

## Analýza vypadávania čelného piliera v komplexne - mechanizovaných poruboch bani Nováky

Miroslav Schvandtner<sup>1</sup>

### Head pillar burst in themechanized stopes of coal mines in Novaky

Coal was, and still is a prime power source of human. In world-wide values up to 36 % of generated electric energy comes from this stock. The biggest producer of brown coal in Slovakia is the Hornonitrianske bane Prievidza, Inc., with the Baňa Nováky branch. The present coal output of Novaky is rendered from longwall faces. The stability issues of head pillars associated with the introduction of mechanized stopes in the coal mines in Novaky are described in this paper.

**Key words:** mines coal output, stability of coal pillars, longwal face

### Úvod

Uhlie bolo a aj je jedným zo základných zdrojov energie ľudstva. V celosvetovom meradle až 36 % vyrobenej elektrickej energie pochádza z tejto suroviny. Aj keď spotreba uhlia bude klesať, v absolútnych množstvách vzrastie spotreba a je predpoklad do roku 2020 zvýšiť spotrebu primárnych energetických zdrojov o 64 % v rámci Európy.

Najväčším producentom hnedého uhlia na Slovensku sú Hornonitrianske bane Prievidza, a.s.. Uhoľný sloj je tu dobývaný pomocou mechanizácie, resp. komplexne mechanizovanými porubmi, pre ktoré sú rozhodujúce geologické a úložné pomery.

Príspevok sa zaoberá problémom súvisiacim so stabilitou čelného piliera komplexne - mechanizovaného porubu ( KMP ) v bani Nováky.

### Fyzikálno – mechanické vlastnosti hornín a horninového masívu

Z výsledkov laboratórnych skúšok (Hučko, A., 1964; Pokojný, J., Falát, A., 1974 a Murín, O., 1986 ), ako aj z výpočtov zásob z geologického prieskumu a s následným vznikom sekundárneho napät'ovo - pretvárneho stavu v okolí vyrazených a dobývaných banských diel je zrejmé, že banská činnosť sa vykonáva v kritických hĺbkach.

Výsledky skúšok fyzikálno - mechanických vlastností hornín nováckeho ložiska boli zhrnuté v správe [1]. V správe sú výsledky skúšok získané na vzorkách z nováckeho ložiska v rokoch 1964-78, ktoré boli následne doplnené údajmi, získanými v rokoch 1978-81 (Tab. 1).

Tab. 1. Parametre fyzikálno - mechanických vlastností uhoľného sloja, bezprostredného nadložnia a podložnia  
Tab. 1. Physico-mechanical properties of coal-bed and its intimate overburden and lower bed

	Nadložný íl	Horná časť uhoľného sloja	Dolná časť uhoľného sloja	Podložné horniny
Pevnosť v prostom tlaku /MPa/	2,26 - 5,71	6,03 - 24,71	6,01 - 23,54	2,71 - 10,12
Pevnosť v priečnom ťahu /MPa/	0,6 - 1,28	2,15 - 2,26	1,03 - 2,06	0,95
Pevnosť v ťahu za ohybu /MPa/	2,52	5,98 - 6,24	3,20 - 5,35	0,78
Pevnosť v strihu $\tau_{45}$ /MPa/	0,85 - 2,93	3,85 - 10,70	3,13 - 8,87	0,68 - 3,93
Modul pružnosti E /MPa/	311,8 - 571,9	395,3 - 853,3	502,5 - 871,3	225,8 - 661,8
Poissonovo číslo	0,16 - 0,27	0,11 - 0,35	0,22 - 0,38	0,07 - 0,28

### Hydrogeológia nováckeho ložiska

V nováckom ložisku je nadložný horizont detriticko - vulkanickej formácie odizolovaný od uhoľného sloja polohou takzvaných bádenských nadložných ílov. Podložný zvodnený horizont je reprezentovaný

<sup>1</sup> Ing. Miroslav Schvandtner, Hornonitrianske bane Prievidza, a.s., 971 01 Prievidza  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 19. 8. 2006)

tufogénnym a vulkano - detritickým materiálom takzvanej prvej erupčnej fázy Vtáčnika. Charakteristické sú vysoké pórové tlaky (1-2 MPa).

### Rozdelenie nováčkeho ložiska

1. hydrogeologický celok - lehotské súvrstvie - vrchný báden - priepustnosť hornín možno charakterizovať ako pórovitú, u vulkanoklastík dominuje puklinová priepustnosť. Tento hydrogeologický celok zároveň predstavuje nadložný zvodnený systém. Je súčasťou Lehotského súvrstvia, ktoré je klasifikované ako priepustný celok, aj keď íly v ňom lokálne vytvárajú nepriepustné polohy, ktoré majú za dôsledok vo vertikálnom smere existenciu viacerých podhorizontov, pričom obsahujú gravitačnú aj tlakovú vodu s negatívnou výtláčnou hladinou.
2. hydrogeologický celok - košianske súvrstvie, tzv. nadložné íly (vr. báden) Tvorí významné nepriepustné medziložie medzi nadložným a podložným zvodneným systémom. Zabraňuje prenikaniu nadložných vôd do bankských diel a predstavuje pasívnu ochranu proti prievalom do podzemných priestorov.
3. hydrogeologický celok - nováčkem súvrstvie. Geologický celok, ktorého súčasťou je uholný sloj. Súvrstvie ako celok vystupuje v úlohe izolátora, bez ohľadu na to, že sa v ňom vyskytujú zvodnené polohy tufitických prepláskov.
4. hydrogeologický celok - súbor hornín, ktorý vznikol deštrukciou štiavnického a kremnického pohoria. Ide o kamenské súvrstvie nazývané aj podložné tufity (spodný baden). Kamenské súvrstvie tvorí podložný zvodnený systém. Hydrogeologickým kolektorom sú tufity, tufity a zlepenec s puklinovou a pórovitou priepustnosťou.

### Tlakový režim v predpolí, v stenovom porube a za porubom

S postupom dobývania do väčších hĺbok a do zložitejších geologických, hydrogeologických a banko - technických podmienok dobývania uhoľných ložísk, dochádza k zvyšovaniu intenzity tlakových prejavov nielen v bankských chodbách, ale aj v stenových poruboch.

V dôsledku týchto zhoršených podmienok stále častejšie vznikajú problémy s výskytom nezvládnutia intenzity tlakových prejavov.

### Sekundárny stav napätosti v okolí KMP

Ako všeobecný teoretický základ sekundárneho stavu napätosti v okolí stenových porubov pod ľahko sa zavalujúcim nadložíom sa vo všeobecnosti prijíma Labasseovo poňatie zbertenej klenby s úklonom osi na závalovú stranu porubu, pričom miera zbertenia sa pripisuje rýchlosti postupu porubu a reologickým vlastnostiam sloja a nadložia.

Je dôležité stanoviť oblasť maxima napätia pred stenovým porubom. Možno vylúčiť, že maximálna hodnota pôsobí na hrane piliera. Veľkosť tohto napätia by nemala v žiadnom prípade prevyšovať hodnotu pevnosti v prostom tlaku uhlia v uhoľnom pilieri (Obr. 1).

Legenda:

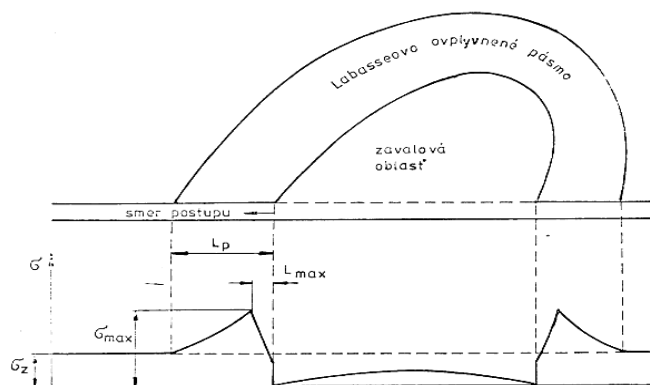
$L_p$  - oblasť nasadenia pätkového tlaku

$\sigma_{max}$  - maximálna hodnota pätkového tlaku

$\sigma_z$  - hodnota geostatického tlaku

$\sigma$  - geostatický tlak vo vertikálnom smere

$L_{max}$  - vzdialenosť maximálnej hodnoty pätkového tlaku



Obr. 1. Klenbová teória - Labasseovo ovplyvnené pásmo

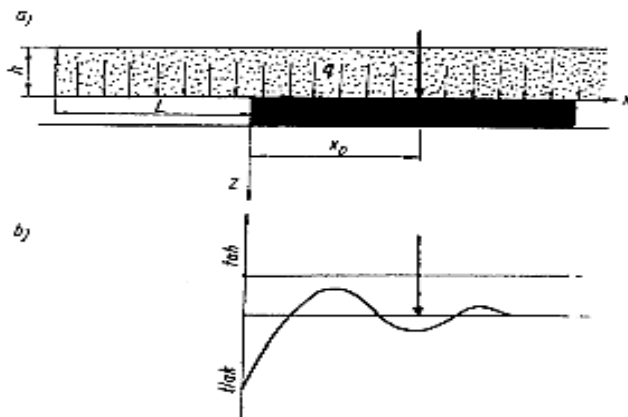
Fig. 1. Arch theory – the Labasse's zone

Ak túto hodnotu dosiahne, dochádza k jeho porušovaniu pri súčasnom znižovaní hodnoty napätia na hrane piliera a tým zároveň k posunu celého pätkového tlaku do predpolia porubu. Z toho vyplýva, že čím viac je pilier porušený, tým menšie napätie naň pôsobí (rozrušený pilier nie je schopný prenášať väčšie napätie). Ak nie je porušený, napätie nepresahuje jeho pevnosť v prostom tlaku.

Ďalším závažným problémom je stav napätosti nad pracovným priestorom porubu zabezpečenom porubovou výstužou. Horniny nad týmto priestorom sa nachádzajú v odľahčenom pásme, pod zónou, v ktorej je vyvolaný vzperný efekt.

### Tlakové a deformačné prejavy – nosníková teória

Pri vysvetľovaní nosníkovej teórie je potrebné si predstaviť stenový porub v horizontálne uložennej sloji (Obr. 2a).



Obr. 2. Nosníková teória  
Fig. 2. Beam theory

Postom stenového porubu sa zväčšuje odrúbaná dĺžka  $L$  (Obr. 2a) a tým aj veľkosť hodnoty  $x_0$ , udávajúcej miesto extrémneho vertikálneho zaťaženia. Pôsobením tohto napätia sa sloj pred stenovým porubom stláča, a tým nastáva zníženie priameho nadložia (t.j. oblasti nad výstužou).

Vzdialenosť, do ktorej sa toto stlačenie uhoľného piliera a zníženie priameho nadložia nad ním prejaví, závisí na:

- tuhosti stropu ( čím väčšia tuhosť stropu, tým väčšia vzdialenosť a opačne),
- hrúbke sloja,
- hlbke uloženia,
- charaktere porubovej výstuže,
- spôsobe likvidácie vyrúbaného priestoru.

V nadloží tvorenom mohutnejšími lavicami pevných hornín (buď v priamom nadloží, alebo v hlavnom nadloží) vznikajú v uhoľnom pilieri tzv. periodické tlaky, ktoré menia v závislosti na dĺžke  $L$  veľkosť, tak aj miesto pôsobenia maximálneho tlaku.

### Problémy vyplývajúce z geomechanických a hydrogeologických podmienok

#### Nestabilita stenového čelného piliera

Pevnosť hnedého uhlia je väčšia ako pevnosť nadložia a podložných hornín. Nadložie je nepevné, nesúdržné, nedovoľuje obnažiť strop na väčšej ploche a zalamuje sa hneď na hrane uhoľného piliera.

Nadložie z pohľadu dobývania ložiska a následného pretvárania sprievodných hornín, možno charakterizovať pomocou uhla pevnostného spádu. Ide o predčasne sa zavalujúce nadložie podľa prejavov horského tlaku v banských dielach, horninový masív s okamžitou deformáciou bez akumulovania energie. To znamená, že sa jedná o predčasne zavalujúce sa horniny.

Vzhľadom na uvedenú charakteristiku nadložia sa uplatňuje dobývacia metóda na riadený zával s technológiami medzistropu a nadstropu.

Tlakové pomery v stenových poruboch sa zaisťujú v Bani Nováky pomocou výstuží MHW 446, BMV - 1M.

Hlavné problémy, vyplývajúce z geomechanických podmienok a spôsobu dobývania sú nasledovné:

- nestabilita stenového čelného piliera a jeho časté vypadávanie až do vzdialenosti niekoľko metrov,
- nestabilita stenového čelného piliera pri prechode cez chodbu v predpolí stenového porubu.

Podľa zistení z prevádzky ovplyvňujú veľkou mierou neplnenie plánovanej ťažby a zároveň ekonomiku závodu.

Nestabilitu, resp. vypadávanie čelného piliera ovplyvňujú aj tektonické poruchy, v okolí ktorých sa vytvára oblasť porušenia a následného vypadávania piliera do väčších vzdialeností. V dôsledku nízkej súdržnosti uhlia v nadstropových častiach môžu nastať dva prípady vypadnutia uhoľného piliera, na základe ktorých je nutné vykonať zaistenie. Sú to:

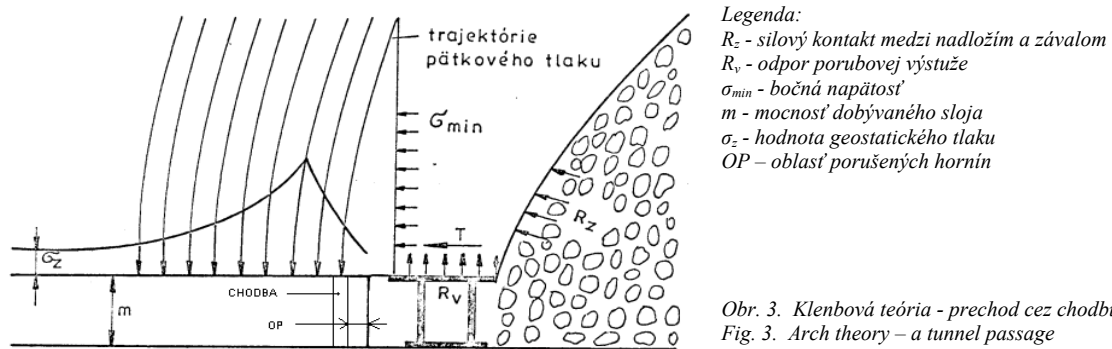
- nadložie nedosiahlo intenzitu zborštenia do oblasti piliera,
- zborštenie nadložia do pracovného priestoru stenového porubu.

V dôsledku pôsobenia gravitácie sú nadložné zvodnené obzory potenciálne vyšším nebezpečím než zvodnené (i napäté) obzory v podloží uhoľného sloja.

S týmto tvrdením sa dá čiastočne súhlasiť, ale s ohľadom na stabilitu, resp. vypadávanie čelného piliera je podložný systém nebezpečnejší ako nadložný. Nepriaznivo vplýva na stabilitu piliera v prípadnej kombinácii s uholným ílom, od ktorého sa oddeľuje, čiže vypadáva.

### Nestabilita stenového čelného piliera pri prechode cez chodbu

Pred prechodom stenového porubu chodbou v predpolí vzniká v oblasti vyrabovanej chodby oblasť porušených hornín. V súvislosti s hodnotou maximálneho napätia dochádza už k vypadávaniu čelného piliera niekoľko metrov pred prejdením. Tento stav sa dá pripisovať pôsobeniu tlakov do oblastí sekundárneho stavu.



Obr. 3. Klenbová teória - prechod cez chodbu  
Fig. 3. Arch theory - a tunnel passage

Na obr. 3 je znázornená chodba v predpolí steny, v okolo ktorej je oblasť sekundárnych napätí v dôsledku jej už prvotného vyrazenia a súčasne pôsobenie maximálneho pätkového tlaku spôsobuje vznik oblasti porušených hornín (OP) a následne vypadávanie do oblasti stenového porubu.

### Záver

Na základe všeobecných úvah, poznatkov z domácej i zahraničnej literatúry možno dospieť k záveru, že stabilita čelného piliera závisí na nasledujúcich geomechanických parametroch:

- mechanické vlastnosti horninového masívu, ktorý je určený pevnosťnými a pretvárnymi vlastnosťami jednotlivých hornín tvoriacich horninový masív,
- pridané napätie, ktoré je vyvolané baníckou činnosťou ako sú vplyv postupujúceho porubu, vplyv existencie banských diel, vplyv vyrábaných priestorov a pod.
- šírka porubového frontu (dynamické vlastnosti),
- druh výstuže a jej vlastnosti,
- technologické faktory.

Pre stabilitu čelného piliera je na základe uvádzaných skutočností dôležité:

- dodržiavanie technologického postupu pri uhlení nadstropovej vrstvy, resp. rozpojovaní v dôsledku neporušenia vzperného tlaku výstuže do samotného sloja,
- správne vedenie stenového porubu (vedenie dopravníka na pohone - teda stenový presyp ako uzlový bod komplexne mechanizovaného porubu, čo zabezpečí odstránenie nebezpečia náhlej zmeny orientácie porubu a následných problémov s presúvaním mechanizovaných výstuží, čo súvisí so spomalením postupu KMP a s tým súvisiacich tlakových prejavov na pilieri)
- vedenie porubu - najmä výšková orientácia s dôrazom na nebezpečnosť nasýteného uholného ílu vodou ako odlúčnej plochy medzi uholným slojom a podložím.

### Literatúra - References

- [1] Murín, O., Jankovič. J.: Fyzikálne, mechanické a technologické vlastnosti uhlia a hornín na nováckom ložisku. *Nováky 1978.*
- [2] Trančík, P.: Návrh otvárk, prípravy a dobývania pre II. horizont - juh, *ULB Baňa Nováky, Košice BF, VŠT 1985.*
- [3] . Trnka, O., Pácl, V., Vavro, M., Limberk, V., Kubec, K.: Dobývání ložisek, *SNTL/ALFA Praha 1968.*
- [4] HB, š.p., Prievidza, o.z. Baňa Nováky: Závěrečná správa s výpočtom zásob výhradné ložisko Nováky - DP Nováky I, *stav k 1.1.1994.*

- [5] Trančík, P, Hatala, J.: Mechanika hornín a masívu, *ALFA, Bratislava, 1983.*
- [6] Ďurove J.: Využitie teórie podobnosti a modelovania v mechanike hornín a masívu., *Habilitačná práca, F BERG Košice, marec 1999.*
- [7] Hučko, A., 1964.
- [8] Pokojný, J., Falát, A., 1974
- [9] Murín, O., 1986