocou odpadovej organickej hmoty (Šottník a Šucha 2001).

Môžeme povedať, že na ťažených (alebo opustených) sulfidických ložiskách s vysokým obsahom pyritu a bez karbonátov je tvorba kyslých banských vôd vysoko pravdepodobná. Hlavné environmentálne rizikovo kyslej vody je v tom, že vylúhuje a rozpúšťa kovy a iné prvky, ktoré sú inak v normálnom (neutrálnom) prostredí stabilné a tým spôsobuje kontamináciu povodí a ich ekosystémov. Závažná tvorba kyslých vôd je aj v uhoľných ložiskách, kde však obsah kovov je nízky.

Záverečné poznámky

Je nesporné, že ťažba surovín je environmentálne riziková činnosť, ale reálne porovnateľná s inou priemyselnou činnosťou. Hlavné riziká súvisia s produkciou nebezpečného odpadu, znečistenej vody a obmedzenia využiteľnosti iných zdrojov a prostredia.

Skutočný problém by bol, ak by sa environmentálne záťaže vzniknuté ťažbou riešili na úkor celej spoločnosti : tomu by mala brániť legislatíva štátu (EU). Z hľadiska udržateľného rozvoja je závažné najmä to, že prevažná časť surovín, ktoré sa zložitou a nákladnou a s veľkými rizikami získajú z geologického prostredia sa spotrebuje na priemyselnú produkciu, ktorú „nevieme“ recyklovať, a tak okrem iného narastá celkové množstvo odpadu.

V globálnej a efektívne fungujúcej spoločnosti nebude možné environmentálne aspekty prehliadať, ale ani zjednodušovať a prenášať ich na iné spoločnosti, napríklad zákazom geologického prieskumu a ťažby, rizikových technológií a i. v jednej krajine a dovážať suroviny z iných častí sveta.

Literatúra:

FRANKOVSKÁ J., SLANINKA I., KORDÍK J. A KOL., 2010: Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží. ŠGUDŠ, v Bratislave, 1-359.

LINTNEROVÁ O.: 2002: Vplyv ťažby nerastných surovín na životné prostredie. Univerzita Komenského, Bratislava, 1 – 160.

LINTNEROVÁ O., ŠOTTNÍK P., ŠOLTÉS S., 2006: Dissolved matter and suspended solids in the Smolník Creek polluted by acid mine drainage (Slovakia). *Geologica Carpathica* 57, 311 – 324.

LINTNEROVÁ O., ŠOTTNÍK P., ŠOLTÉS S., 2010: Environmentálne riziká tvorby kyslých banských vôd naopustenom ložisku Smolník., Univerzita Komenského Bratislava, 1-157 .

LINTNEROVÁ O., MANGOVÁ K., LÍŠKA, L., ŠPANEK, P., 2011: Geochemická charakteristika vývoja pôd na povrchu rekultivovaného odkaliska pri Smolníckej Hute, *Mineralia Slovaca* 43, 95-111.

MASAROVIČOVÁ, M., SLÁVIK, I., KOVALKOVÁ, J., 2008: Komplexný monitoring odkalísk SR (časť 6). *STU Stavebná fakulta, Bratislava, ZoD-04-184/06, dod. 2/08, 57 s.*

MIADOKOVÁ E., DÚHOVÁ V., REŽNÁ M., KRÁLIKOVÁ A., ŠUCHA V., VLČEK D., 1998: Genotoxicological research on the waste mine drainage water. *J. Trace and Microprobe Techniques* 16/4, 453 – 463.

PETRÁK M., 2013 : Hodnotenie geochemického rizika sedimentov siderit-sulfidických odkalísk Markušovce a Slovinky . RIF UK, dizertačná práca 1-220.

ŠOTTNÍK P., ŠUCHA V., 2002: Možnosti úpravy kyslého banského výtoku ložiska Banská Belá, Štiavnica-Šobov. Mineralia Slovaca, 33, 53-60.

ŠUCHA V., KRAUS I., ZLOCHA M., STREŠKO V., GAŠPAROVIČOVÁ M., LINTNEROVÁ O., UHLÍK P., 1997: Prejavy a príčiny acidifikácie v oblasti Šobova (Štiavnické vrchy). Mineralia Slovaca 29.407-416.

KOM (21), 2011: Oznámenie komisie európskemu parlamentu, rade, európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a výboru regiónov. „Európa účinnejšie využívajúc zdroj – hlavná iniciatíva v rámci stratégie Európa 2020—. Brusel 26.1.2011, KOM(2011) 21 v konečnom znení

SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A EURÓPSKEJ RADY z 15.marca 2006/21/ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu dopĺňajúcu a meniacu smernicu 2004/35/ES, Úradný vestník EU (11.4.2006)

SMERNICA MINISTERSTVA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7. na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia

ZÁKON Č. 514/2008 Z.Z. O nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov

ZÁKON Č. 558/2001 Z.Z. o ochrane a využití nerastného bohatstva (banský zákon) v znení zákona Slovenskej národnej rady č. 498/1991 Zb. NRSR, 2001.: Zákon z 29. novembra 2001, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 44/1988 Zb.

Prof. RNDr. Otília Lintnerová, CSc.

Katedra ložiskovej geológie PRIF UK, Bratislava,

lintnerova@fns.uniba.sk