

# Geotechnický opis ložísk nerastných surovín

Tibor Sasvári<sup>1</sup>

## Geotechnical Description of Mineral Deposits

Performing various mineral deposits extraction methods requires thorough knowledge of the rock masses' geomechanical parameters. In the geotechnical description of mineral deposits there is proposed a methodical approach at the collection, registration, and evaluation of rock masses' geological properties for geotechnics being applied within the mining industry.

**Key words:** geotechnical description, matter and structural non-homogeneity, ISRM recommendations

## Úvod

Geomechanické zhodnotenie horninových masívov si vyžaduje komplexné využitie poznatkov geológie, ktoré umožňujú získať spoľahlivé štandardizované faktografické údaje, vhodné pre programy výpočtovej techniky. V súčasnosti sa takýto prístup viac uplatňuje v inžinierskej geológii (Matula a Liščák, 1990), ako v oblasti banských prevádzok. Postupy pre potreby inžinierskej geológie sú v zásade aplikovateľné aj v baníctve, a však tu majú aj svoje špecifiká. Ložiská nerastných surovín, ktoré je možné porovnávať s horskými masívami, využívanými pre stavby, svojimi tvarmi, úložnými pomerami a výplňou predstavujú mimoriadne zložité heterogénne geologické telesá. Ich geotechnickú povahu vyjadrujeme pomocou širšej palety charakteristík, ako je to bežné pre horninové masívy (Đurove a Sasvári, 1996). Vyplýva to z neobyčajne pestrej látkovej a štruktúrnej inhomogenity väčšiny ložísk nerastných surovín, ktoré majú zložitý tvar ložiskových telies, zložitú vnútornú stavbu, nerovnomerné rozmiestnenie úžitkových a jalových zložiek. Takéto odlišnosti vyvolávajú potrebu individuálnych prístupov k jednotlivým ložiskám v súvislosti s ich geomechanickým výskumom a geotechnickým opisom.

Pri geotechnickom opise horninového masívu doporučuje sa postupovať podľa platnej normy STN 72 1001, ako aj podľa dvoch hlavných metód - RMR a Q (Bienavsky, 1989), v ktorých ide najmä

o kvalitatívnu charakteristiku. Odporúčame opierať sa o postupy testovacej komisie (Commission on Testing Methods), ktorá vydáva navrhované testovacie metódy (Suggested Test Methods) na kompletné hodnotenie horninového materiálu a horninového masívu. Tieto metódy doporučujú zamerať sa na označenie horniny a jednoduchý geologický opis, hrúbku vrstiev, index puklinatosti, pevnosti horninového materiálu v jednoosovom tlaku a uhla trenia na plochách nespojitosti.

## Osobitosti geotechnického opisu ložísk nerastných surovín

Geotechnický opis ložísk nerastných surovín by mal obsiahnuť všetky vyššie doporučené charakteristiky horninového masívu, a u väčšiny ložísk by mal byť rozšírený o také geologické charakteristiky ako sú: genéza, tvar, rozmery, kontakt ložiska s okolím, úložné pomery, vnútorná stavba, textúra a štruktúra, výplň ložiska a okolité horniny (Rozložník a Sasvári, 1983). Nakoľko diskontinuity sa významnou mierou podieľajú na geotechnickej charakteristike ložísk a ich okolia a osobitne sa zohľadňujú pri výpočtoch stability banských diel a porubov žiada sa, aby ich charakteristika bola doplnená aj o penetratívnosť, genitu a trópiu, tesnosť a drsnosť stien diskontinuity, výplň, vodonosnosť, výnos vrtného jadra, blokovitnosť, pevnosť hornín a stien diskontinuity, na základe poľných a laboratórných skúšok.

*Genéza hornín ložiska* je údaj, ktorý je významom rovnocenný s označením charakteru horniny. Medzi základnými genetickými typmi endogénnych ložísk možno vymedziť magmatické, pegmatitové, karbonatitové, metasomatické a hydrotermálne. Exogénne ložiskové typy môžu zahrnúť

<sup>1</sup> Katedra geológie a mineralógie F BERG Technickej univerzity, 043 84 Košice, Park Komenského 15  
(Doručené 30.9.1996, revidovaná verzia doručená 2.12.1996)

zvetralinové a sedimentárne, a medzi metamorfogénnymi ložiskami možno vymedziť metamorfované a metamorfné.

*Tvar ložiska* môže byť označený podľa bežnej klasifikácie ako doskovitý, žilný, šošovkovitý, stĺpcovitý, pňovitý. Pri charakteristike tvarov je dôležité uviesť stupeň premenlivosti a rovnomernosti tvaru, vychádzajúci z variability hrúbky ložiskového telesa.

*Rozmery ložiska* je vhodné zadať pomocou smerného a hĺbkového rozsahu a priemernej hrúbky v metroch.

*Kontakt ložiska* vymedzuje látkove kontrastný alebo pozvoľný kontakt. V prípade mechanickej diskontinuity sa opisuje jej povaha.

*Úložné pomery* sú vyjadrené hĺbkou uloženia vzhľadom k povrchu. Pri doskovitých, žilných, príp. šošovkovitých telies sa určí smer a sklon ložiska, pri stĺpcovitých ložiskách smer a sklon osi telesa.

Horninová výplň ložiska sa charakterizuje podľa hlavných minerálov. Dôležité sú údaje o pomernom zastúpení jednotlivých zložiek, ich vzájomnej väzbe a priestorovej distribúcii. Ložisková výplň má byť charakterizovaná jej pevnostnými vlastnosťami, ale aj opisom charakteru a stupňa sekundárnych premien.

*Vnútorá stavba* ložiska býva zvyčajne veľmi zložitá. Vyjadruje sa typmi textúr a štruktúr. Z hľadiska geomechaniky je dôležité vymedziť, či ide o textúru kompaktnú, pórovitú, alebo o textúry rozpadavé. Štruktúry udávajú veľkosť častíc, ich rovnomernosť a vzájomné väzby medzi podobnými minerálmi. K vnútornej stavbe ložiska patria aj štruktúry vrásových a disjunktívnych deformácií.

Pri opise *okolitých hornín* má osobitný význam opis charakteru a stupňa premien, s ktorými sa stretávame najmä v oblasti hydrotermálnych ložísk, ktoré podobne ako vplyv zvetrávania môžu do značnej miery zmeniť ich geotechnické vlastnosti.

V podmienkach geomechaniky aplikovanej pre baníctvo, je potrebná podrobná charakteristika diskontinuit na základe penetratívnosti, genity a trópie, tesnosti a otvorenosti, výplne, drsnosti a frekvencie diskontinuit.

*Penetratívnosť* diskontinuit vyjadruje, rozsah ich prenikania horninovým masívom. Spoľahlivo ju môžeme zistiť iba vtedy ak horninový masív je dostatočne odkrytý v troch navzájom kolmých smeroch. Penetratívnosť zistíme pre každú skupinu diskontinuity. Penetratívnosť sa v niektorých klasifikáciách označuje ako „perzistencia“ a znamená to stálosť diskontinuit. Používa sa však skôr pre vyjadrenie stavu homogenity štruktúrnych prvkov.

Genita a trópia. *Genita* vyjadruje stupeň rovnorodosti - homogenity rozmiestnenia diskontinuitného systému v horninovom masíve. *Trópia* je stav, vyjadrujúci do akej miery je stavba horninového masívu v jednotlivých smeroch rovnaká (izotropná) alebo rôzna (anizotropná). Na stupni genity a trópie závisí stupeň rovnomernosti mechanických vlastností hornín v rámci horninového masívu. Tieto vlastnosti môžeme vyjadriť pomocou tektonogramov a histogramov.

*Otvorenosť* (tesnosť) diskontinuit je významná z hľadiska určenia pevnosti hornín v šmyku. Určuje sa ako kolmá vzdialenosť medzi príľahlými stenami diskontinuity.

*Výplň diskontinuity* má prevažne nižšiu pevnosť ako okolitá hornina. Najčastejšie ide o tektonický íl, mylonit, brekciu alebo piesok, zriedka až o balvany. V prípade rudnej alebo nerudnej výplne ide o žilu. Pevnosť výplne závisí na minerálnom zložení, stupni diagenézy, zrnitosti, obsahu vody, drsnosti stien, hrúbky a narušení stien diskontinuity, vrátane vplyvu neotektoniky.

*Drsnosť plochy diskontinuity* má významný vplyv na pevnosť v šmyku. Zvyčajne ide o anizotropnú vlastnosť. Smerom prekonania pevnosti v šmyku vzniká ryhovanie. Odhad drsnosti stien môže napomôcť stanoveniu pevnosti v šmyku pozdĺž nevyplnených diskontinuit.

### **Sumarizácia geotechnického opisu ložísk nerastných surovín**

Vyššie uvedené základné vlastnosti horninového masívu ovplyvňujú jeho geomechaniku. Spravidla existujú medzi nimi významné interakcie, pričom niektoré parametre môžu celkové vlastnosti horninového masívu výraznejšie ovplyvniť. Dôležitou úlohou geomechanického hodnotenia masívu ako celku je reprezentatívny súbor vlastností. Celkové hodnotenie horninového masívu sa uskutočňuje sumarizáciou, napr. podľa bodového hodnotenia, čo môže poskytnúť dobrý podklad pre alternatívne riešenia. Zároveň ale môže poslúžiť pre porovnávanie jednotlivých, ložísk patriacich k spoločnej skupine, pre odlišenie zvláštností a vymedzenie spoločných vlastností, v záujme lepšieho používania metodológie analógií.

#### **Metodika zberu a vyhodnotenie údajov**

Pri budovaní databanky geologických údajov pre geomechanické zhodnotenie horninového masívu je vhodné opierať sa o metódy ISRM (International Society for Rock Mechanics), ktoré však

odporúča doplniť o vyššie uvedené osobitosti geotechnického opisu ložísk nerastných surovín. Ide najmä o doplnenie pôvodnej prieskumnej, či banskogeologickej dokumentácie o nové údaje, dôležité pre geomechaniku. Treba pritom rešpektovať kompatibilitu s platnou technickou normou STN 72 1001 (Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii, 1989).

V banskogeologickej dokumentácii je vhodné charakterizovať diskontinuity po stránke kvalitatívnej i kvantitatívnej. Pod diskontinuitami nechápeme len mechanické prerušenie súvislosti horniny (foliácie, pukliny, zlomy), ale aj látkové diskontinuity. Často sa však stretávame s príkladom tak látkovej ako aj mechanickej diskontinuity (napr. striedanie petrograficky odlišných vrstiev podľa vrstevných špár).

*Látkové diskontinuity* zvyčajne oddeľujú celky s odlišnými geotechnickými vlastnosťami. V podmienkach ložísk nerastných surovín sú to najmä hranice ložiska, petrograficky odlišné typy hornín, vložky v ložiskovej výplni, rôzne agregáty minerálov, odlišné textúry štruktúry a celky, vyznačujúce sa rôznym stupňom navetrania alebo hydrotermálnej premeny. Zvyčajne sú vyššie uvedené látkové diskontinuity v banskogeologických mapách a rezoch vyznačené. Menej priestoru je však venované odlišeniu rôzne premenených hornín, hraniciam medzi jednotlivými typmi hornín a ložiskovou výplňou. Bolo by potrebné vymedziť látkovo homogénne celky, ktoré by mali byť osobitne geotechnicky otestované.

*Mechanické diskontinuity* by mali byť registrované a klasifikované aj z hľadiska potrieb geomechaniky.

*Vrstevnatosť* a *foliácia* (zvrstvenie, bridličnatosť, kliváž) reprezentujúce plošneparalelnú stavbu horninového masívu, mali by byť správne geneticky odlišené, popísané a vzájomne nezamenené. Málo sa registruje orientácia foliácie v potrebnej frekvencii.

Pri systematickej registrácii puklinatosti je treba sa orientovať na triedenie do systémov, v ktorých môžeme posúdiť ich penetratívnosť, hustotu, otvorenosť, výplň, atď. Výsledkom musí byť vymedzenie puklinových systémov a ich geotektonická charakteristika.

*Poruchové zóny* sú v banskogeologických mapách vyznačené, avšak ich bližšia geotektonická charakteristika často chýba.

*Blokovitosť* je daná súborom diskontinuit, ktoré sa navzájom pretínajú. Ich hustota a orientácia určuje veľkosť a tvar bloku. Blokovitosť je dôležitou vlastnosťou horninového masívu. Čím sú bloky väčšie, tým je masív z hľadiska geomechaniky vhodnejší.

Geotechnické typy hornín a ich vymedzenie v priestore je konečným cieľom registrácie, testovania a vyhodnotenia geomechanických údajov. Predpokladá sa, že je potrebné mať k dispozícii celý rad súborov vyššie uvedených údajov. V zásade ide o vymedzenie úsekov a blokov, ktoré je možné z hľadiska geomechanických vlastností považovať za homogénne.

Metodika zberu a vyhodnotenia základných geologických údajov pre geotechnické účely vychádza najmä z tektonickej analýzy. Nakoľko ide o javy, ktoré majú často náhodný a hromadný charakter, s výhodou sa využíva geostatistická analýza hodnotenia registrovaných výsledkov.

### Záver

Vyššie uvedený návrh na geotechnický opis ložísk nerastných surovín vychádza z uplatnenia geotektonickej analýzy pri výskume rudných polí. Je pokusom o návrh aplikácie geotechnického opisu ložísk nerastných surovín na báze skúseností v oblasti inžinierskej geológie (STN 72 1001) a doporučená ISRM. Pri návrhu metodiky opisu boli zohľadnené osobitosti ložiskového prostredia ako i spoločné požiadavky baníckych technológií. Išlo predovšetkým o to, aby návrh obsahoval údaje, o ktoré by mala byť doplnená základná banskogeologická dokumentácia, aby mohla byť komplexne využitá pre geotechnické hodnotenie horninového masívu, obsahujúceho teleso ložiska nerastných surovín.

### Literatúra

- Bieniawski, Z. T.: Engineering Rock Mass Classifications. I. Wiley & Sohn, New York, 1989, 1-70.  
 Ďurove, J. a Sasvári, T.: Geomechanické hodnotenie horninového masívu a ložísk nerastných surovín. In: Zborník ref.z medzinárodnej konferencie "Geotechnika - Ostrava 96", 28.-30.5.1996, 162-164.

- Matula, M. a Liščák, P.: Porušenosť hornín a jej inžinierskogeologické hodnotenie. *Mineralia Slovaca*, 1990, 22, 345-352.
- Rozložník, L. a Sasvári, T.: Metodika štruktúrnej analýzy aplikovanej pre potreby geomechaniky na príklade bloku č. 30 Miková - Jelšava. *Manuskript - archív TU BERG, Katedra geológie a mineralógie, Košice, 1983, 1-57.*
- Suggested Test Methods: Rockbolt testing (1974), Surface Monitoring of Movements across Discontinuities (1984), Large scale triaxial testing (1985), Deformability (large flat jack, 1986), Stress determination (1987), Flexible dilatometer (1987), Seismic testing in boreholes (1988), Fracture toughness testing (1989). *In: International Journal for Rock Mechanics and Mining Sciences, Springer - Vlg, Wien, New York.*
- STN 72 1001. Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii (1989).