

## Plynonosnosť uhoľných slojov v Hornonitrianskej panve - dobývací priestor Cígeľ

Jozef Fazekaš<sup>1</sup>

### *Coal Seams in the Horna Nitra Valley – the Cígeľ Mining Area*

*According to the statistics data, coal will become with no doubt the most important energy source in the 21-st century. The Horna Nitra Valley represents one of the main fuels – energy centre of Slovakia. Deposits of caustobioliths – brown coal and lignite present significant raw material potential. The mining companies, along with run-in extraction methods of coal reserves, are giving their time to a research of untraditional coal processing technologies. An in-situ monitoring of coal seams geo-technological properties contributes in a significant way to obtain some complex knowledge on interactions of certain determining factors which influence the coal gases formation underground.*

**Key words:** geotechnologic attribute coal, aerogenic coal, degasification coal

### Úvod

Podľa štatistických údajov sa uhlie stane nesporne najvýznamnejšou energetickou surovinou 21. storočia. Európska únia vo svojich smerniciach nabáda členské štáty k maximálnemu využívaniu vlastných primárnych zdrojov energie. Nielen to je dôvodom, prečo je potrebné venovať sústavnú pozornosť zásobám uhlia na Slovensku.

Hornonitrianska kotlina predstavuje jednu z hlavných palivo – energetických centier Slovenska. Rozprestiera sa v okrese Prievidza. Významný surovinový potenciál predstavujú ložiská kaustobiolitov – hnedé uhlie a lignit. Hnedé uhlie sa nachádza v lokalite Handlovského ložiska (priemerná hrúbka 4 – 11 m) a lignit v Nováckom ložisku (6 – 12 m). V teritóriu Hornonitrianskej kotliny sú zaregistrované tri dobývacie priestory – Baňa Cígeľ (BC), Baňa Handlová (BH) a Baňa Nováky (BN).

### Geologická stavba panvy

Základný vývoj uhoľnej panvy sa formoval v spodnom a v strednom miocéne. V tomto prostredí sa uložilo mohutné súvrstvie epiklastických hornín pochádzajúce z deštruktívnych bádenských stratovulkánov z južnej časti kotliny. Vznikajúce fluviálne - limnické prostredie vytvorilo priaznivé podmienky vzniku bohatej rastlinnej vegetácie, z ktorej sa vytvorili uhoľné sloje. Diagenézou vrstiev vegetácie sa vytvorili v centrálnej časti kotliny uhoľné sloje.

### Stručná geologicko - štruktúrna charakteristika dobývacieho priestoru Cígeľ

Dobývací priestor (DP) Cígeľ zaberá západnú časť Handlovského uhoľného ložiska, kde pôsobí Baňa Cígeľ. V severnej časti DP sa nachádza VII. ťažobný úsek.

Horninový masív je budovaný komplexom neogénnych hornín. Vrchný pokryv vytvárajú íly, ílovce a brekcie andezitov najvrchnejšej časti sarmatu. Časť výplne danej oblasti tvoria horniny vulkanicko - detritickej formácie s priemernou hrúbkou cca 20 – 50 m. Priame nadložie produktívneho súvrstvia vytvárajú sivé košianske - nadložné íly. Celková hrúbka nadložných /košianskych/ ílov je variabilná od 150 do 230 m.

Produktívne uhoľné súvrstvie pozostáva z niekoľkých uhoľných a ílových vrstiev. Vykazuje celkovú hrúbku okolo 20 - 55 m. Najvrchnejšia uhoľná poloha je zadefinovaná ako horný uhoľný sloh ( $h_1$ ). Geologická hrúbka sloja je cca 5 - 6 m, čistá hrúbka uhlia je okolo 4 - 4,5 m. Výhrevnosť uhlia je okolo  $13,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ . Pevnosť v tlaku uhoľnej vrstvy sa pohybuje od 17 do 21 MPa.

Podložie horného sloja vytvárajú tzv. medzislojové piesčité íly pozostávajúce z jemných psamitických, illitických ílov rôznej hrúbky a pevnosti. Íly majú schopnosť napučievania v prítomnosti s vodou.

V spodnej časti súvrstvia sa nachádza spodný sloj ( $h_2$ ). Výhrevnosť uhlia je okolo  $12 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , vtláčaná pevnosť od 12 do 18 MPa a geologická hrúbka od 4 do 5 m.

Podložné horniny pod spodným slojom pozostávajú z rôznych tufitických ílov, ílovcov a pieskocov (kamenské súvrstvie).

<sup>1</sup> Ing. Jozef Fazekaš, CSc., HBP, a.s., Prievidza, fazekas@hbp.sk  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 20. 6. 2009)

Úložné pomery uhoľného súvrstvia v oblasti VII. úseku sú variabilné, s najnižšími miestami v centrálnej časti úseku. Generálne je celá oblasť mierne naklonená k JZ.

Endogénne pochody vytvorili zložitú tektonickú stavbu pozostávajúcu z poklesových a prešmykových porúch.

V dôsledku aktívnych subsidenčných pohybov celej ložiskovej oblasti dochádzalo k lokálnym sedimentačným anomáliám, v dôsledku čoho vznikali menšie uloženiny kaustobiolitov. V oblasti VII. úseku Bane Cígeľ je registrovaná uhoľná poloha cca 30 – 35 m nad horným slojom - nadložný uhoľný sloj – h<sub>0</sub>.

Morfológia povrchu je svahovo kopcovitého charakteru so sklonom od východu na západ. Uhoľné súvrstvie v danej lokalite sa nachádza v hĺbke od 190 do 430 m. Po exploatačných prácach sa na povrchu objavujú rôzne modifikácie ťahových trhlín (jednotlivé trhliny sú široké do 1,0 m a dlhé okolo 20 m), ktoré sa po určitom období uzavrú a zostane po nich stredne zdevastovaný povrch (menšie zosuvné plochy, porušená pôvodná vegetácia, prepadliny a iné).

### Genéza metánu (CH<sub>4</sub>) v uhoľných slojoch

Metán predstavuje najjednoduchšiu zlúčeninu uhlíka a vodíka. Jeho pôvod na uhoľných ložiskách môže byť:

1. **Biochemický:** Rozkladným procesom fytogéneho materiálu vo vodnom prostredí vznikajú plyny ako CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, CS<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> a NH<sub>3</sub>. Takto vzniknuté plyny sa môžu akumulovať v póroch uhoľnej hmoty a vplyvom geostatického tlaku ostávajú uzavreté v jednotlivých vrstvách. K uvoľneniu dochádza náhlými endogénnymi vplyvmi (dislokáciami), alebo banskou činnosťou. V prípade kolísania vodnej hladiny môže nastať prerušenie biochemického rozkladu a dochádza k unikaniu plynov z pôvodného prostredia.
2. **Vulkanický a postvulkanický:** Vznik plynov a hlavne metánu tejto skupiny sa viaže na magmatické taveniny, ktoré pri styku s okolitými horninami produkujú plyny. Tieto plynné produkty sa akumulujú v póroch a dutinách vhodných hornín napr. melafýroch. Ak sa v danom horninovom súvrství nachádzajú vhodné izolanty, dochádza k uchovaniu plynov v základnej hmote. K uvoľneniu plynov dochádza v prípadoch náhlých tlakových zmien v horninovom prostredí, alebo vznikom tektonických porúch.
3. Z migrujúcich postvulkanických horúcich plynov sa vo vhodnom prostredí môžu redukovať rôzne druhy hornín v póroch, v ktorých sa môžu akumulovať rôzne plyny. V tunajšom prostredí je to hlavne metán. Pri náhlých endogénnych pochodoch dochádza k uvoľneniu tejto plynnej frakcie, alebo jej premiestnenie do inej časti horského masívu.
4. **Metamorfny:** Metán patriaci do tejto genetickej skupiny vzniká pri termodynamicknej metamorfóze pri vysokej teplote a tlaku, kde metán vzniká ako sprievodný produkt. V prípade vhodných okolitých hornín zostane uzavretý v dutinách a póroch. V oblasti zvýšených tektonických aktivít dochádza k jeho unikaniu po dislokačných rovinách do vyšších polôh.

### Degazácia stenových porubov v DP Cígeľ

V dobývacom priestore Cígeľ sa dlhodobo v podzemí sledujú činitele, ktoré ovplyvňujú exploatačné práce a charakterizujú niektoré skutočnosti okolo výskytu banských plynov. V etape dobývania stenových porubov sa realizujú degazačné práce z aktívnych pracovísk a čiastočne aj z vydobytých priestorov. Výsledky dlhodobých prieskumov – štatistických prác, vyhodnocovanie degazačných procesov spolu s príslušnými geologicko – úložnými parametrami sú v tab. 1 a 2.

### Prírodné podmienky charakterizujúce plynodajnosť uhoľného súvrstvia

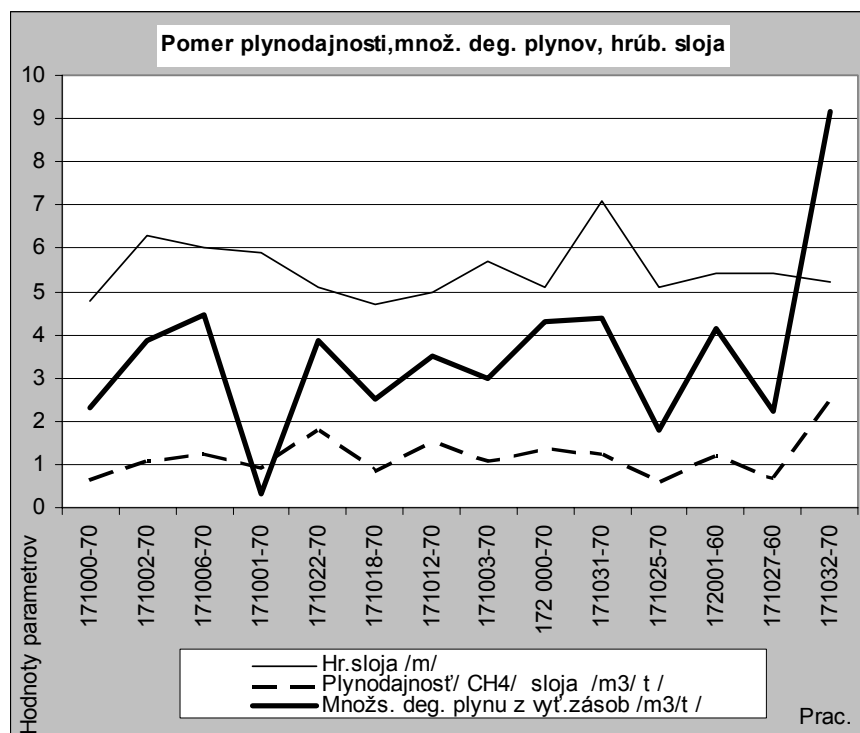
Na základe monitoringu niektorých geotechnologických faktorov úložných pomerov na plynodajnosť, resp. uvoľňovanie plynov do banského prostredia vplyvajú v určitej miere nasledujúce parametre:

1. Hrúbka dobývaného sloja: Pri väčšej hrúbke uhoľného sloja a pri rôznych technologických postupoch sa zväčšuje aj výška chaotického závalu, čím sa rozšíri oblasť porušenosti okolitých hornín trhlínami a tým sa zvýši aj ríenik plynov do banského prostredia. Hrúbka uhoľného sloja vplyva aj na množstvo a kvalitu plynodajnosti z jednotlivých exploatovaných oblastí (graf 1). Hybnou silou prúdenia plynov je tlakový spád medzi oblasťou uzavretou a odľahčenou (narušenou banským dielom, porubom). V oblastiach panenských polí, kde nebola ešte zahájená banská činnosť je preto nízka plynopriepustnosť hornín.

Tab. 1. I. časť, Základné parametre stenových porubov v DP Cigeľ - do 31. 12. 2007 (Fazekaš, 2005 - 2007).

Tab. 1. Basic parameters of panels Mining field Cigeľ

Pracovisko	Množstvo CH <sub>4</sub> [m <sup>3</sup> ]	Množ.deg. plynu [m <sup>3</sup> ]	Vyt'ražené zásoby [t]	Hrúbka		Hrúbka nadl. hor. [m]	Plynodajnosť CH <sub>4</sub> sloja [m <sup>3</sup> /t]	Množs. deg. plynu z vyt'.zásob [m <sup>3</sup> /t]
				sloja [m]	uhlie [m]			
171000-70	29 000	101 898	44 000	4,8	3,5	350	0,65	2,32
171002-70	132 200	468 115	120 540	6,3	4,6	400	1,09	3,88
171006-70	147 100	520 732	117 060	6,0	4,5	420	1,25	4,45
171001-70	40 400	143 004	440 792	5,9	5,6	300	0,92	0,32
171022-70	241 252	520 390	134 480	5,1	3,8	375	1,79	3,87
171018-70	175 057	524 752	208 744	4,7	3,6	350	0,84	2,51
171012-70	263 543	616 331	175 455	5,0	3,8	400	1,5	3,51
171003-70	485 196	1 334 408	445 350	5,7	5,4	300	1,09	2,99
172 000-70	137 000	441 936	102 470	5,1	4,4	360	1,34	4,31
171031-70	102 676	366 700	83 905	7,1	6,7	375	1,22	4,37
171025-70	49 500	153 000	84 275	5,1	4,9	360	0,58	1,81
172001-60	91 872	316 800	76 622	5,4	4,9	430	1,2	4,13
171027-60	197 525	663 474	296 696	5,4	4,0	375	0,66	2,24
171032-70	151 318	553 937	60 461	5,2	3,9	365	2,5	9,16
170001-70			103 169	4,6	3,4	190		
171009-70			96 762	5,0	4,7	340		
171020-70			201 436	5,4	4,2	410		
171005-70			430 224	5,6	5,3	350		
171010-70			63 627	5,5	4,2	410		
171014-60			89 121	5,0	3,7	410		
171024-60			53 656	5,4	4,0	410		
Spolu / priem./	2 243 639	6 725 477	3 428 845	5,4	4,4	366		



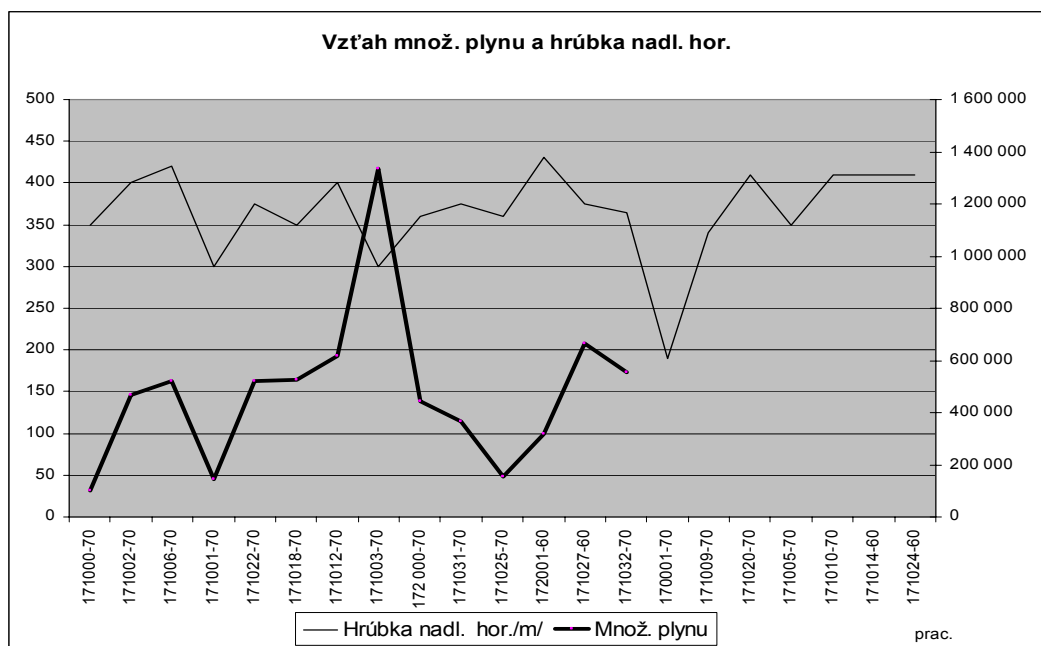
Graf 1. Závislosť medzi plynodajnosťou, množstvom degazačného plynu a hrúbkou sloja

Graph 1. Relation between methane productivity of seam, quantity of gas and coal seam thickness.

Tab. 2. Parametre stenových porubov v DP Cigeľ - do 31. 12. 2007 (Fazekaš, 2005 - 2007).  
Tab. 2. Basic parameters of panels Mining field Cigeľ.

Pracovisko	Obs. síry [%]	Obj.hm.uh. [t.m <sup>-3</sup> ]	Pevnosť vtl. uh. [Mpa]	Výh. uhlia Qir [MJ.kg <sup>-1</sup> ]	Obsah popol. v uhlí [%]	Pôv. H <sub>2</sub> O [%]	Hor. v uh. [%]
171000-70	1,85	1,392	19	13,8	19,5	22,8	61,3
171002-70	1,48	1,378	20,5	14,8	11,2	21,4	65,6
171006-70	1,3	1,467	21,9	14,4	13,9	22,7	66,9
171001-70	1,55	1,44	16,8	14,2	17,3	25,2	60,7
171022-70	1,39	1,461	18,3	14,7	16,0	23,9	59,2
171018-70	1,82	1,41	19,2	14,1	17,8	23,2	65,5
171012-70	1,3	1,389	20,1	14,8	12,2	24,3	64,8
171003-70	1,76	1,43	16,4	12,9	20,8	21,9	66,1
172 000-70	2	1,26	20,6	13,9	13,0		
171031-70	1,9	1,3	22,6	14,3	13,3		
171025-70	1,8	1,28	19,5	14,4	12,4		
172001-60	2,15	1,27	20,8	14,4	11,6	25,5	
171027-60	1,83	1,31	21,3	14,5	12,0		
171032-70	1,89	1,3	21,9	14,5	11,8		
170001-70	2,1	1,27	19,7	13,2	14,2		
171009-70	1,87	1,265	18,4	14,0	13,1	22,8	
171020-70	1,82	1,35	20,6	15,1	10,0		
171005-70	1,93	1,388	17,3	13,8	17,4		
171010-70	1,3	1,371	18,7	14,2	18,4		
171014-60	1,89	1,325	20,7	14,0	19,3		
171024-60	2,05	1,33	22,2	14,0	16,2		
Spolu / priem./	1,76	1,35	19,8	14,2	14,8		

2. **Hĺbka uloženia dobývaného sloja** má vplyv na tlakové prejavy pri exploatačných prácach a tiež na plynodajnosť v jednotlivých bankských oblastiach. Pri rúbaní sa postupne odľahčujú jednotlivé horninové vrstvy v okolí uhoľného sloja (mení sa geostatický tlak) čo spôsobuje postupné, alebo náhle uvoľňovanie stlačeného plynu (napr. aj CH<sub>4</sub>) do uvoľnených priestorov.

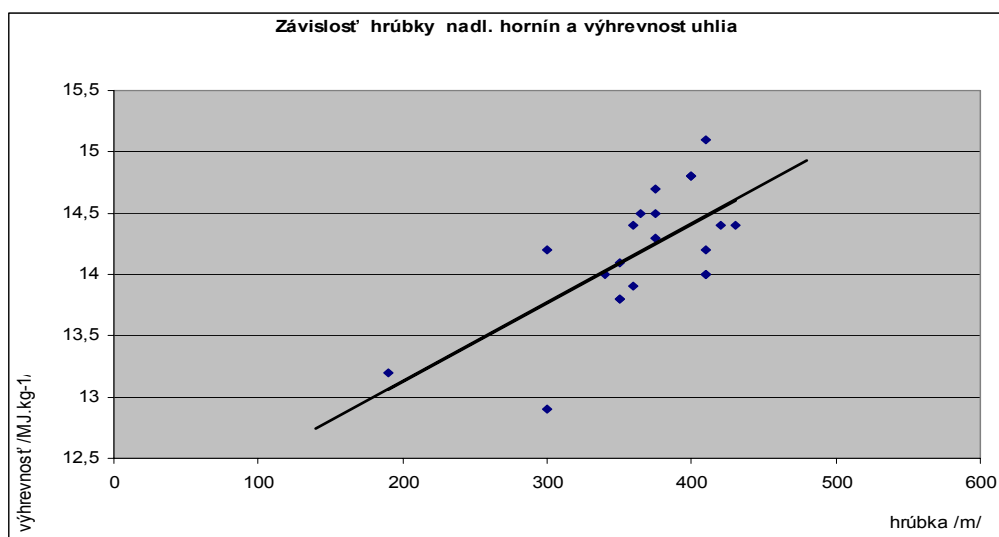


Graf 2. Súvislosť medzi množstvom plynu a hrúbkou nadložía horniny.  
Graf 2. Relation between quantity of gas and thickness of overlying rocks.

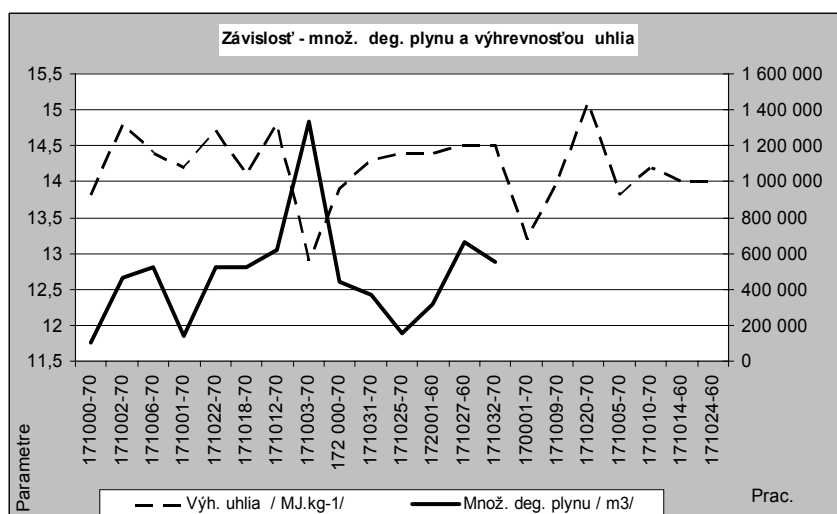
3. Na sledovaných pracoviskách je možné konštatovať vzájomnú súvislosť medzi priebehom hrúbky nadložných hornín a množstvom uvoľnených plynov do banského priestoru. V miestach zväčšovania hrúbky nadložných hornín sa zvyšuje aj množstvo uvoľnených plynov. Anomálne miesta sú v oblastiach výskytu hraničných tektonických porúch. Po týchto dislokačných líniách mohli unikať plynné časti zo slojového pásma. Počas razenia nie je tento proces tak významný. V oblastiach VII. úseku Bane Cigel' boli exploatované pracoviská uložené variabilne, v hĺbkach od 190 do 430 m v závislosti od morfológie terénu (graf 2).
4. **Výhrevnosť uhoľného sloja** (ako jeden z hlavných kvalitatívnych parametrov). Na základe priebežného vyhodnocovania geologicko – ťložných parametrov uhoľného sloja sa potvrdila určitá závislosť výhrevnosti od hĺbky uloženia uhoľného sloja (tab. 1). Výhrevnosť uhlia stúpa priamo úmerne so stúpajúcou hĺbkou uloženia in situ (graf 3.).

Anomálne oblasti sú pri pracoviskách 171 006, 171 025, 171 027 a 171 032. V tomto prípade v danej oblasti prebieha hlavná prešmyková línia, ktorá ovplyvňovala všetky konkrétne pracoviská.

Na základe vyšetrovania vzájomného vzťahu výhrevnosti uhlia a množstva uvoľnených plynov je možné konštatovať súhlasný priebeh daných parametrov. To značí, že keď v jednotlivých oblastiach stúpa výhrevnosť uhlia, tak tam stúpa aj množstvo uvoľnených plynov a naopak. Extrémne oblasti sú v miestach priebehu prešmykovej tektonickej poruchy, kde v niektorých prípadoch dochádza k opačnej plynodajnosti, t.j. ak stúpa množstvo plynu, klesá výhrevnosť uhlia a naopak (graf. 4).

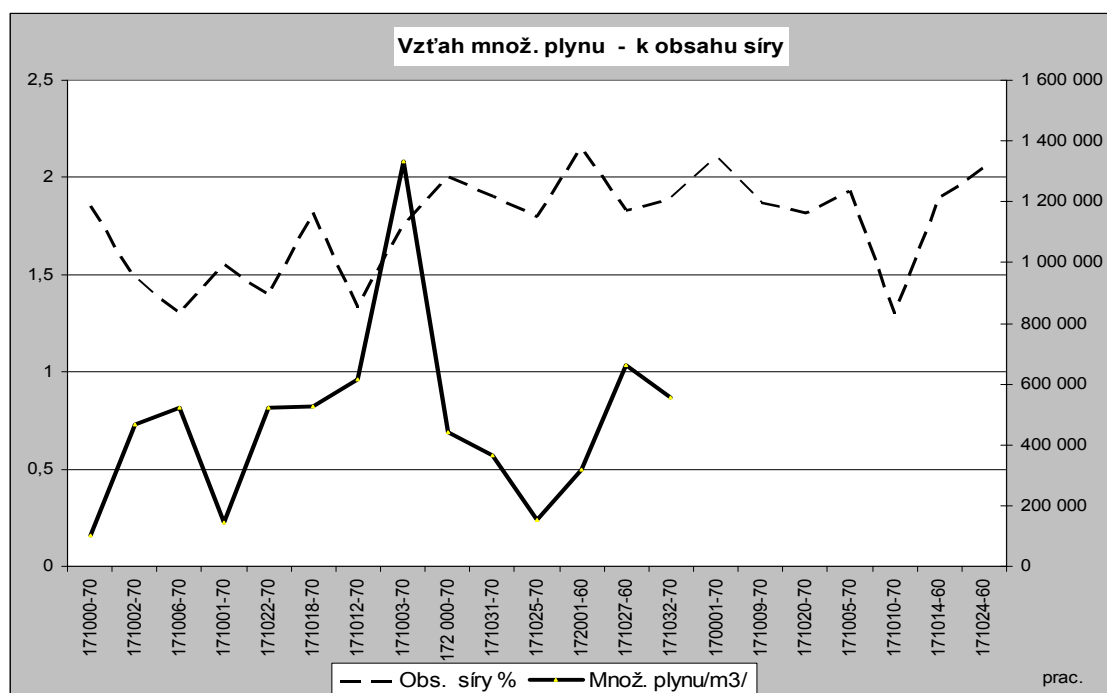


Graf 3. Závislosť medzi hrúbkou nadložia hornín a výhrevnosťou uhlia.  
Graph 3. Relativity between thickness of overlaying rocks and low calorific value of coal.



Graf 4. Závislosť medzi množstvom degazačného plynu a výhrevnosťou uhlia.  
Graph 4. Relativity between quantity of gas and low calorific value of coal.

5. **Obsah síry** (v pôvodnom stave –  $S_t^r$  %) je vo vzťahu k plynodajnosti v nesúhlasnom vývoji, t.j. tam, kde klesá obsah síry, tam stúpa množstvo uvoľnených plynov a naopak, ak stúpa obsah síry, tak klesá množstvo plynov. Tento trend je potvrdený asi v 62 % vyhodnotených pracovísk VII. úseku BC (graf 5).



Graf 5. Závislosť množstva plynu na obsahu síry.  
Graph 5. Relation between quantity of gas and content of sulphur.

6. **Obsah vody v uhlí** (v pôvodnej  $W_t^r$  %). Na 46 % sledovaných pracovísk je vývoj vzájomného vzťahu týchto faktorov súhlasný, t.j. ak stúpa obsah vody, tak stúpa množstvo uvoľnených plynov a naopak. V ostatných prípadoch dochádza k opačnému priebehu vzájomného vývoja daných faktorov. Stúpa obsah vody - klesá množstvo plynov.

7. **Plynopriepustnosť permeabilita horninových vrstiev:** Permeabilita uhoľných vrstiev je závislá na niekoľkých parametroch, z ktorých v praxi môžeme sledovať napr. celistvosť uhoľného sloja, tektonickú stavbu, drobnotektonickú charakteristiku, ako aj početnosť puklín.

Na základe priamych pozorovaní vývoja uhoľného súvrstvia v danej lokalite môžeme konštatovať vyšší obsah plynov v hornom sloji ako v spodnom sloji. V obidvoch uhoľných slojoch existujú primárne vnútro slojové plochy nespojitosti, ktoré sú reprezentované rôznymi uhoľnými druhmi (xylit, detrit a ich modifikácie), ako aj tufitické a ílové preplástky variabilných hrúbok. Medzislojové horniny - medzi horným slojom  $h_1$  a spodným slojom  $h_2$  sú tvorené psamitickými piesčitými ílmi. V oblastiach celistvosti uhoľného sloja je vyššia akumulácia plynov.

Na základe subsidencie vrstiev v severovýchodnej až severnej časti uhoľnej panvy nastala sedimentácia piesčito - ílovitých hornín v limnickom prostredí. Počas tejto etapy vývoja danej časti uhoľnej panvy neboli ešte priaznivé podmienky pre dokonalý preuhoľňovací proces nahromadenej a uloženej rastlinnej hmoty, preto sa ani netvorili výrazné uhoľné plyny.

Proces karbonifikácie nahromadeného ústrojného substrátu začal v plnej miere pôsobiť až po vytvorení horného sloja a hlavne nahromadením mohutného, pevného súvrstvia nadložných hornín.

V danej lokalite sa vyskytujú aj horniny vulkanického pôvodu, t.j. andezitové brekcie a priame vulkanity andezitového vulkanizmu pohoria Vtáčnik vo forme lokálnych dajok.

Uvádzaná skladba nadložného horninového komplexu vytvára mohutné, nepriepustné prostredie, kde ale zložité tektonicko – napätové procesy porušovali sedimentárne súvrstvia poklesovými a prešmykovými dislokáciami. Tektonické línie variabilných vlastností v uhoľnom ložisku porušovali celý horninový masív zložitým systémom trhlín, puklín a dislokácií rôzneho charakteru. Tieto plochy nespojitosti v mnohých prípadoch pôsobili ako komunikačné línie medzi jednotlivými vrstvami.

V oblastiach výskytov andezitových príkrovov alebo rozsiahlych dajok bola celá lokalita plošne viac uzavretá a znemožňovala infiltráciu uhoľných plynov z oblasti karbonifikácie rastlinnej hmoty.

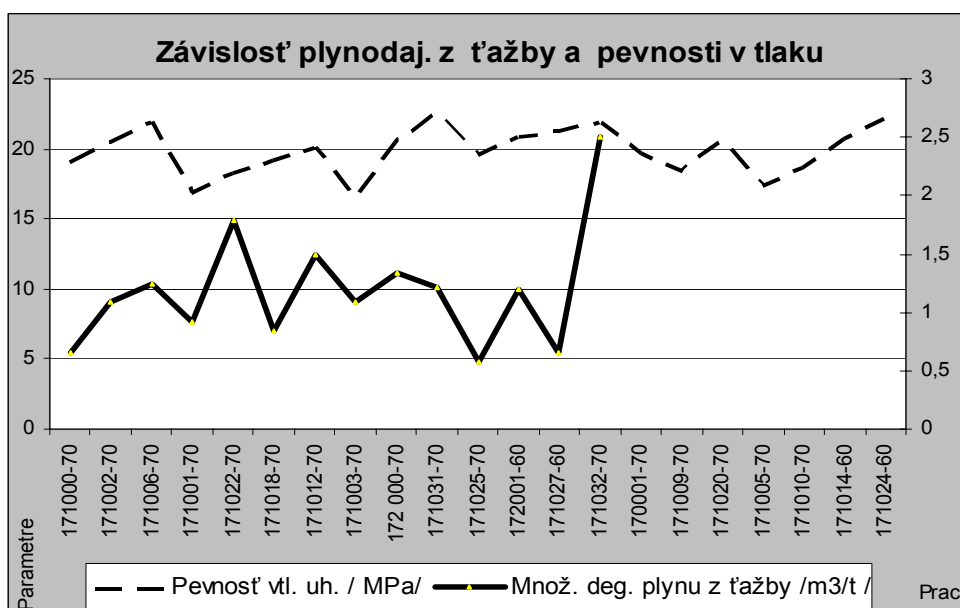
Štatisticky spracované údaje z jednotlivých dostupných pracovísk zo VII. úseku Bane Cígeľ (tab. 1, graf 2) poukazujú na variabilné podmienky plynodajnosti uhoľného súvrstvia danej lokality. Výsledné hodnoty sú pomerne dobre korelujú s hodnotami iných svetových lokalít, kde sa proces plynodajnosti dlhodobo sleduje.

8. **Sklon dobývaného sloja** - celkovo ovplyvňuje obsah plyných zložiek na pracoviskách, ako aj celé slojové pásmo. Na základe systematických meraní sa potvrdilo na činných pracoviskách, že množstvo plynov (metánu) sa mení podľa hĺbky uloženia pracoviska. Anomálne výskyty plynov poukazujú na niektoré zmeny v úložných pomeroch.
9. **Tektonická porušenosť a puklinatosť masívu:** V lokalite BC existujú tektonické poruchy z niekoľkých geologických vývojových etáp. Pre vzťah plynodajnosť - tektonické porušenie, má veľký význam úroveň porušenosťi uhoľného sloja a výškový „dosah“ dislokačnej plochy. V prípadoch, keď dislokačné plochy nezasahujú do všetkých slojov súvrstvia, majú plyné produkty sťaženú migráciu. V mnohých prípadoch došlo k úniku plyných častí pri karbonifikácii do vyšších polôh, kde zostali „zakonzervované“ do obdobia porušenia plynonosných vrstiev alebo unikli do vyššieho nadložja.
 

V čase exploatácie horného sloja sa množstvo banských plynov z jednotlivých pracovísk na určité obdobie ustálilo, ale neskôr došlo k zvýšeniu množstva plynov. Toto množstvo ostalo zachované v niektorých prípadoch aj po zániku pracoviska. Zrejme došlo k difúzii plynov z okolitých narušených vrstiev do vyrúbaných oblastí, kde sa čiastočne uvoľnil geostatický tlak vrstiev v horskom masíve.

V uhoľných slojoch nižšie uložených (spodný sloj  $h_2$ ) je minimálny až nulový výskyt metánu. V oblastiach dislokačných línií došlo k sekundárnym únikom plynov do vyššie položených vrstiev. Ak tieto polohy neboli dostatočne odizolované od okolia, plyny unikli. Minimálna koncentrácia plynov je aj v medzislojových íloch.

V prípade ložiska môžeme konštatovať, že maximálna plynodajnosť uhoľných slojov je v najvrchnejšom uhoľnom sloji, ktorý bol banským spôsobom porušený. Každá tektonická porucha, ktorá má väčšie parametre ako jedna tretina hrúbky sloja je „nositeľkou“ dvoch až troch systémov puklín. Pukliny sú súčasťou napäťových aktivít, ktoré vyvolali vznik tektonických porúch. Takto vzniknuté siete puklín vo vrstvách vytvárajú široké pásma porušenosťi viacerých vrstiev. Táto skutočnosť má význam pri celkovej migrácii plynov v horskom masíve.
10. **Vplyv pevnosti uhlia v tlaku na plynodajnosť sloja:** Závislosť daných parametrov sa monitorovala na množstve vyťažených zásob a odčerpanom množstve metánu. Na grafe 6 je vidieť, že najvyššia plynodajnosť z pracovísk, ktoré ťažili uhlie z oblastí, kde sa nachádzali uhoľné vrstvy s vyššími hodnotami pevnosti v tlaku.



Graf 6. Závislosť plynodajnosti od ťažby a pevnosti v tlaku.

Graph 6. Relativity between methane productivity from exploitation and compression strength of coal.

### Podzemné splyňovanie uhlia termickým rozkladom

Vzhľadom na prísnejšie požiadavky ochrany životného prostredia sa pri energetickom využití uhlia sústreďuje pozornosť na moderné systémy čistých uhoľných technológií. Vyššiu účinnosť energetickej premeny uhlia a nižšie hodnoty emisií zabezpečuje aj systém podzemného splyňovania kaustobiolitov termickým rozkladom.

Technológia podzemného splyňovania uhlia je známa už niekoľko desiatok rokov a v rôznych svetových lokalitách bola úspešne realizovaná. Metóda je použiteľná v pomerne rozsiahlej škále hnedouhoľných ložísk, ale hlavne v oblastiach, kde by tradičná banská činnosť bola ekonomicky veľmi náročná.

Pre úspešné použitie danej technológie spracovania uhlia poskytujú získané výsledky monitoringu in situ komplexnejšie poznatky o vlastnostiach uhlia a horninového masívu. Tieto poznatky jednoznačne upresnia možnosť a úspešnosť nasadenia tejto novej technológie spracovania uhlia.

### Rekapitulácia

Monitoring niektorých geotechnologických parametrov vlastností uhoľného súvrstvia a horského masívu poskytuje doteraz málo registrované vzájomné vzťahy jednotlivých faktorov vlastností uhoľného sloja in situ. Získané poznatky sú nasledovný význam:

- a, Závislosť medzi množstvom degazovaných plynov a hrúbkou nadložných hornín je jednoznačne priamo úmerná, t.j. s poklesom hrúbky nadložných hornín, klesá aj množstvo banských plynov a naopak s rastom hrúbky hornín stúpa aj množstvo plynov. Anomálie sú v miestach výskytu tektonických porúch, ktoré majú globálnejšie rozšírenie.
- b, Množstvo degazovaných banských plynov stúpa so zvyšujúcou sa výhrevnosťou uhlia. Výrazná anomália je v oblasti pracoviska 172 003, ktorú mohol zapríčiniť únik plynov do vyššie položených miest, alebo do starších vyrúbaných oblasti BH. Na grafe 4. je pomerne dobre vyjadrený súhlasný priebeh monitorovaných parametrov ako výhrevnosť uhlia a množstvo degazovaného plynu v závislosti od množstva vyťažených zásob. Výrazná anomália je v prípade pracovísk 171 025 a 171 027. Tieto steny boli lokalizované čiastočne nad sebou a došlo k ich vzájomnému ovplyvneniu sa v závalovom procese. Zrejme aj táto skutočnosť spôsobila znížené množstvo degazovaného plynu s ohľadom na množstvo vyťažených zásob. To značí, že pracoviská, ktoré už boli banícky kontaktované, tzv. stariny, budú v určitom období bez prirodzených banských plynov, pretože tieto migrovali do vyššie položených oblastí.
- c, V priamo úmernom vzťahu je pomer **hrúbka sloja a množstvo banského plynu**. Pri väčších hrúbkach je jednoznačne aj vyššia výdatnosť plynov. Odrúbaním väčšieho množstva zásob vznikajú aj väčšie rozrušené priestory, do ktorých sa bude „nasávať“, väčšie množstvo banských plynov z okolitých hornín (graf 1).
- d, **Závislosť obsahu síry a metánu**. Monitorované parametre na sledovaných pracoviskách jednoznačne vykazujú nesúhlasný vzájomný priebeh t.j. pri vyššej hodnote jedného parametra klesá hodnota druhého a naopak. Anomálie sú v lokálnych oblastiach (graf 5). Priebeh obsahu síry (v pôvodnom stave) k hĺbke uloženia slojového pásma vykazuje závislosť - väčšia hĺbka nižší obsah síry. Anomálie existujúce v priebehu parametrov zodpovedajú oblasti zložitejších prešmykových pomerov. Tieto poznatky budú dôležité pri projektovaní podzemného splyňovania pre zhodnocovanie prítomnosti vedľajších produktov spaľovania.
- e, **Pevnosť v tlaku a obsah metánu** sú vo vzájomnom vzťahu – ak stúpajú hodnoty jedného parametra potom klesajú hodnoty druhého a naopak. Anomálie sú v miestach výskytov hraničných porúch, čo je dôležitý poznatok pre predpokladané uvoľňovanie plynov do voľných priestorov (graf 7). Pri projektovaní podmienok splyňovania uhoľného sloja v DP Cígel bude tento parameter nápomocný pri stanovovaní množstva vznikajúcich plynov.
- f, **Závislosť medzi objemovou hmotnosťou a množstvom degazovaného metánu** je podľa jednotlivých pracovísk pomerne súhlasná – ak stúpa jeden parameter tak má vyššiu hodnotu aj druhý a naopak. Výrazné rozdiely v jednotlivých hodnotách sú v rôznych tektonických kryhách!



### Záver

Predkladaná analýza dát z monitoringu geotechnologických a kvalitatívnych vlastností uhoľného ložiska na Bani Cigeľ v závislosti od charakteru plynodajnosti exploatovaných oblastí poskytuje nové informácie o konkrétnych vzájomných reláciách základných parametrov uhoľného sloja.

Z praktického hľadiska je dôležitý jednoznačný poznatok, že v podmienkach BC nebudeme očakávať prítomnosť banských plynov (metánu) v spodnom sloji. Tento poznatok odbremení lokality v spodnom sloji od degazácie počas exploatácie.

Pri projektovaní podmienok technického splyňovania je nutné počítať s faktom, že oblasti, ktoré už boli baníckou prácou kontaktované budú ochudobnené napr. o prítomnosť prirodzeného metánu, ktorý podporuje horenie uhlia a výsledné splodiny môžu mať nižšie výhrevnosti.

Z pohľadu ložiskovej uhoľnej geológie a technológie podzemného splyňovania získané poznatky poskytujú niektoré informácie o vlastnostiach kaustobiolitov získaných in situ v plnej ťažobnej prevádzke. Tieto skutočnosti rozširujú spektrum poznania vlastností uhoľnej hmoty.

V podmienkach Slovenskej republiky majú ložiská kaustobiolitov približne rovnaké charakteristiky. Predkladaná analýza korelácie niektorých vzájomných vlastností sa môže uplatniť aj na iných uhoľných lokalitách.

### Literatúra - References

- Dopita, M., Havlena, V., Pešek, J.: Ložiská fosílnych palív. *SNTL/Alfa, Praha, 1955.*  
 Dušák, V.: Puvod uhlí a jeho metamorfózy. *Časopis Energetika.*  
 Fazekaš, J.: Výpočet zásob v DP Cigeľ, 1994, *Hornonotrianské bane Prievidza (HBP).*  
 Lazarenko, N., Triznok, K., Šechmatov, J.: Technicko ekonomické hodnotenie plynonosných uhoľných ložisk, *UGOL – 2007.*  
 Prokop, P.: Najdôležitejšie prírodné podmienky určujúce uvoľňovanie plynov do banských diel. *Uhlí Rudy Geologický Prieskum 7/1995.*