

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,

Katedra fyzickej geografie a geoekológie

Banské odpady ako sekundárne zdroje nerastných surovín

prof. RNDr. Otília Lintnerová, CSc.

Katedra ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave

TEXT K PREDNÁŠKE

2019

Prednáška a text sú súčasťou riešenia projektu: KEGA č. 003UK-4/2017: Terénne vyučovanie geovied s využitím vybraných náučných chodníkov

Čo sú to banské odpady a ich legislatívny rámec

Najčastejšie sa za odpad považuje vec, ktorej sa chce jej majiteľ zbaviť, alebo tiež hnutelná vec, ktorej odstránenie (zneškodnenie) je potrebné z hľadiska starostlivosti o zdravé životné podmienky a ochrany životného prostredia. V širokom slova zmysle môžeme odpady deliť na bezpečné (inertné) a nebezpečné, na pevné, tekuté a plynne, alebo podľa pôvodu na komunálne, priemyselné a energetické.

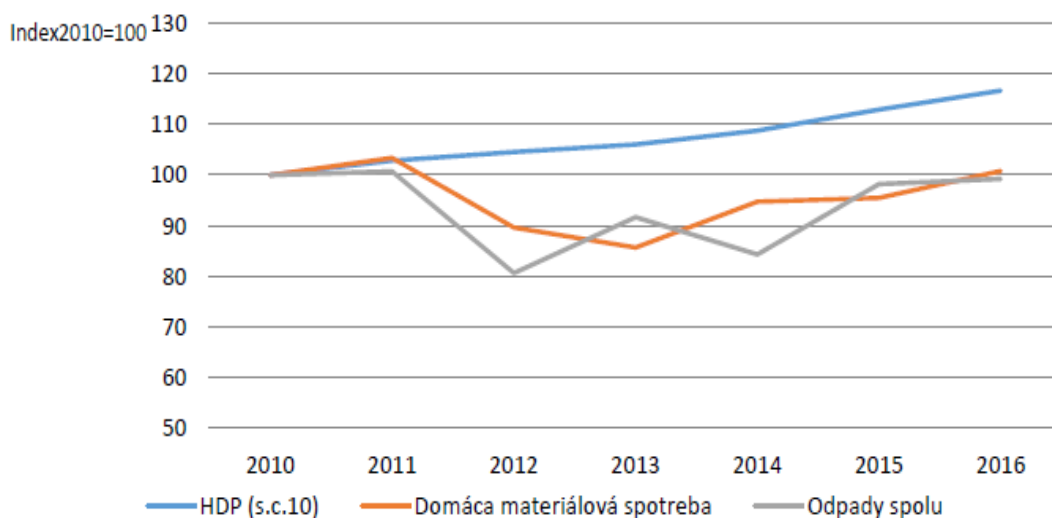
Môžeme povedať, že všetky prírodné materiály, ktoré sa pri banskej a úpravárenskej činnosti človeka vytvárajú, premiestňujú alebo menia a nemajú praktické (ekonomické) využitie môžu byť označené ako priemyselné, resp. banské odpady. Samostatná smernica Európskeho parlamentu a Rady pre odpady z ťažby nerastných surovín presnejšie upravuje označenie vyťaženého minerálneho materiálu ako odpad a bola prijatá v kontexte s inými právnymi normami, vrátane banského zákona (514/2008 Z. z., 2006/21/ES, 558/2001 Z. z., ďalej len ako Smernica). Smernicou tak boli zohľadnené špecifiká banskej a úpravárenskej priemyselnej činnosti a týka sa vznikajúcich odpadov z aktívnych baní a pripravovaných banských projektov.

Medzi hlavné kritériá pre označenie a klasifikáciu minerálnych materiálov ako odpad patrí ich chemická stabilita, objem odpadu a doba, na ktorú je materiál umiestnený na jednom mieste. Smernica rozdeľuje (klasifikuje) odpady na inertné, nie nebezpečné a nebezpečné.

Inertný odpad nepodlieha žiadnym významným fyzikálnym, chemickým alebo biologickým zmenám. Inertný odpad sa nerozpustí, nezhorí, ani nebude inak fyzikálne alebo chemicky reagovať, biologicky sa nerozloží, ani nepriaznivo neovplyvní látky, s ktorými prichádza do styku, takým spôsobom, ktorý by mohol viesť k znečisťovaniu životného prostredia alebo poškodzovaniu zdravia ľudí. Tieto vlastnosti sa posudzujú predpísanými postupmi a certifikovanými laboratóriami. Východiskovým údajom v uvedenom hodnotení je celková vy-lúhovateľnosť a obsah znečisťujúcich látok v odpade a taktiež „eko-toxická výluhu“. Pre inertné odpady musia byť bezvýznamne nízke, takže potenciálne vznikajúce výluhy nesmú ohrozovať kvalitu povrchových a/alebo podzemných vôd. Postupy stanovenia a limity pre jednotlivé ukazovatele na definovanie nie-nebezpečného a nebezpečného odpadu sú uvedené v prílohách zákonov a vyhlášok resp. vo vykonávacom dokumente (2009/359/ES, Smernica SMŽP SR, 1/2015-7). Na základe experimentálneho výskumu môžu byť vypracovávané ďalšie návrhy pre hodnotenie najmä nebezpečných odpadov s cieľom upozorniť na niektoré skutočnosti a vlastnosti, ktoré neboli, alebo nemohli byť uvedené v základných normách (napr. Jurkovič et al. 2012).

Európska komisia v roku 2015 schválila akčný plán pre obehové hospodárstvo s názvom „Kruh sa uzatvára“ (COM, 2015). Zásady predchádzania tvorby odpadu je potrebné používať v celom produkčnom procese - od ťažby a úpravy surovín až po konečnú formu (dizajn) produktov resp. má smerovať až k zníženiu spotreby a opätovnému použitiu materiálov, alebo aj k oprave výrobkov. Na tento dokument nadväzuje „Program predchádzania vzniku odpadu Slovenskej republiky na roky 2019 – 2025“ publikovaný vo Vestníku MŽPSR v roku 2019.

Graf 1: Vznik odpadov celkom, domáca materiálová spotreba a HDP, Index2010=100



(Vestník MŽPSR v roku 2019: Graf signalizuje, že hospodárstvo nerastie v závislosti od využívania domácich surovín a tvorbou odpadu.)

Prečo sa tvoria (alebo netvoria) banské odpady

Pri prieskumných a banských prácach najčastejšie dochádza k premiestneniu horninového materiálu, hlušiny, ktorá neobsahuje rudu, resp. neobsahuje úžitkovú zložku(y) v ekonomicky využiteľných množstvách (aj tzv. chudobná ruda), ale materiál musí byť odstránený, aby sa mohlo vlastné ložisko ďalej skúmať alebo ťažiť. Nové geologické, technologické, ekonomické alebo iné poznatky môžu viesť k tomu, že v minulosti nevyužiteľné (neúžitkové) časti ložiska sa môžu stať predmetom nového prieskumu a ťažby. Preto nie je výnimkou, že aj vytvorený „starší“ odpad môže byť preklasifikovaný na (primárnu) surovinu. Preto aj niektoré úložiská odpadu (najmä odkaliská vyhradených surovín) sú v registri ložísk uvádzané ako ložiská pôvodných surovín. Navyše minerálne materiály z ťažby, ale aj z úpravy surovín, sa starostlivo (kvalitatívne a ekonomicky) hodnotia, pretože môžu byť

materiálom pre iné účely (použitý ako stavebný a konštrukčný materiál na ložisku) alebo iné odvetvia (cementárne, stavebné suroviny, chemický priemysel a i.) Aj pre tieto prípady je možné použiť označenie sekundárna surovina. V banskom priemysle sa manipuluje s veľkými objemami materiálu, čo samo o sebe je nákladné, a preto komplexné spracovanie suroviny zvyšuje možnosť „uskutočniť“ vlastnú ťažbu suroviny a zlepšiť ekonomický prínos ťažby.



Hlušina a nekvalitná surovina v okolí ložiska hlbinné ťaženého ložiska talku (mastenca) Gemerská Poloma.

Z uvedeného by mohlo vyplývať, že v podstate je len málo minerálnych materiálov, ktoré sa dajú jednoznačne označiť ako odpad. Tento stav môže nastať, ale len ak potenciálny (v pláne ťažby) alebo reálne vyprodukovaný odpad je inertný, resp. je bezpečný.

Objem a dĺžka uloženia minerálneho materiálu sú ďalšie dve kritériá pre posúdenie bezpečnosti bankých odpadov. Materiál je stále surovina, ak je uložený na krátku dobu (napr. do 3 rokov). Trvalé uloženie odpadu s objemom väčším ako 1 milión ton priamo zaraďuje minerálny odpad k nebezpečným, aj keď je chemicky inertný (v podstate môže byť „fyzicky“ nebezpečný pre veľký obsah vody, a/alebo jeho rizikového vplyvu na stabilitu hrádze v existujúcich podmienkach a i., 514/2008 Z. z.).

Environmentálne hodnotenie tak zahŕňa opis vlastností odpadu, opis očakávaných fyzikálnych a chemických vlastností odpadu, potenciálne nebezpečných vlastností, opis chemických látok použitých počas úpravy nerastnej suroviny a opis systému prepravy odpadov a kritéria na určenie kategórie úložiska. Environmentálne (potenciálne alebo skutočné) riziko odpadov tak nemôže byť nikdy zanedbané (čo zabezpečuje aj súbor ďalších enviro-zákonov),

skôr hrozí opačný (extrémny) stav, kedy je profesijná odbornosť (odborné posudky, projekty) zamietnutá najmä v dôsledku rastúceho sociálneho konfliktu v mieste výskytu surovín. Príčinou môže byť, že často chýba využívanie surovín v plánoch rozvoja obcí alebo regiónov.



Rekultivované odkalisko (horizontálna plocha v strede) a staré horninové odvaly v okolí ložiska magnetitu pri Jelšave

Apriori negatívne reakcie obyvateľov často pretrvávajú na základe negatívnych „skúseností“ v minulosti alebo vyplynuli z existencie trvalých úložísk odpadu rôzneho pôvodu. Trvalo uložené odpady v blízkosti opustených banských diel niekedy môžu spôsobovať environmentálne problémy, ale skôr môžu dlhodobo brániť využívaniu ostatných zdrojov v území (zabraté územie, obmedzené majetkové práva, ekonomické straty a i.). Banské, ale aj iné úložiská sa dnes označujú ako environmentálne záťaž a sú rôzne riešené v rámci environmentálnej politiky štátu (napr. Paluchová a kol., 2008: Štátny program sanácie environmentálnych záťaží 2010 - 2015, ktorý vláda SR schválila 9.3.2010).

Využívanie odpadov z opustených ložísk, ako sekundárnych zdrojov surovín môže byť pomerne komplikované, najmä ak sa majú splniť environmentálne legislatívne kritéria. V porovnaní s odpadmi z aktívnych banských prevádzok (sledovaných a kontrolovaných novou legislatívou) môže pri ich využívaní skôr dochádzať k rôznym environmentálnym škodám, ako je kontaminácia vôd, pôd, tvorba iného typu odpadu. Jemne rozomleté horninové materiály niektorých odkalísk boli v nedávnej minulosti využívané ako koštručný materiál, ale často bez zhodnotenia ich chemickej aktivity, respektíve toxicity a bez potrebných povolení banských

a/alebo enviro-orgánov. Ak prieskum opustených ložísk a odpadov potvrdí ekonomický obsah kovu a iných úžitkových zložiek, je teoreticky možné ho znovu otvoriť a ťažiť. Avšak obnovenie využívania starých baní/ odpadov podľa platnej legislatívy môže byť ekonomicky neuskutočniteľné a spoločensky neprijateľné, nezávisle od nedostatku surovín alebo na úkor lokálneho rovoja.

Poznámky k surovinovej politike Európy

Obnova surovinového priemyslu bol jedným z cieľov európskeho programu 2020. Cieľom bolo a stále je vyhládať nové surovinové zdroje v Európe, ale aj prehodnotiť staré ložiská a banské odpady. Rozhodnutie pre túto prioritu vychádzalo najmä z kritického nedostatku surovín a vysokej závislosti na cudzích, mimoeurópskych zdrojov. Projekt nie je ukončený a v Európe pracujú desiatky konzorcií, ktoré sa sústreďujú na overenie nových surovín, zhodnotenie minerálnych odpadov, zníženie energetickej náročnosti technológií, ale aj ukladaniu priemyselných odpadov do vyťažených priestorov, vrátane priemyselného CO₂. Úspešné je aj objavenie nových ložísk surovín, napr. vzácnych zemín a kovov, uránu, lítia, horčíku, ílových surovín, bridlicových plynov a pod., aj keď „silné“ environmentálne zákony a enviro-povedomie európskej populácie pravdepodobne neumožnia otvoriť nové ložiská (rizikových kovov), snáď okrem ložísk bezpečných industriálnych surovín. Môžeme to dokumentovať aj na príklade Slovenska, kde aj otvorenie ložiska talku (mastenca), ílových surovín alebo aj stavebných surovín prebieha v (vo veľmi) napätej atmosfére. Dôvera k novým technológiám a postupom, ale najmä k prichádzajúcim investorom je stále nízka, a tak sa nepodarilo otvoriť ekonomicky významné ložiská Au alebo U. Musíme sa zmieriť s mnohými paradoxami a existujúcim stavom. Situácia je podobná aj iných častiach Európy, napriek ekonomickým dôsledkom a dlhodobej závislosti od exportu surovín.

Riziká a surovinový potenciál rôznych odpadov

Ložiská rúd kovov

Jednoduché porovnanie objemu vyťažených surovín a objemu úžitkovej zložky ukazuje, že najväčšie objemy odpadu – teda neúžitkovej horninovej/minerálnej zložky - pripadá na ťažbu rúd. Čím je kov vzácnejší, tým väčšie množstvo minerálneho materiálu je potrebné vyťažiť, pomlieť a upraviť. Z jednej tony horniny sa priemerne získa len 250 kg Fe, 5 kg Cu alebo 2 g Au a zvyšný materiál, často pomletý na zrnitosť 1-2 mm z úpravne je transportovaný vo forme kalu na odkaliská. Materiály z rudných ložísk však obvykle obsahujú sulfidy Fe

(pyrit) alebo iné aktívne minerály, ktoré v rozomletom stave dobre reagujú so vzduchom a vodou a tvoria rozpustené látky, ktoré môžu kontaminovať povrchovú vodu. Preto hlušina obvykle môže slúžiť ako materiál len na vlastnom ložisku, na terénne a stavebné úpravy, zakladanie podzemných priestorov, a prípadne na likvidáciu a rekultiváciu ložiska. Optimálne zníženie rizík musí byť súčasťou projektu ťažby a manažmentu ložiska a územia, vrátane vylúčenia negatívneho dopadu zvyškových toxických chemikálií na zložky prostredia.



Odkaľisko v Hodruši z miestnej flotačnej úpravne Au –rudy, celkový pohľad a vzhľad naplaveného materiálu.

Antimónový odpad ako sekundárna surovina na Slovensku

Antimón patrí tiež ku skupine kritických surovín v Európe, ale aj vo svete, čo sa prejavuje okrem iného, aj vysokou cenou tohto kovu na svetových trhoch. Na Slovensku bolo niekoľko významných ložísk antimónu, ktoré boli aktívne ťažené ešte aj v druhej polovici 20 storočia. Boli to napríklad ložiská Čučma, Pezinok alebo ložisko Dúbrava v Nízkych Tatrách. Environmentálne riziko všetkých opustených Sb ložísk bolo skúmané geológmi z Fakulty v rámci niekoľkých výskumných projektov (APVV, VEGA) a výsledky boli široko publikované, o odborných časopisoch. Na ložiskách sa riešili najskôr potenciálne negatívne environmentálne vplyvy Sb a As rúd a možnosti rekultivácie opustených ložísk (Poproč, Pezinok). V rámci projektov sa zvažoval aj ekonomický potenciál zvyškových zásob Sb, prípadne iných kovov z odpadov napr. na odkaliskách ložiska Dúbrava (pozri práce autorov Chovan M., Jurkovič L., Hiller, E., Lalinská–Voleková B., Šottník P., Ženišová Z. a iní *).

Pre realizáciu projektu – vyťaženie zvyškových kovov z odpadu (zo sekundárnej suroviny) opustených ložísk, kľúčovou podmienkou uskutočniteľnosti je existencia funkčnej úpravne v blízkom okolí. Ani pri komplexnom spracovaní odpadu zisk nemusí stačiť na budovanie nových úpravárenských kapacít. Obdobným problémom bude čeliť aj potenciálne získavanie

kovov, napr. medi z banských vôd tzv. cementáciou alebo nejakou inou technológiou čistenia vôd (viac informácii napr. Lintnerová et al. 2002, 2010).

Nerudné suroviny, príklady zo Slovenska

Potenciál pre ďalšie - sekundárne použitie majú najmä kaly zo silikátových (kremeň, kaolinit, zeolity, perlity, íly) ale aj karbonátových nerudných surovín, (vápence, dolomity, magnezity), ktoré sú chemicky stabilné a neobsahujú vo väčšom množstve sulfidy a iné aktívne minerály. Pri úprave (plavenie, flotácia) dochádza k vytriedeniu žiadaných minerálov a/alebo ich zrnitostných frakcií. Niektoré primárne neúžitkové alebo zrnitostne nevhodné časti alumosilikátového materiálu môžu byť využité najmä v priemysle stavebných materiálov. V rámci nových projektov sú vlastnosti ťaženej suroviny alebo produktov (zrnitostných, minerálnych prímiesí) hodnotené a pripravované v rámci komplexného spracovania suroviny. Avšak kvalita suroviny a/alebo požiadavky odberateľov sa môžu meniť počas využívania ložiska, a preto je potrebné dodatočne pripraviť projekty sekundárneho využitia (vyťažných, deponovaných) materiálov a odpadov.

Takáto situácia nastala aj na ložisko Perlitu (Lehôtka pod Brehmi), kedy časť jemnozrnného materiálu nemá komerčný odbyt. Výskumný projekt je realizovaný na Katedre ložiskovej geológie PRIF UK a vychádza z poznatkov o vulkanických sklách, ale aj spracovania iných minerálnych odpadov. Princíp tvorby tzv. geopolymérov je známy dlhú dobu a následná technológia sa používa najmä na využívanie energetického minerálneho odpadu, popolčiek z tepelných elektrární. Metodika bola experimentálne overovaná a aj pre iné suroviny, najmä kaolín a aktívne vulkanické sklá, akými sú aj perlity. Silno-alkalické prostredie ($\text{pH} > 12$, KOH, NaOH) vedie k rozpúšťaniu alumosilikátových materiálov a následné zohriatie na relatívne nízku teplotu (cca 50-80°C) vedie k tvorbe a stabilizácii priestorných Al-Si sietí (polymérov) a získaniu nových materiálov. Vzniknuté geo-polyméry z popolčiek sú odolné voči tlaku, kyselinám, stabilné do 800°C, majú pucolánové vlastnosti a sú nepriepustné. Popolčky a popolčkové produkty sa používajú najmä do cementov a omietok. Cieľom experimentálnej transformácie perlitových odpadov je vznik zeolitov ako sorpčných materiálov (pozri práce Osacký, M., Uhlík P. Varga P., Binčík T.*)

Množstvá banských odpadov z ložísk industriálnych surovín nie sú také veľké ako z elektrární a zásluhou novej legislatívy by sa ich objem nemal ani významne zvyšovať. Príkladom komplexného spracovania surovín môžu byť aktívne ložiská talku (mastenca) Gemerská Poloma a tiež magnezitové ložisko pri Jelšave.



Rekultivované odkalisko, magnezitové závody Jelšava.

Magnezitové závody produkujú najmä mŕtvo-pálenú magnéziu (DBM), kaustických magnezit, troskotvorné prísady a surový magnezit. Produkcia je určená hlavne pre oceliarský a chemický priemysel, na výrobu žiaruvzdorných materiálov, poľnohospodárstvo a stavebníctvo. V súčasnosti závod už neprodukuje odpad a realizuje dlhodobý program odsunu vytŕaženého materiálu v minulosti do prázdnych priestorov v podzemnej bani.

Vybudovanie modernej úpravne umožnilo komplexné spracovanie talku (mastenca) na ložisku Gemerská Poloma. Talk je bezpečný minerálny materiál (zoznam WHO) a je ho možné využívať aj na medicínske účely. Ďalej má široké použitie v kozmetickom priemysle, ako plnidlo do gumy, papiera, farieb a v mnohých iných odvetviach. Ložisko Gemerská Poloma patrí k najvýznamnejším ložiskám talku v Európe.



Objekty modernej úpravne mastenca a finálna, surovina pod výkonným kalo-lisom, ktorý oddelí vodu z flotačného kalu.

Namiesto záveru

Výskum nerastných surovín je významným smerom vzdelávacieho procesu v rámci geológie, a zahŕňa aj štúdium environmentálnych rizík využívania surovín, alebo materiálový výskum surovín (prírodných nano-materiálov, environmentálnych surovín a i.). Poznanie pôvodu a vlastností domácich nerastných surovín a ich optimálne využívanie je stále základným pilierom študijného programu ložiskovej geológie na PRIF UK. Poznanie surovinového bohatstva štátu je základnou podmienkou udržateľného rozvoja spoločnosti v budúcnosti. Učitelia pri výuke a prezentácii geológie ložísk nerastných surovín vo významnej miere využívajú poznatky z ich predošlých a súčasných vedeckých výskumov a projektov..

Zoznam zdrojov

- COM 2015: Akčný plán pre obehové hospodárstvo „Kruh sa uzatvára“, publikovaný. 2.12.2015 ako oznámenie COM(2015) 614².
- Jurkovič Ľ., Vozár J., Šottník P., Lalinská – Voleková B., Kučerová G., Petrák, M., Tóth R. 2012 : Metodický postup pre komplexný audit odkalísk obsahujúcich odpad po ťažbe nerastných surovín (návrh). El. spol. s. r. o. Spišská Nová Ves, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, 51 s.
- KOM (21), 2011: Oznámenie komisie európskeho parlamentu, rade, európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a výboru regiónov. „Európa účinnejšie využíva zdroje – hlavná iniciatíva v rámci stratégie Európa 2020. Brusel, 26.1.2011.
- Lintnerová O., 2002: Vplyv ťažby a úpravy nerastných surovín na životné prostredie. UK Bratislava, ISBN 80-223-1630-X, 160 str.
- Lintnerová O., Šoltés S., Šottník P., 2010: Environmentálne riziká tvorby kyslých banských vôd na opustenom ložisku Smolník. UK Bratislava ISBN 978-80-223-2764-0, 157 str.
- Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2006/21ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2004/35/ES
- Smernica Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. januára 2015 č. 1/2015-7. na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia.
- 2009/359/ES : Rozhodnutie – komisie z 30 apríla 2009, ktorým sa dopĺňa definícia inertného odpadu v rámci vykonávacieho článku 22 ods. 1. písm. f). smernice Európskeho

parlamentu a Rady 2006/21ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu (Oznámenie pod číslom K(2009) 3012.)

2009/C 27/19 Stanovisko Európskeho hospodárskeho a sociálneho výboru na tému“ priemysel ťažby neenergetických surovín Európe“.

Paluchová a kol., 2008: Štátny programu sanácie environmentálnych záťaží 2010-2015, Informačného systému environmentálnych záťaží, Enviro-portál MŽP SR, 9.3.2010).

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.

Program predchádzania vzniku odpadu Slovenskej republiky na roky 2019 – 2025. Vestník MŽP SR, čiastka 3, 2019, ročník XXVII.

*Evidencia publikačnej činnosti pracovníkov PRIF UK, resp. [www stránka Katedry ložiskovej geológie](http://www.stránka.Katedry.ložiskovej.geológie), osobné odkazy na autorov na internete.