

Sanácia predpolia razeného banského diela (oblasť stropu) v podmienkach bane Nováky, o.z.

Miroslav Schvandtner¹, Juraj B. Ďurove² a Tibor Sasvári³

A forefront correction of the driving work ceiling area in the Novaky mine conditions

Underground working are unthinkable interface with rocks environs in which are they situated. The age, origin and the rocks type, which are generating a rock massif markedly influence the course and safeness of mining works. A knowledge of the effect of tectonic structure on the properties of the rock massif is of importance for realising the repairs of the rock massif and designing the evolution transformation active areas in surroundings of minings works. In the next article we'll discuss consequences of the cooperation of geology and geomechanic, which lead to a successful solution of the stability in the mining workings.

Key words: geology, cooperation geology and geomechanick, stability mining workings.

Úvod

Podzemné banské diela sú neodmysliteľne prepojené s horninovým prostredím v ktorom sú budované. Vek, pôvod a typ hornín, tvoriace horninový masív výrazne ovplyvňujú priebeh a bezpečnosť banských prác. Znalosť vplyvu tektonických štruktúr na vlastnosti horninového masívu majú podstatný význam pri realizácii sanácie horninového masívu a predurčujú vývoj pretvárania aktívnej oblasti v okolí banského diela. Preto v nasledujúcom článku chceme zdôrazniť dôležitosť bezprostrednej spolupráce geológie a geomechaniky čo vedie k úspešnému riešeniu stability banských diel.

Štruktúra tektonickej stavby bloku v ktorom bolo razené banské dielo 108 171-15

Blok, v ktorom bolo razené banské dielo 108 171-15 je možné charakterizovať ako blok, ktorý vznikol po uhlotvornej sedimentácii poklesovým pohybom SV.-JZ. smeru. Amplitúdy vertikálneho pohybu, ohraničujúce danú oblasť dosahujú hodnotu 50 m. Je to dôsledok extenznej, poklesovej tektoniky fungujúcej po ukončení uhľotvornej sedimentácie. Zóna hraničných poruchových zón bola porušovaná mladšími tektonickými poruchami s variabilným úklonom v rozmedzí 30-90 °.



Foto 1. Čelba banského diela 108 171-15 Baňa Nováky, o.z. (na fotodokumentácii vidieť, že svetlý íl nadobúda charakter duktilných dutín).
Photo 1. Face of the mining working 108 171-15 Baňa Nováky, o.z. (see the light clay getting a character of ductil alarm clock).

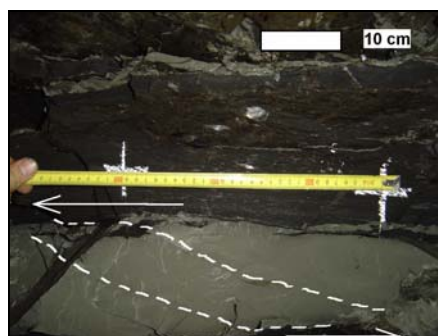


Foto 2. Čelba banského diela 108 171-15 Baňa Nováky, o.z. (na fotodokumentácii vidieť subhorizontálny - plastický posun, segmentáciu pôvodnej vrstvy a nadobúdanie sigmoidálnej deformácie).
Photo 2. Face of the mining works 108 171-15 Baňa Nováky, o.z. (see the subhorizontal plastic displacement, segmentation of the original layer and the acquirement of a deformation sigmoidal deformation).

¹ Ing. Miroslav Schvandtner, Hornonitrianske bane Prievidza, a.s., Matice slovenskej 10, 971 01 Prievidza, schvandtner@hbp.sk

² doc. Ing. Juraj B. Ďurove, PhD., Katedra dobývania ložísk a geotechniky, Fakulta BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 042 00 Košice, juraj.durove@tuke.sk

³ prof. Ing. Tibor Sasvári, PhD., Katedra ložiskovej a aplikovanej geológie, Fakulta BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 042 00 Košice, tibor.sasvari@tuke.sk

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 14. 9. 2006)

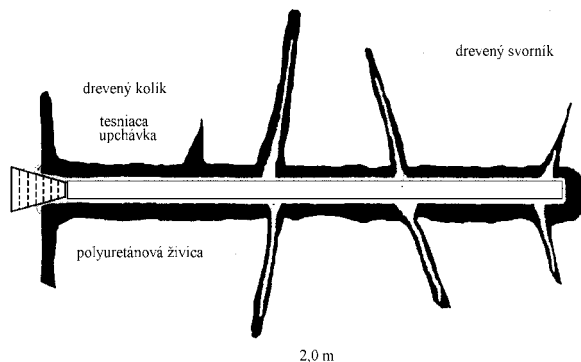
Pôsobenie maximálneho subvertikálneho a minimálneho subhorizontálneho napätia v uhoľnom sloji sa prejavuje vznikom separovaných budín ílových hornín v sigmoidálnom tvare. Vytiahnuté polohy-rohy indukujú smer tektonického transportu (foto 1), a poukazujú na silnejšiu progresívnu deformáciu a rotáciu elipsoidu konečnej deformácie pri nekoaxiálnom jednoduchom strihu (Hanmer a Paschier, 1991). Deformácia pri vysokých hodnotách strižného napätia môže vytvárať budiny (foto1), často separované a ich rohy dostávajú duktilný tvar (Goldstein, 1988).

Počas procesu razenia bol zistený subhorizontálny, plastický posun ílových hornín, segmentácia pôvodnej vrstvy a podmienky sigmoidálnej deformácie (foto 2).

Aplikácia spevňovania predpolia banského diela 108 171-15

Postup pri injektovaní PUR - ampulami

Najskôr sa vyvrtá vrt priemeru 40 mm a dĺžky 2,0 m - tieto parametre sú v súlade s geológiou prostredia, a so zabezpečením prekrytia vrstiev. Vítanie pomocou vzduchovej vrtáčky PVN 42 B s použitím vzduchového vrtáku je vhodné voľbou pre zabezpečenie symetrickosti vrtu oproti šnekovému vrtáku. Drvina je vynášaná stlačeným vzduchom. Potom ampule v počte 1 - 2 ks na 1 bežný meter vrtu sú jednotlivito zavedené drevenou tyčou (nabijakom) do vrtu, kam je následne rotačným pohybom zasunutý drevený svorník. Po dosiahnutí dna vrtu musí rotácia trvať ešte 30 sekúnd pre zaistenie dokonalého premiešania

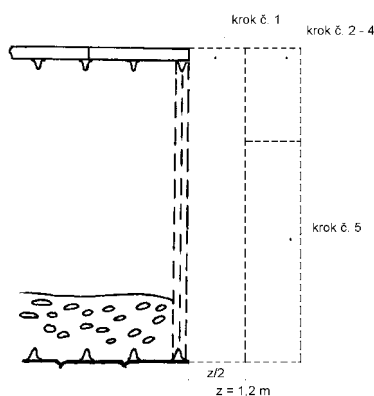


oboch zložiek v PUR ampulách. Pri porušení obalov ampúl a následnom premiešaní zložiek začne vytvorená zmes pôsobením CO₂ zväčšovať svoj objem. Pri dobre utesnenom ústí vývrtu (ílová upchávka a tesniaci kolík) zmes vnikne do puklín v masíve a spôsobí jeho zlepenie - stabilizáciu (obr. 1).

Obr. 1. Detail vrtu - injektáž PUR ampulami.

Fig. 1. Detail of the propeller - grouting PUR ampoule.

Spevňovanie v oblasti rozvolnených hornín



Objektom spevňovania bolo predpolie razeného banského diela 108 171-15, konkrétne strop a oblasť diskontinuit v 8. ťažobnom úseku. Spolu v období od 29. 05. 2005 do 10. 06. 2005 sa injektovalo 30 m chodby. Od začatia samotného razenia sa zistila slabá súdržnosť stropu a vznikali nadvýlomy. Spočiatku bolo razenie náročné na pracnosť a realizované tunelárskym spôsobom. Berúc do úvahy razenie v málo pevných horninách, vývoj napäťovo - deformačného procesu chodby v súčinnosti s pôsobením gravitačnej sily ovplyvnili technológiu spevňovania. Na to aby sa zabezpečila "nosníková teória" v tomto prípade, bolo nevyhnutné pri spevňovaní primárne už narušeného prepolia, t.j. 5-6 m realizovať injektovanie masívu oblasti výlomu zaisteného tunelárskym spôsobom.

Obr. 2. Bokorys rozpojovania čelby.

Fig. 2. Side - view desintegration of the face.

Počas postupu čelby bol zistený vylepšujúci stav stability stropnej časti. Prekážku pre injektáž však predstavovali ílové horniny, ktoré boli orientované v hornej časti pravej strany (orientácia - v smere razenia). V podobných miestach nebolo možné uzatvoriť vejár vrtov. Tento nepriaznivý vplyv sa riešil technológiou rozpojovania (obr. 2).

Spevňovanie v oblasti primárne nenarušených hornín

Spevňovaná oblasť primárne nenarušených hornín, bola oblasť smerne orientovaná od 40 m do 65 m chodby. Z pohľadu stability, je to úsek v ktorom bol prejav vertikálnej zložky napätia najmenší, z dôvodu zabezpečenia stabilnejších podmienok predchádzajúceho úseku (6 metrový úsek - od 35 m do 40 m). Podcenenie časového faktoru medzi zabudovaním dočasnej a definitívnej výstuže spôsobilo náhle uvoľnenie hornín a vznik nadvýlomu v oblasti stropu, ale nie takého rozmeru, ako pri razení bez spevňovania dňa

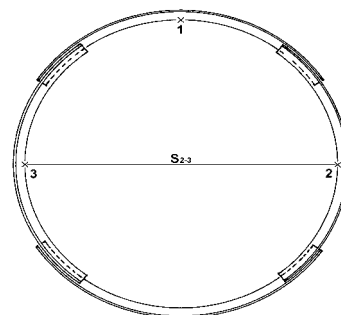
27. 05. 2005 (výška nadvýlomu 3,5 m; staničenie 34 m). Daná skutočnosť sa prejavila deformačnou anomáliou preklzu v oblasti pravej strany vrchného spoja TH segmentov (oblasť meracej stanice č. 2).

Porovnanie výsledkov deformácií výstuže experimentálneho a porovnávacieho úseku chodby

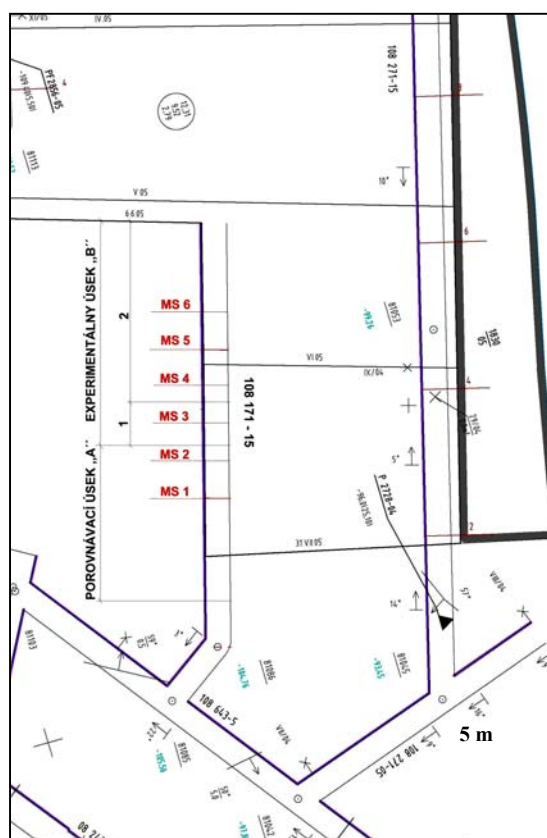
Situovanie meracích staníc

Po realizácii spevňovania boli vykonané konvergenčné merania na výstuži v porovnávacom a experimentálnom úseku chodby 108 171-15, ktoré boli zamerané na:

1. meranie vertikálneho pohybu meracieho bodu v strope (obr. 3) meracích staníc pomocou nivelačného prístroja,
2. meranie horizontálneho priemeru (S_{2-3}) pomocou digitálneho dĺžkomeru LASERDIST.



Obr. 3. Rozmiestnenie meracích bodov v meracej stanici.
Fig. 3. Arrangement of measuring points in the measuring unit.



Meracie stanice boli rozmiestnené v porovnávacom úseku „A“ od 13 m do 35 m (MS 1, MS 2), v ktorom sa razilo banské dielo bez spevňovania a v experimentálnom úseku od 35 m do 65 m chodby (MS 3 - MS 6) - razené banské dielo so spevňovaním, od seba vzdialené každých 5 metrov (obr. 4). Uvádzané vzdialenosti sú stanovené od nultého metra chodby 108 171-15, resp. od jej začiatku.

Obr. 4. Situovanie porovnávacieho a experimentálneho úseku.
Fig. 4. Situation of comparative and experimental sector.

Komplexné hodnotenie sdeformácií výstuže

Experimentálny a porovnávací úsek v chodbe 108 171-15 boli vyrazené v podstate v zmysle doplnku č.2 k základnému technologickému projektu. V chodbe 108 171-15 v dôsledku nedodržania technológie budovania definitívnej výstuže, t.j. s veľkým časovým oneskorením vznikol nadvýlom o výške 3,5 m. Táto skutočnosť sa prejavila počas deformácie MS 3.

V procese razenia cca 6 m pred porubom bolo vidieť zväčšujúce sa trhliny, ktoré vznikli pôsobením pätkového tlaku zo strany porubu, čo ovplyvnilo deformáciu oblasti MS 6.

V súvislosti s uvedenými skutočnosťami budú hodnotené MS 1, MS 2 (porovnávací úsek) a MS 4, MS 5 (experimentálny úsek).

Hodnotenie deformácie výstuže úzko naväzuje na deformačné fázy I. (I. deformačná fáza – vplyv razenia na deformáciu výstuže) a II. (II. deformačná fáza – bez vplyvu razenia a rúbania na deformáciu výstuže), ktoré sú doplnené o III. deformačnú fázu (III. deformačná fáza – vplyv rúbania na deformáciu výstuže). Takto získame komplexný obraz o priebehu deformácie výstuže počas jej celej životnosti. V zmysle uvedeného bude výstuž hodnotená z pohľadu praktického využitia pre zabezpečenie ochrany chodby.

Hodnotenie deformácie výstuže chodby je vzťahovaná pre vzdialenosť porubového frontu od meracích staníc 8 m. Dôvodom je deformačný stav horninového plášťa, ktorý pod túto hranicu vytvára kvalitatívne odlišné podmienky pre funkciu výstuže.

Súhrnné údaje deformácie a intenzity deformácie výstuže chodby 108 171-15 pri vzdialenosti porubového frontu od meracích staníc 8 m v úsekoch A, B sú uvedené v tab. 1.

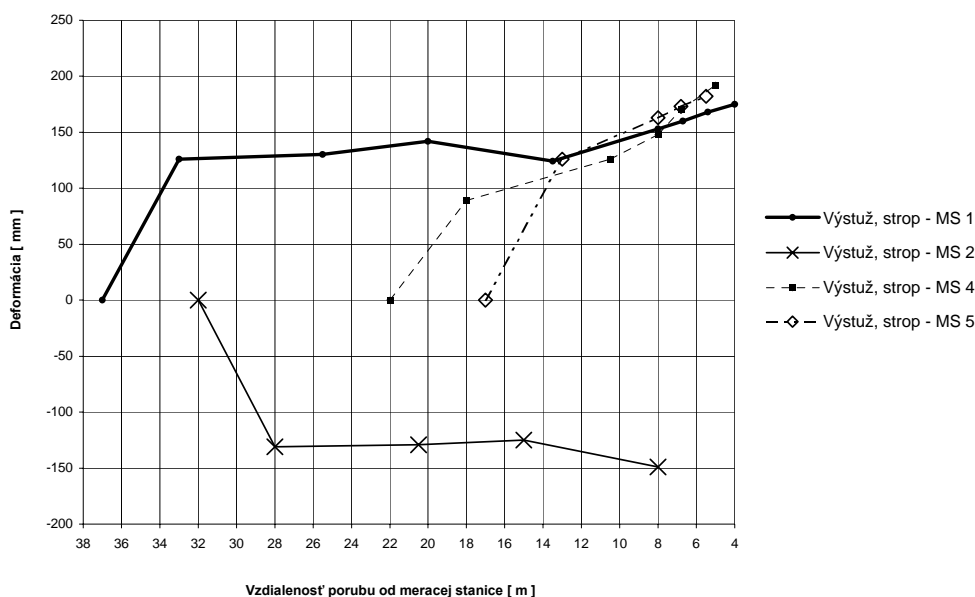
Tab. 1. Súhrnné údaje deformácie a intenzity deformácie výstuže chodby 108 171 – 15 (vzdialenosť od porubového frontu 8 m).
Tab. 1. Summary data on the deformation and the intensity of the deformation of the reinforcement of the corridor 108 171 – 15 (distance from the working front is 8 m).

Úsek	MS č.	Vek MS /dni/	Strop		Boky		Vek (preklzy) MS /dni/	Preklzy a intenzita preklzov (strop)			
			mm	mm.deň ⁻¹	mm	mm.deň ⁻¹		Ľavý preklz		Pravý preklz	
								mm	mm.deň ⁻¹	mm	mm.deň ⁻¹
A KC-O-06 / K 24	1	45	153	3,40	614	13,64	17	157	3,49	10	0,22
	2	38	-149	-3,92	241	6,34	13	40	1,05	155	4,08
B KC-O-06 / K 24	4	27	148	5,48	264	9,78	7	57	2,11	25	0,93
	5	21	163	7,76	223	10,62	4	113	5,38	0	0,00

Hodnotenie deformácie výstuže v úsekoch A, B

Hodnotenia celkovej deformácie sú závislé od viacerých, na jednotlivé úseky nerovnomerne pôsobiacich vplyvov aj napriek tomu, že projekt zvažoval s ich elimináciou hlavne v oblasti bansko-technických vplyvov (rovnaká kvalita prevedenia technológie, rovnaké osovú vzdialenosti, rovnaká obkládka a pod.). Tieto opatrenia smerovali k tomu, aby vplyvy bansko-geologické mohli byť výraznejšie, odlišiteľné na základe sústavného dokumentovania geologických skutočností v priebehu celého razenia.

I napriek tejto snahe, v dôsledku dobývania vplyv II. deformačnej fázy nenastal u meracej stanice č 4, 5 (graf 1), a vplyv III. deformačnej fázy bol skoro rovnaký na pozorované úseky A, B. Úsek A bol zaťažovaný tlakom vyvolaným rozvinutým stenovým porubom, ako aj úsek B. Tomuto nasvedčuje aj nástup III. deformačnej fázy v jednotlivých úsekoch. Prejavy III. deformačnej fázy v úseku A začínali pri priblížení stenového porubu na vzdialenosť v priemere 14 m od MS, v úseku B to bolo v priemere 15 m.



Graf 1. Chodba 108 171-15 (MS 1, MS 2, MS 3, MS 4) - priebeh deformácie stropu výstuže.

Graph 1. Corridor 108 171-15 (MS 1, MS 2, MS 3, MS 4) – a course of the deformation in the ceiling reinforcement.

Všeobecným javom bolo postupné odrúbanie "štvorca" čo sa neprejavilo výrazným spôsobom na deformácii výstuže. Napriek uvedeným vplyvom chodba bez rekonštrukcie plnila svoju funkciu.

Aj v tomto prípade sa potvrdilo, že zníženie celkovej deformácie je úmerné zníženiu deformácie v I. fáze. To znamená, že ak sa dosiahne nízka deformácia v I. deformačnej fáze, je možné očakávať aj úmerne zníženú celkovú deformáciu.

Na základe merania deformácie výstuže pri určitej vzdialenosti od postupujúceho dobývacieho frontu od MS vyplýva, že pomer celkovej deformácie ku I. deformačnej fáze so znižovaním vzdialenosti MS od postupujúceho frontu narastá exponenciálne.

Jednotlivé úseky reprezentujú dve rôzne technológie riešenia stability výlomu.

Záver

Mechanická charakteristika úseku A je nepriaznivejšia čo dokazujú údaje aj v tab. 1, kde je vidieť dvojnásobne vyššiu deformáciu bokov z dôvodu menšieho odporu stropu vplyvom nadvýlomov. V takomto prípade vzniká deformovaná výstuž v tvare vertikálnej elipsy, čo z hľadiska prevádzky je nevýhodnejšie, ako keby vznikala deformovaná výstuž v tvare horizontálnej elipsy. Experimentálny úsek B môžem hodnotiť ako stabilnejší a hodnoty v tab. 1, potvrdzujú rovnomernejšie rozloženie napätia po obvode výstuže.

Literatúra - References

- [1] Ďurove, J.: Využitie teórie podobnosti a modelovania v mechanike hornín a masívu. *Habilitačná práca, Košice, 1999*
- [2] Ďurove, J, Schvandtner, M.: Snahy o zabezpečenie pružnej oblasti v strope banského diela pri jeho razení, *Documenta Geonica, 2006. Ed by Institute of Geonics AS CR (v tlači).*
- [3] Sasvári, T., Jacko, S. jun, Kondela J.: Structural-tectonic architecture of limestone quarry Gombasek on Plešivec Plateau of Silica Nappe, *Acta Montanistica Slovaca, Ročník 11 (2006), číslo 1.*
- [4] Schvandtner, M.: Nové možnosti riešenia stability v podmienkach Bane Nováky, o.z., *Acta Montanistica Slovaca, 2/2006.*
- [5] Schvandtner, M.: Nové poznatky spevňovania hornín pre zlepšovanie stability banských diel. *Dizertačná práca, Košice, 2006.*
- [6] Hanmer, S., Passchier: Shear – sense indicators: a review. *Geol. Surv.Pap (Ottawa), 1991, 90 – 17, 1-72.*
- [7] Goldstein, A., G.: Factors affecting the kinematic interpretation of asymmetric boudinage in shear zones. *J. Struct. Geol. (Bristol), 1988, 10, 707 – 715.*