



# Stabilita lomu a depónie sadrovcového ložiska Šafárka Markušovce

Michal Maras<sup>1</sup>, Juraj Ďurove<sup>1</sup>, Pavol Vavrek<sup>1</sup>, Jozef Bocan<sup>1</sup>, Jaroslav Daňko<sup>1</sup>

## Stability of the open pit and dump of the Šafárka Markušovce gypsum deposit

The paper deals with the analysis, evaluation and design of the most suitable dip of slopes of the overburden, pit walls, and dump slopes of the Markušovce – Šafárka gypsum deposit. As resulted from the solution, due to required safety and safeguarding the optimum overburden ratio, the given parameters of slopes can serve as basis for working out the project of mining, except of the judging mining methods which require the practical verification.

**Key words:** slope stability, geomechanical investigation, overburden, dump, dip of slopes, open pit mine.

## Úvod

V súvislosti s otvárkou sadrovcového ložiska Markušovce – Šafárka bol pracovníkmi Katedry dobývania ložísk a geotechniky F BERG TU v Košiciach realizovaný výskum fyzikálno-mechanických vlastností hornín a stability lomu a depónie uvedeného ložiska. Cieľom uvedeného výskumu bolo určenie parametrov lomu a depónie z hľadiska geometrických rozmerov (uhly a výšky jednotlivých rezov a svahov).

## Stručná poloha, pozícia a geologická charakteristika ložiska

Ložisko evaporitov Markušovce – Šafárka (Jančura a Sasvári, 1997) sa stratigraficky viaže na najvyššie sekvencie novoveského súvrstvia krompašskej skupiny (vrchného permu) mladšieho paleozoika gemerika. Novoveské súvrstvie pozvoľne prechádza do nadložných spodnotriasových pestrých bridlíc a slienitých bridlíc. V bezprostrednom nadloží povrchovo ťažiteľného ložiska (juhovýchodná časť) ležia erozívne relikty bunkovitých dolomitov – v podobe balvanov, zvetralých úlomkov až reziduálnych hĺn. Nad nimi je 15 m až 20 m odkrývka tvorená kvartérou hlinou. Stredná hrúbka odkrývky v bloku 1 povrchovo ťažiteľného sadrovca je 20,7 m, v bloku 2 je 17 m. Na základe makroskopického hodnotenia, podľa výsledkov technologických rozborov, ide o hliny prevažne žltkavé, svetlohnedej až okrovej farby, s variabilným obsahom úlomkov okolitých hornín. Pri báze v polohách hĺn pribúdajú úlomky dolomitu. Podľa obsahu ťažko drvitelných zŕn väčších ako 2 mm, sú nepoužiteľné ako tehliarska surovina pre priemernú výrobu (nevyhovujú požiadavke na pevnosť v ohybe po sušení). Materiál je využiteľný ako výplň pre rekultivačné účely (Pirník et al., 1998).

## Stabilita lomu

Výpočet stability lomu bol vykonaný pomocou špecializovaného výpočtového systému PETERSSON, ktorý bol vytvorený v Banských projektoch Teplice, Česká republika (Gerlich a Kubizňák, 1991). Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín, použité pri výpočte, sú uvedené v tabuľke 1 (Ďurove et al., 1999). V rámci vyššie uvedeného výskumu bol hlavný dôraz kladený na riešenie stability odkrývky. Problém lomových stien ložiskovej polohy bol posudzovaný len z aspektu geomechanických a ťažobných parametrov ťažobných rezov, pričom boli viac menej potvrdené predpoklady autorov Cehlár et al. (1998).

Tabuľka 1. Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín ložiska a nadložia.

Číslo vzorky	Hornina	w [%]	$\rho_0$ [kg m <sup>-3</sup> ]	$\alpha_s$ [°]	$\sigma_{il}$ [MPa]	$\tau_{ps}$ [MPa]	c [kPa]	$\phi$ [°]
1	hĺna 1	5,9	2 228	37	-	-	47,0	6,9
2	hĺna 2	5,5	2 187	34	-	-	36,0	3,1
3	rezíduum	4,5	2 386	35	-	-	25,5	28,8
4	sadrovec	3,1	2 335	-	23,9	6,1	-	35,8

Výsvetlivky: w – vlhkosť,  $\rho_0$  – objemová hmotnosť,  $\alpha_s$  – uhol voľne nasypaného horninového materiálu,  $\sigma_{il}$  – pevnosť horniny v prostom tlaku,  $\tau_{ps}$  – pevnosť horniny v prostom strihu, c – súdržnosť zeminy,  $\phi$  – uhol vnútorného trenia.

## Odkrývka

### Východzie údajje

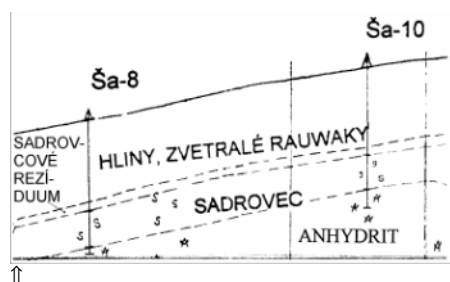
Pri určovaní stability odkrývky sme vychádzali zo skutočnosti, že v severnej a severovýchodnej časti ložiska (zásoby kategórie Z – 1) je hrúbka nadložia najväčšia a pohybuje sa okolo 21 m (obr. 1). Po celkovom zhod-

<sup>1</sup> Doc. Ing. Michal Maras, CSc. Doc. Ing. Juraj Ďurove, CSc., Ing. Pavol Vavrek, Ing. Jozef Bocan a Ing. Jaroslav Daňko, Katedra dobývania ložísk a geotechniky Fakulty BERG Technickej univerzity, 043 84 Košice, Park Komenského 19 (Recenzovali: Ing. Jozef Slavkovský, CSc. a Ing. Ivan Krajník)

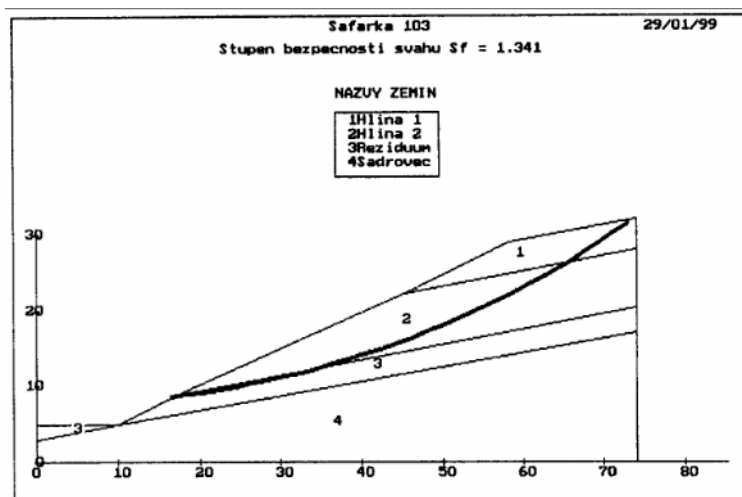
notení technologických možností prevádzkovateľa lomu a hlavne vzhľadom na optimálne vedenie otváracích prác, bola navrhnutá odťažba odkrývky v jednom reze. Sklon rezu odkrývky bol dimenzovaný na požadovaný stupeň bezpečnosti podľa Vyhlášky Slovenského banského úradu 29/1989 Zb. o bezpečnosti práce a prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej bankým spôsobom na povrchu (tretia časť, druhý diel, § 35). Vzhľadom na to, že prevádzkovateľ lomu plánuje používať na odkrývkové práce buldozér, požiadavku ust. § 35 odst. 1 vyhlášky SBU č. 29/1989 Zb. v znení „pritom výška rezu nesmie presahovať výškový dosah dobývacieho stroja“, je možné považovať za splnenú.

### Výsledky

Parametre rezu odkrývky: *sklon rezu odkrývky: 26°, stupeň bezpečnosti rezu odkrývky: 1,341*. Grafické znázornenie rezu odkrývky je na obr. 2.



Obr.1. Geologický rez predmetnou časťou ložiska.



Obr.2. Grafické znázornenie rezu odkrývky s vypočítaným stupňom bezpečnosti svahu odkrývky.

## Ložisko

### Ťažobný rez

Parametre ťažobných rezov boli určené podľa Vyhlášky Slovenského banského úradu č. 29/1989 Zb. o bezpečnosti práce a prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej bankým spôsobom na povrchu (tretia časť, druhý diel, § 35 a 36). Vzhľadom na geologické pomery ložiska, plánovanú dobývaciu metódu a parametre dobývacích strojov (Cehlár et al., 1998) boli navrhnuté nasledujúce parametre ťažobných rezov: *maximálna výška ťažobného rezu: 15 m, minimálna šírka pracovnej plošiny: 20 m, sklon ťažobného rezu: 65°*.

### Čiastkový svah ťažobných rezov

Parametre čiastkového svahu ťažobných rezov boli určené podľa Vyhlášky Slovenského banského úradu č. 29/1989 Zb. o bezpečnosti práce a prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej bankým spôsobom na povrchu (tretia časť, druhý diel, § 33 a 34). Vzhľadom na rozmery ťažobných rezov, s prihliadnutím na navrhovanú dobývaciu metódu, dobývacie stroje, dopravné zariadenia a geologické a technické vlastnosti sadrovca a anhydritu (Cehlár et al., 1998) boli navrhnuté nasledujúce parametre čiastkového svahu ťažobných rezov v bočných a konečných záverných svahoch: *šírka ponechaných ústupkov: 10 m, sklon čiastkového svahu ťažobných rezov: 47°*.

## Stabilita depónie

### Východzie údaje

Výpočet stability depónie bol vykonaný tiež pomocou vyššie uvedeného špecializovaného výpočtového systému PETTERSSON. Výsledné hodnoty fyzikálno – mechanických vlastností hornín, ukladaných na depóniu, boli určené ako aritmetický priemer všetkých troch petrografických typov nadložja (Ďurove, J. et al., 1999). V tabuľke 2 sú uvedené ich hodnoty.

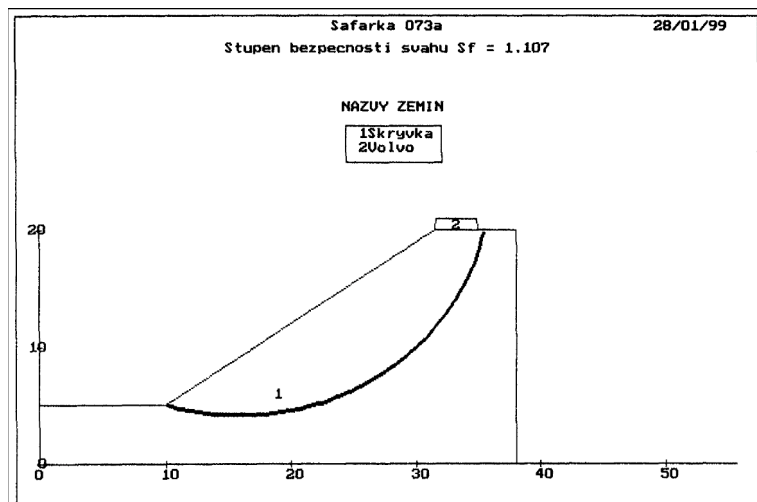
Tabuľka 2. Fyzikálno – mechanické vlastnosti hornín depónie

Hornina	$\rho_0$ [ kg m <sup>-3</sup> ]	$\alpha_s$ [°]	c [kPa]	$\phi$
Depónia	2 287	35	36	12°55'

## Výsledky

## Výsypkový stupeň

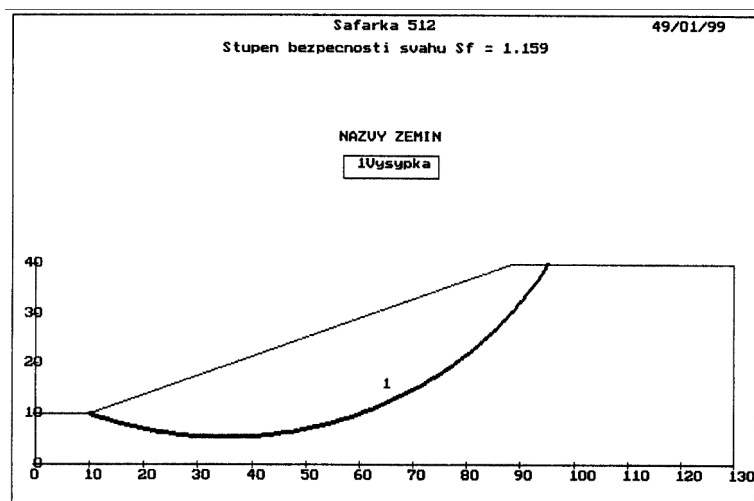
Parametre výsypkového stupňa boli určené podľa Vyhlášky Slovenského banského úradu č. 29/1989 Zb. o bezpečnosti práce a prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej banským spôsobom na povrchu (tretia časť, tretí diel, § 47). Vzhľadom na zaistenie stability pracovných mechanizmov, dopravných zariadení a dopravných ciest a na základe fyzikálno-mechanických vlastností hornín depónie boli stanovené nasledujúce parametre výsypkového stupňa: maximálna výška výsypkového stupňa: 15 m, šírka pracovnej plošiny výsypkového stupňa: 34 m, stupeň bezpečnosti výsypkového stupňa: 1,107.



Obr. 3. Grafické znázornenie výsypkového stupňa s vypočítaným stupňom bezpečnosti.

Parametre generálneho svahu výsypky boli určené podľa Vyhlášky Slovenského banského úradu č. 29/1989 Zb. o bezpečnosti práce a prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej banským spôsobom na povrchu (tretia časť, tretí diel, § 45 a 46), aj keď tieto ustanovenia sa nevzťahujú na výsypky neuhľových lomov. Vzhľadom na rozmery jednotlivých výsypkových stupňov, navrhovaný spôsob zakladania, základacie stroje a zariadenia a na základe fyzi-

kálno mechanických vlastností hornín depónie bol stanovený nasledujúci sklon generálneho svahu výsypky: sklon generálneho svahu výsypky 21°, stupeň bezpečnosti generálneho svahu výsypky: 1,159.



Obr. 4. Grafické znázornenie generálneho svahu výsypky s vypočítaným stupňom bezpečnosti.

Generálny svah výsypky:

## Záver

Stanovené klzné plochy a vypočítané stupne bezpečnosti  $S_f$  svahov lomu a depónie, pre zabezpečenie trvalého stavu ich stability, budú vyžadovať geotechnické opatrenia formou odvodňovania v prípade nepriaznivých poveternostných podmienok.

## Literatúra

- Cehlár, M., Rybár, P. a Bauer, V.: Dobývanie sadrovcového ložiska Markušovce – Šafárka. In: *Acta Montanistica Slovaca*, 4/1998, s. 455-561.
- Ďurove, J., Maras, M., Vavrek, P., Bocan, J., Daňko, J. a Baraník, J.: Fyzikálno – mechanické vlastnosti hornín z ložiska Šafárka – Markušovce. *Záverečná správa. F BERG TU Košice, február 1999*, s. 13.
- Gerlich, P. a Kobizňák, K.: Výpočet stability svahu metódou PETTERSSON na válcových smykových plochách. *Banské projekty Teplice, s.p., 1991*, s. 31.
- Jančura, M. a Sasvári, T.: New information of the Markušovce – Šafárka gypsum and anhydrite deposit (Eastern Slovakia). *Slovak geological Magazine* 3/1997 (ISSN 1335-96X), Bratislava, 1997, s. 217-222.
- Maras, M., Ďurove, J., Vavrek, P., Bocan, J., Daňko, J., Baraník, J.: Stabilita lomu a depónie ložiska Šafárka Markušovce. *Záverečná správa pre Želba, a.s., o.z. Rudňany. KDLaG F BERG, TU Košice, feb. 1999*, s. 10.
- Pirník, P., Jinda, P. a Jančura, M.: Plán otvárk, prípravy a dobývania výhradného ložiska „Markušovce – Šafárka – sadrovec, anhydrit“ povrchovým spôsobom na roky 1998 – 2005. *Želba, a.s. Spišská Nová Ves 1998*.