

Deformačné zmeny kaustobiolitov v procese diagenézy v terciérnych uhoľných ložiskách Hornonitrianskej kotliny

JOZEF FAZEKAŠ

HBP, a. s., 972 71 Baňa Nováky
fazekas@hbp.sk, fazekasj@centrum.sk

Deformation overprint of caustobioliths during the diagenetic process in the Hornonitrianska kotlina Tertiary coal basin (Slovakia)

The research of deformation characteristics of the coal seams in the mining environment in situ offered a new information about the evolutionary phases of the caustobioliths. The study of the caustobioliths compressibility is a basically unique method which provides the compression parameters during the diagenesis and the knowledge about the sedimentary conditions during the coal seams genesis in the Tertiary.

Key words: coal mass origin, caustobioliths compressibility, coal properties

Úvod

Ložiská kaustobiolitov – hnedého uhlia a lignitu – v Hornonitrianskej kotliny v okrese Prievidza predstavujú významný surovinový potenciál Slovenskej republiky. Hnedé uhlie sa nachádza v handlovskom ložisku a lignit v nováckom ložisku. V danom regióne sú zaregistrované tri dobývacie priestory – Baňa Cigel (BC), Baňa Handlová (BH) a Baňa Nováky (BN). Dobývací priestor (DP) Cigel zaberá západnú časť handlovského uhoľného ložiska s ťažobnými prácami v Bani Cigel (obr. 1).

Exploatácia uhoľného ložiska umožňuje študovať štruktúrnú stavbu uhoľného súvrstvia a textúry uhoľných slojov. V hnedouhoľných slojoch sa v mnohých prípadoch zachovali rôzne úlomky uhľotvornej flóry. Fosílné zvyšky drevín sú rôzne deformované relikvie v samotnej uhoľnej hmote. Jedným z cieľov danej práce bola inventarizácia a geometrizácia fosílnych uhľotvorných častí, a na základe zistených výsledkov určenie diagenetických procesov vzniku uhoľných slojov. Ďalším cieľom bolo zistenie koeficientu stlačenia fosílnych drevín, ktoré vypovedajú o priebehu diagenézy uhľotvornej flóry, ako aj o ďalších kvalitatívnych parametroch uhoľného sloja a interakcii v preuhoľňovacom procese.

Stručná geologicko-štruktúrna charakteristika dobývacieho priestoru Cigel

Širší región Hornonitrianskej panvy je budovaný komplexom kryštalinika a mladšími horninami paleozoika, mezozoika, paleogénu, neogénnymi sedimentmi a vulkanitmi, ako aj kvartérnymi usadeninami (Šimon, 1995, 1999). Hornonitrianska kotlina je vnútrohorská depresia vyplnená paleogénnymi a neogénnymi morskými, sladkovodnými a vulkanickými sedimentmi, kvartérnymi

riečnymi terasami a periglaciálnymi náplavovými kuželmi na svahoch Vtáčnika (Nemček, 1982).

Priame podložie produktívnych uhoľných vrstiev na ložisku tvorí vo veľkej miere kamenské súvrstvie (eggenburg a spodný bádén). Ide o komplex tufitických a klastických hornín, ktoré vznikli rozrušením starších vulkanických hornín. Priaznivé klimatické podmienky umožnili akumulovanie rozsiahlej rastlinnej hmoty, ktorá vytvorila základ pre vznik uhoľných slojov. Sedimentácia rastlinnej hmoty, hlušinových prepláštkov a tzv. nadložných ílov košianskeho súvrstvia prebiehala v celej kotliny. V dôsledku variabilného preuhoľňovacieho a tektonicko-vulkanického procesu vznikli rozsiahle sloje, ktoré vytvorili dve samostatné ložiská – handlovské a novácke uhoľné ložisko.

Handlovská uhoľná panva pozostáva z dvoch bilančných uhoľných slojov. V severovýchodnej časti ložiska sú sloje vzdialené od seba vo vertikálnom smere max. 25 – 30 m a lokálne sa medzi nimi objavujú ďalšie tenšie uhoľné slojky. V strednej časti ložiska je oblasť spájania slojov a v južnej oblasti sa nachádza jeden spojený sloj s hrúbkou 7 – 11 m (Dzudzík et al., 1983; Fazekaš, 1994, 2000, 2009; Kotulová et al., 2010).

Po petrografickej stránke ide o hnedouhoľné humity zastúpené detritmi a xylitmi. Z hľadiska preuhoľňovania ide o hnedouhoľnú hemi- až ortofázu. Slojové vrstvy sú prestúpené tufitickými a ílovitými prepláškami.

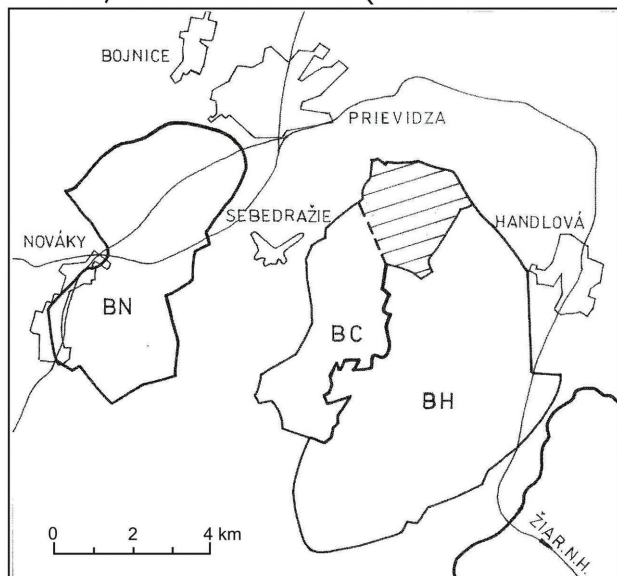
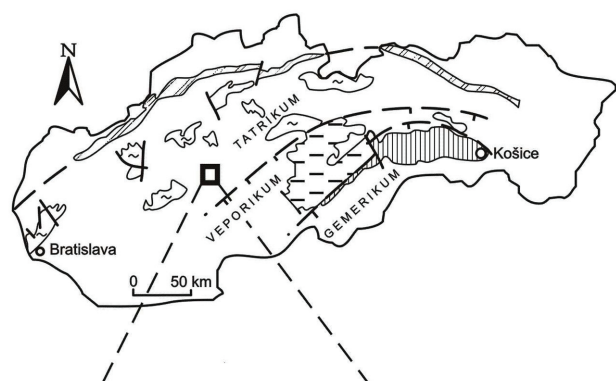
Bezprostredným nadložím uhoľného sloja sú sivé až svetlosivé košianske íly (vrchný bádén) premenlivej hrúbky od 0,0 do 250 m. Vyznačujú sa lavicovitou odlučnosťou a šošovkovitou stavbou jednotlivých vrstiev. Zväčša ide o illitické íly s variabilným obsahom pelitických vložíek. V niektorých oblastiach dobývacieho priestoru sú priamym nadložím uhoľných slojov vrstvy vulkanicko-detritickej formácie, tzv. lehotské súvrstvie.

Medzislojovými horninami produktívneho súvrstvia sú sivé až sivočierne piesčité íly, ílovce a piesky. Ide o horniny obsahujúce hlavne illit, montmorillonit, kaolinit a kremeň.

Produktívne uhoľné vrstvy v oblasti Bane Cigel – VII. ťažobný úsek – pozostávajú z dvoch bilančných slojov nachádzajúcich sa v severnej a v strednej časti dobývacieho priestoru.

Horný uhoľný sloj (h_1) je hrubý 3 – 5 m s priemernou výhrevnosťou 13 MJ/kg a s pevnosťou v tlaku 17 – 22 MPa. V podloží horného sloja sa nachádzajú tzv. medzislojové psamitické íly s hrúbkou 0,4 – 25 m.

Spodný uhoľný sloj (h_2) je hrubý 3 – 5,5 m s výhrevnosťou okolo 12 MJ/kg. Pevnosť v tlaku sa pohybuje okolo 14 – 18 MPa. V spodnej časti sloja sa nachádzajú menej únosné vrstvy ílového uhlia s hrúbkou 1,8 – 2,2 m. Často obsahujú vrstvy montmorillonitu.



Obr. 1. Situačná mapa záujmovej lokality v Hornonitrianskej panve. BN – dobývací priestor Bane Nováky; BC – dobývací priestor Bane Cigel; BH – dobývací priestor Bane Handlová. Šikmým srafováním je vyznačená severná časť dobývacieho priestoru bane Cigel, kde bol realizovaný zber deformačných dát.

Fig. 1. Situation map of the interest locality in the Hornonitrianska panva coal basin. BN – mining claim of Nováky Mine; BC – mining claim of Cigel Mine; BH – mining claim of Handlová Mine. Hatched area indicates the northern part of the Cigel Mine mining claim, where the deformation data were collected.

Morfológia povrchu je svahovo-kopcovitého charakteru so sklonom od východu na západ. Uhoľné súvrstvie v danej lokalite sa nachádza v hĺbke od 190 – 430 m.

Výsledkom *terciérneho tektonického vývoja* je vznik hrastí a prepadlín, ktoré rozdelili uhoľné sloje na tektonické kryhy variabilných rozmerov. V Hornonitrianskej kotline rozlišujeme rôzne systémy zlomov s generálnymi smermi od SV – JZ, SZ – JV a S – J. V horninovom prostredí DP Cigel definujeme tri etapy tektonického vývoja: preduhoľného, uhoľného a pouhoľného tektonického porušenia ložiskového územia. Zaregistrované sú dva typy dislokácií v uhoľnom sloji – poklesy a prešmyky.

Metodický postup

Vznik uhoľného sloja je výsledkom časovo obmedzenej sedimentácie rastlinnej hmoty za priaznivých geologických podmienok. Výskum pozostával zo získavania primárnych poznatkov vo forme fosílnych úlomkov uhoľtovorných častí flóry v uhoľnom sloji. Vzorky – úlomky fosílií – mali väčšinou eliptický tvar (obr. 2).

Na vzorkách fosílií eliptického tvaru sme odmerali dĺžky jednotlivých osí – dlhšia os a , kratšia os c (obr. 3).

Podľa empirického vzťahu (1) sme stanovili *koeficient stlačenia uhoľnej fosílie*:

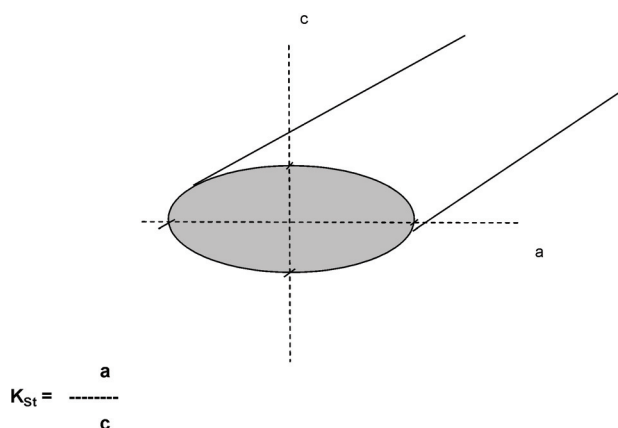
$$K_{St} = \frac{a}{c} \quad (1)$$

Počas úlohy bolo spracovaných približne 680 vzoriek z horného a spodného uhoľného sloja zo severovýchodnej časti dobývacieho priestoru Bane Cigel (BC; obr. 1). Na základe získaných parametrov stlačenia uhoľných fosílií sme zhodnotili parciálne procesy diagenézy fytogénnych materiálov, ako aj sedimentačných procesov na terciérnom uhoľnom ložisku. Namerané údaje sme zobrazili v tabuľkách a v grafoch, ktoré vytvorili databázu informácií na zhodnotenie kvalitatívnych a geotechnologických závislostí jednotlivých parametrov.



Obr. 2. Vzorka fosílného konára (dlhšia os $a = 12,5$ cm, kratšia os $c = 3,5$ cm).

Fig. 2. Sample of the fossil branch (longer axis $a = 12.5$ cm, shorter axis $c = 3.5$ cm).



Obr. 3. Schéma stlačenia konára s meranými parametrami pre koeficient stlačenia.

Fig. 3. Scheme of the branch compression with measured parameters for compressibility index.

Predpokladané druhy drevín, ktoré tvorili uhľotvornú flóru

Fosilizované pozostatky drevín, ktoré rástli na danom území pred uhľotvornými procesmi, nachádzame *in situ* v horninách počas banských prác. Na základe pelových analýz vykonaných Pacltovou (1958) zo vzoriek z bane Handlová možno konštatovať, že najrozšírenejšie rastlinné prvky, ktoré mohli tvoriť bázu pre uhoľnú fyto masu, sú z čeľade Taxodiaceae (tisovec) a Cupressaceae (cyprušteľ s vysokým obsahom živice). Rastlinné spoločenstvá vo väčšej miere vytvárali vždy zelené stromy a kry, ktoré tvorili rozsiahle lesné plochy (Planderová a Snopková, 1968).

Na základe interných analýz vzoriek rastlinných fosílí z lokality Bane Cigel sa najčastejšie vyskytujú dreviny nasledujúcich druhov: *typha latissima* (pálka širokolistá), *byttneriophyllum tiliaefolium*, *glyptostrobus europeus* (patisovec – ihličnatá drevina), *acer* sp. (javor), *fagus* (buk), *quercus* sp. (dub), *ginkgo adiantoides* (ginko dvojľaločné), *myrica lignitum* (myrika voskovitá), *olnus* (jelša), *taxodium* (tisovec – ihličnan). Vzorky fosílí boli vysledované v nadložných a v medzislojových ílových horninách výskumom *in situ* zodpovednými pracovníkmi na Bani Cigel.

Geotechnické parametre uhoľného sloja

Preuhoľnenie fyto masy je ovplyvnené nielen tlakovou zložkou (hrúbka nadložných hornín), ale aj vulkanickou aktivitou, tepelným tokom, petrografickým charakterom a chemickým zložením okolitých hornín, ako aj tektonickými pomermi v danej lokalite. Kolísanie vodnej hladiny a nepokojné prostredie spôsobovali vytváranie plôch nespojitosti, a tiež prínos tufitických a ílových materiálov. Tieto pohyby zapríčinili časté kvalitatívne zmeny v uhlí vo vertikálnom a v menšej miere aj v horizontálnom smere (Čechovič, 1959; Čech et al., 1969).

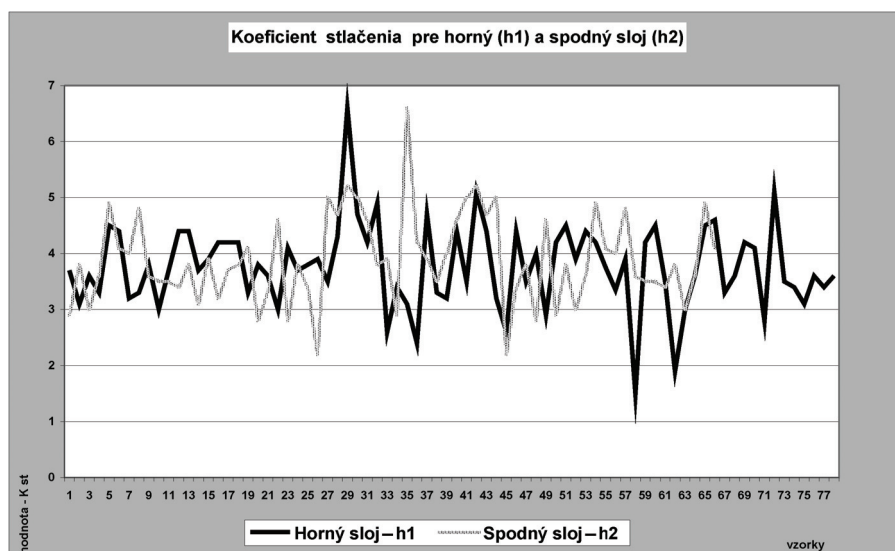
Kvalitu uhoľných slojov určujú aj parametre výhrevnosti, obsah popola a vody. Z hľadiska analýzy uhoľných slojov sú dôležité aj geomechanické parametre, ako pevnosť tlaku a tvrdosť. Pre účely nášho výskumu sme stanovili koeficient stlačenia.

Hlavné výsledky práce

Stlačenie flóry je možné pozorovať hlavne v uhoľných slojoch s vyšším stupňom preuhoľnenia (hemifáza).

Obr. 4. Koeficient stlačenia pre horný sloj (h_1) a pre spodný sloj (h_2).

Fig. 4. Compression ratio for upper seam (h_1) and lower seam (h_2).



Tab. 1

Oblasť	Koeficient stlačenia – K_{St}	Hĺbka (m)	Popolnatosť A_S (%)	Výhrevnosť Q_{nk} ($MJ \cdot kg^{-1}$)
Horný sloj – h_1	3,8	285	12,2	14,3
Spodný sloj – h_2	3,9	300	16,9	12,6

V oblastiach s kvalitnejším preuhoľnením dochádza k vyššiemu stupňu diagenézy uhoľných slojov a vzniku celistvejšej štruktúry bez zachovania fosílnych znakov.

Priebežnou registráciou a vyhodnocovaním získaných vzoriek fosílií flóry sme získali poznatky o ich rozmerových pomeroch z rôznych častí DP Cigeľ. Nosnou lokalitou odberu vzoriek bola severovýchodná časť DP Bane Cigeľ v hornom a spodnom sloji. Čiastkové vzorkovania sa realizovali aj v iných častiach handlovského ložiska.

Na obr. 4 je časť priemetu vzoriek koeficientu stlačenia v hornom a spodnom sloji (h_1 a h_2). Celkovo sme preskúmali viac ako 680 kusov vzoriek. Tento počet vzoriek štatisticky dostatočne postačuje pre daný druh experimentu.

Zistené poznatky poukazujú na to, že diagenéza uhoľných slojov prebiehala hlavne počas sedimentácie košianskeho a lehotského súvrstvia (vrchný bádén a čiastočne sarmat).

V oblastiach blízkeho výskytu alebo kontaktu vulkanitov (pyroxenický andezit) s uhoľným slojom dochádzalo k vyššej úrovni preuhoľnenia fosílny mas a k zvýšenej úrovni diagenézy (stredná, južná a juhovýchodná oblasť handlovského ložiska). V týchto častiach ložiska bol výskyt vzoriek nižší.

V záujmovej lokalite bol na základe uloženia vzoriek v uhoľnom sloji vysledovaný hlavný azimut sedimentovania fosílnych zvyškov stlačených drevín, a to smer SV – JZ. Táto skutočnosť môže evokovať aj hlavný smer komunikácie v uhoľnej panve v čase ukládania fytomasy.

Priemerná hodnota koeficientu stlačenia fosílií z jednotlivých slojov a lokalít zo severovýchodnej časti handlovského ložiska z DP Cigeľ (tab. 1) je **3,8 pre horný sloj (h_1)** a **3,9 pre spodný sloj (h_2)**. V tabuľke sú zobrazené parciálne parametre charakterizujúce uhoľný sloj. Hodnoty koeficientov stlačenia sa pohybovali v intervaloch 2,5 – 5,5.

Podľa nameraných hodnôt koeficientu stlačenia hypoteticky predpokladáme, že pevné časti fytomasy v procesoch preuhoľnenia a diagenézy zmenšili svoj rozmer cca 3,9-násobne. Priebeh diagenézy fytomasy v uhoľtvornom prostredí bol pomerne variabilný – vyplýva to z variácie hodnôt koeficientov stlačenia ($\pm 40\%$) od priemernej hodnoty. Preto je nutné vyhodnotenie z jednotlivých oblastí riešiť štatistickým počtom vzoriek.

Koncentráciu fytomasy v určitej lokalite môže vzniknúť uhoľné ložisko. Medzi hrúbkou pôvodnej rastlinnej hmoty a súčasnou hrúbkou uhoľného sloja sme zistili závislosť. Podľa empirického vzťahu (2) je možné stanoviť pôvodnú hrúbku uhoľtvorného súvrstvia:

$$\frac{m_1}{m_2} = K_{St} \quad (2)$$

m_1 = pôvodná hrúbka fytomasy (m)

m_2 = recentná hrúbka uhoľného sloja (m)

K_{St} = koeficient stlačenia

Predpokladáme, že táto zmena sa týka celej hrúbky fytomasy, t. j. pôvodná hrúbka rastlinnej hmoty sa v procese preuhoľnenia stlačila 3,9-násobne a výsledkom je recentná hrúbka uhoľného sloja. Na základe uvedených poznatkov možno predpokladať, že na handlovskom uhoľnom ložisku (časť Cigeľ) bola pôvodná hrúbka fytomasy cca 27 – 43 m.

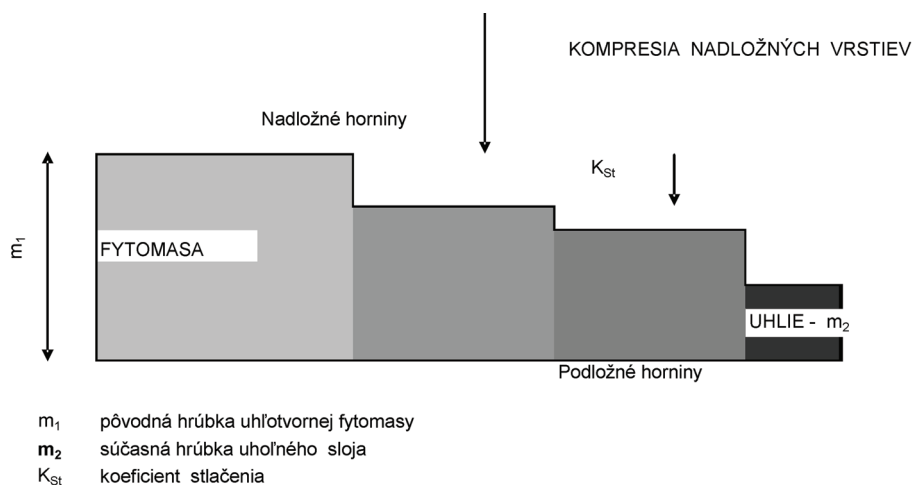
Akumulácia rastlinnej hmoty s vypočítanou hrúbkou bola podmienená špecifickými prírodnými podmienkami, ako aj ich následným vývojom. Vynára sa otázka, prečo v danej lokalite nastala akumulácia biogénneho materiálu práve v tak koncentrovanej podobe za relatívne krátke časové obdobie. Prikláňame sa k názorom o vzniku ložísk náhlymi regionálno-morfologickými zmenami a kataklizmami lokálnych rozmerov. Na obr. 5 je schéma diagenézy fytomasy na recentnú hrúbku uhoľných slojov.

Závislosti geotechnických parametrov uhoľného sloja od diagenézy

V sledovaných lokalitách sme pri vyhodnotení koeficientu stlačenia zhodnocovali aj niektoré geotechnické parametre, čím sa dosiahla komplexnejšia charakteristika uhoľného ložiska v danej oblasti.

1. Závislosť koeficientu stlačenia a obsahu popola A^d % v spodnom sloji – h_2

Priebeh hodnôt popolnatosti a koeficientu stlačenia je v danej lokalite konformný, t. j. so zmenou jedného faktora sa mení aj druhý. To znamená, že obsah popola a stlačenie fytomasy má kladný korelačný vzťah. Menší koeficient stlačenia signalizuje nižšiu popolnatosť. Nižšie hodnoty



Obr. 5. Schéma diagenézy fytomasy a vznik uhoľného sloja v Hornonitrianskej panve.

Fig. 5. Scheme of the phyto-mass diagenesis and the coal seam genesis – Hornonitrianska panva coal basin.

koeficientu stlačenia môžu znamenať aj nižší horninový tlak v danej oblasti (obr. 6). Pri čiastkových hodnoteniach priebehov daných parametrov sa často objavujú lokálne anomálie, ktoré vyplývajú z nepravidelného priebehu diagenézy alebo nepokojného sedimentačného prostredia.

2. Závislosť koeficientu stlačenia a obsahu popola A^d % v hornom sloji h_1

Faktor obsahu popola (A^d %) a koeficientu stlačenia vykazuje sinusoidný priebeh, t. j. ak stúpa parameter popolnatosti, tak stúpa aj hodnota koeficientu stlačenia a naopak.

Na stlačenie uhľotvornej hmoty nemá rozdielna poloha uhoľných slojov v prípade horného a spodného sloja výraznejší vplyv.

3. Koeficient stlačenia a výhrevnosť uhoľného sloja v dolnom sloji h_2

Jednotlivé parametre vykazujú pomerne rovnobežný priebeh, t. j. ak klesá jedna veličina, tak klesá aj druhá a naopak.

4. Koeficient stlačenia a výhrevnosť uhoľného sloja v h_1

Sledované parametre vykazujú variabilný priebeh. V prípade stúpajúcej výhrevnosti klesá koeficient stlačenia. Hodnota výhrevnosti vykazuje väčšiu stálosť ako koeficient stlačenia, ktorý vykazuje určitú variabilitu – obr. 7. Vzájomný vzťah týchto parametrov podlieha samostatnému vývoju ovplyvnenému lokálnymi polohami uhoľných slojov.

5. Závislosť výhrevnosti a obsahu popola

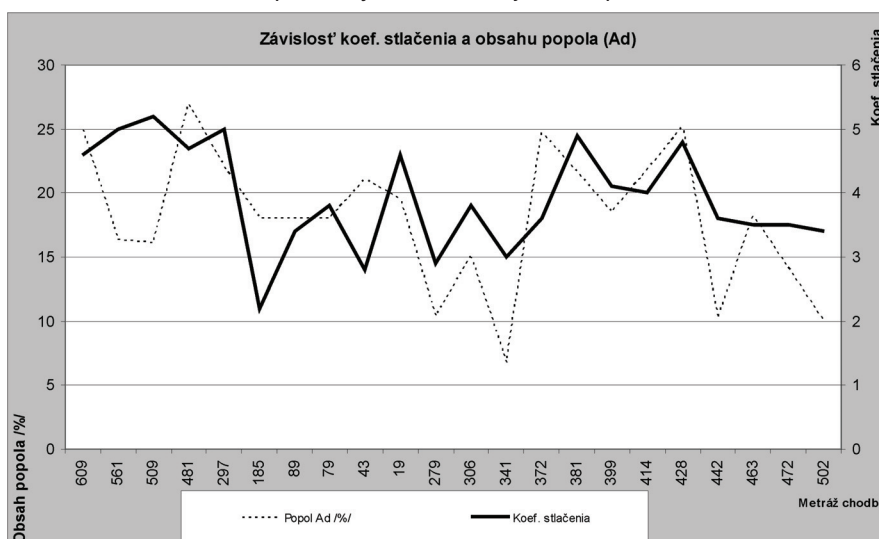
Priebeh týchto parametrov je až na lokálne anomálie nesúhlasný. So zvyšovaním sa hodnoty výhrevnosti klesá obsah popola a naopak. Závislosť platí pre horný aj spodný sloj – h_1 aj h_2 .

6. Zhodnotenie geotechnologických parametrov

Vývoj jednotlivých geotechnologických a kvalitatívnych parametrov uhoľného súvrstvia má v mnohých oblastiach anomálny priebeh ovplyvnený aj tektonicko-úložnými podmienkami. Tieto skutočnosti do určitej miery vplývajú aj na preuhoľňovací proces fytohmoty, ako aj na diagenetické pochody celého slojového pásma. V oblastiach so

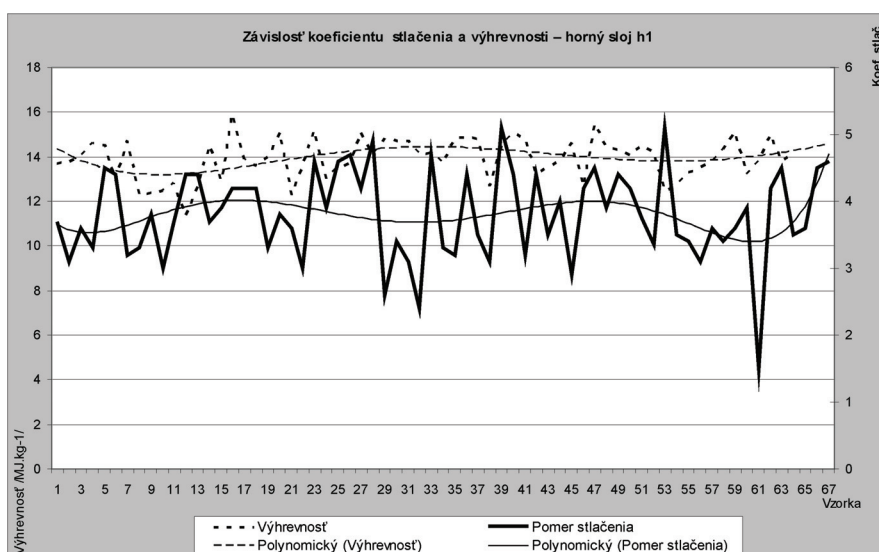
Obr. 6. Závislosť koeficientu stlačenia a obsahu popola na chodbách 71 143-0, 72 145-0.

Fig. 6. Relation of the compression ratio to ash content along corridors 71 143-0, 72 145-0.



Obr. 7. Závislosť koeficientu stlačenia a výhrevnosti – horný sloj (h_1).

Fig. 7. Relativity of compression ratio to heating capacity – upper seam (h_1).



zložitejšími tektonicko-úložnými pomermi – s prípadným výskytom prešmykových dislokácií – sú závislosti výhrevnosti oproti koeficientu stlačiteľnosti, a tiež oproti popolnatosti, v nesúhlasnom priebehu. Tektonické procesy ovplyvnili proces preuholňovania aj diagenézu danej časti uhoľného súvrstvia. Tieto poznatky potvrdzujú etapovitý tektonický vývoj na danom uhoľnom ložisku.

Naproti tomu v oblasti s pokojnejším priebehom sedimentácie, a zrejme aj preuholňovania, sú závislosti jednotlivých parametrov v súlade so všeobecne zisteným vývojom. Ak stúpa výhrevnosť, tak stúpa aj koeficient stlačenia; pri stúpaní parametra výhrevnosti klesá hodnota popola a stúpa parameter stlačiteľnosti, pričom klesá priebeh obsahu popola.

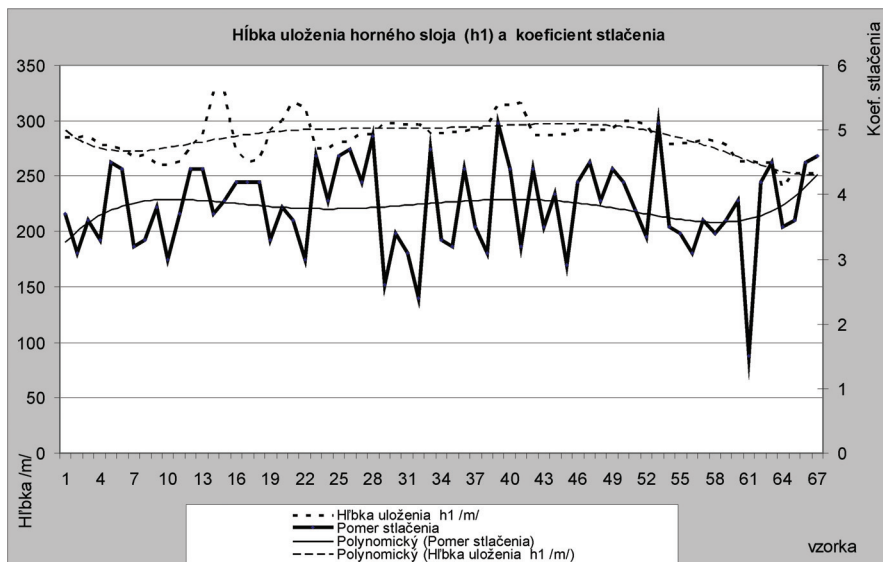
7. Závislosť recentnej hĺbky uloženia uhoľného sloja a koeficientu stlačenia v spodnom sloji – h_2

Uhoľný sloj v záujmovej lokalite vykazuje úklon od SV k JZ. Priemerná hĺbka uloženia podľa súčasnej morfológie

terénu je cca od 270 – 340 m. Jednotlivé hodnotiace parametre poukazujú na anomálny priebeh. Hodnoty koeficientu stlačenia nekorešponujú s parametrami kót povrchu, čo naznačuje, že vývoj morfológie nad záujmovým územím bol veľmi premenlivý, postihnutý denudáciami, zosuvmi a sedimentáciami hornín rôznych frakcií. Horniny nad spodným slojom boli vystavené rôznym endogénnym vplyvom počas sedimentácie medzislojových hornín a následne počas ukladania fytohmasy z horného sloja.

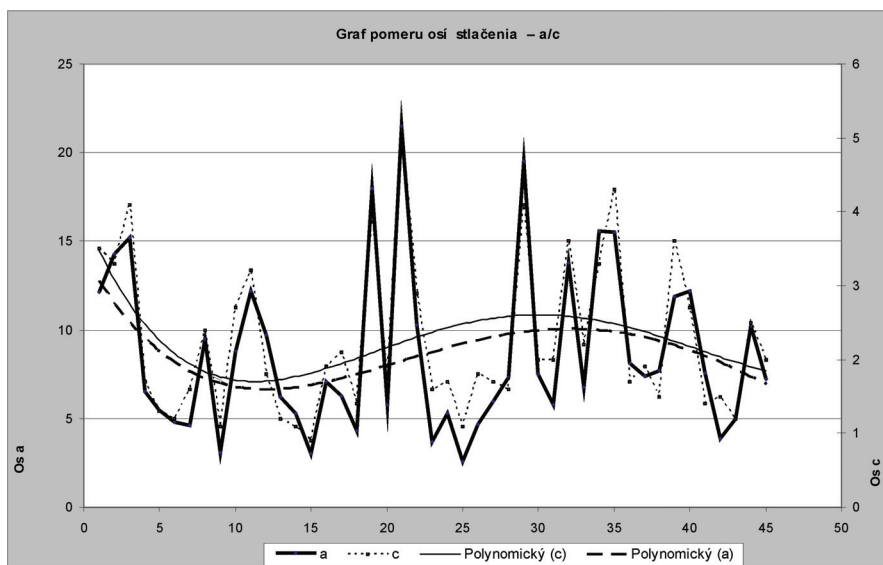
8. Závislosť koeficientu stlačenia a hĺbky uloženia pre horný sloj h_1

Skúmané parametre vyjadrujú lokálne súhlasné priebehy (obr. 8). Z grafov je možné vyčítať ich variabilný priebeh, ktorý súvisí s meniacou sa hĺbkou, respektíve s meniacou sa hodnotou hrúbky nadložných hornín nad uhoľným slojom. Táto skutočnosť poukazuje na mobilitu sedimentácie nadložných hornín. Podľa priebehu koe-



Obr. 8. Závislosť hĺbky uloženia horného sloja (h_1) a koeficientu stlačenia.

Fig. 8. Relation of the upper seam (h_1) deposit depth to compression ratio.



Obr. 9. Graf pomeru osí stlačenia – a/c.

Fig. 9. Graph of the compression axes rates – a/c.

ficientu stlačenia je teoreticky možné modelovanie hrúbky hornín nad uhoľným slojom v čase formovania sa ložiska.

Hrúbka nadložných hornín je variabilná. Finálna etapa sedimentácie nadložných košianskych ílov prebiehala v jazernom prostredí vo vrchnom bádene. Následná sedimentácia a denudácia hornín vyššieho nadložia bola pomerne dynamická a všesmerná. V neskoršom období vývoja hornonitrianskej panvy (vrchný bádene, sarmat) sa prejavili dôsledky druhej etapy nadložného vulkanizmu s výraznými zmenami morfológie terénu nad uhoľným ložiskom.

9. Pomer osí stlačenia

Interakciu zložiek koeficientu stlačenia je možné konštatovať, že diagenéza fytomasy pravdepodobne prebiehala v rovnovážnom, vyrovnanom sedimentačnom prostredí bez výrazných napätových anomálií (obr. 9). Pomer hodnôt osí stlačenia vykazujú priamoúmerný vzťah, čo dokazuje vyrovnané uhoľtvorné prostredie.

Tektonická porušenosť uhoľného súvrstvia nastáva po ukončení sedimentácie fytomasy. Diagenetické pochody začali výraznejšie pôsobiť súhlasne so sedimentáciou nadložných košianskych ílov a počas vulkanických aktivít.

Záver

Uhoľné sloje vznikli fosilizáciou fytomasy uloženej pod nánosmi sedimentárnych hornín. O vzniku uhoľných slojov z fytomasy rezonuje v teoretickej rovine aj predstava o veľkých pohyboch zemskej kôry – kataklizmách, ktoré mohli byť príčinou enormnej koncentrácie rastlinnej hmoty na relatívne malej ploche, následne zaplavenej vodou.

Spomalenie subsidenčného režimu zapríčinilo, že fytogénnu uhoľtvornú sedimentáciu vystriedala sedimentácia pelitická a v celej oblasti Hornonitrianskej kotliny vzniklo sladkovodné jazero, v ktorom sa vo vrchnom bádene usadil komplex nadložných košianskych ílov. V prípade hnedého uhlia nastali štruktúrne zmeny, pričom sa zachovali zreteľné stopy pôvodných drevín (Dopita et al., 1953; Dušák, 1999). Vzorky fosílií reprezentujú úlomky konárov, kmeňov a listov. Pri komplikovaných a dlhodobých chemických a fyzikálnych zmenách bola premena pôvodnej rastlinnej hmoty spojená s diagenetickými pochodmi. Stratou vody a kyslíka sa zvyšoval obsah uhlíka, čo malo za následok aj znižovanie objemu rastlinnej hmoty. Tieto zmeny prebiehali aj v dôsledku tlaku nadložných hornín. Všetky procesy sú vzájomne proporcionálne závislé a vplývajú na kvalitu uhoľného sloja (Dopita et al., 1953; Dušák, 1999).

Výskumom stlačenia časti flóry v terciérnych uhoľných slojoch sme získali dôležité poznatky o vývoji uhoľtvornej hmoty. Hodnoty koeficientov stlačenia charakterizujú priebeh uhoľtvorného procesu pri autochtónnych uhoľných ložiskách. Koeficient stlačenia poukazuje na podmienky vývoja uhoľtvornej hmoty, a tiež na variabilné zmeny v okolitých vrstvách.

Na handlovskom ložisku v časti Cigeľ sme zistili variantné hodnoty koeficientov stlačenia v závislosti od vývoja geostatického tlaku nadložných vrstiev,

geotechnologických zmien v uhoľných slojoch alebo od erózie nadložných vrstiev. V oblastiach s pomerne vyrovnanými koeficientmi stlačenia sú aj geologicko-úložné pomery stabilnejšie a ucelenejšie ako v lokalitách s variabilnými parametrami stlačenia fosilizovanej flóry. Na základe hodnoty koeficientu stlačenia vzniká možnosť modelového vyjadrenia pôvodnej hrúbky uhoľtvornej hmoty z močiarno-jazerného obdobia vývoja uhoľnej panvy a pôvodného reliéfu terénu.

Výsledky závislostí koeficientov stlačenia a jednotlivých kvalitatívnych parametrov poskytujú konštrukčné možnosti riešenia bansko-geologických podmienok racionálnej exploatacie uhoľných ložísk. Tieto parametre v závislosti od koeficientov stlačenia poskytujú reálne možnosti posúdenia kvalitatívno-kvantitatívnych vlastností uhoľných slojov, napr. v prípade parametra obsahu popola a koeficientu stlačenia je možnosť získania prehľadu o priebehu výhrevnosti uhoľného sloja. Pomer jednotlivých osí stlačenia charakterizuje aj tlakovo-deformačný priebeh záujmovej oblasti. Napríklad v miestach s vyššími koeficientmi stlačenia sa neskôr zistila aj intenzívnejšia tektonická a deformačná aktivita v uhoľnom súvrství alebo výrazná anomálna erózia nadložných hornín.

References

- ČECH, F., KRAUS, I., PETRÍK, F. & MECHAČEK, E., 1969: Handlovsko-novácka uhoľná panva. *Bratislava, GÚ UK*, 277 s.
- ČECHOVIČ, V., 1959: Geológia tretohorných vrstiev severného okraja Handlovskej uhoľnej panvy. *Geol. Práce, Zoš.*, 53, 5 – 58.
- DOPITA, M., HAVLENA, V. & PEŠEK, J., 1953: Ložiská fosilných palív. *Praha, SNTL/Alfa*.
- DUŠÁK, V., 1999: Původ uhlí a jeho metamorfózy. *Časopis Energetika*.
- DZUDZÍK, J., ULIČNÝ, B. & VONDRAČEK, L., 1983: Malý Grič – surovina: hnedé uhlie, ZS DP, stav k 31. 3. 1983. *Spišská Nová Ves, Geol. Priesk.*, 31 s.
- FAZEKAŠ, J., 1994: Výpočet zásob v DP Cigeľ, 1994. Hornonitrianske bane Prievdza.
- FAZEKAŠ, J., 2000: Effects of volcanism on coal beds in the Upper Nitra Basin. *Miner. Slov. (Bratislava)*, 32, 243 – 245.
- FAZEKAŠ, J., 2009: Plynonosnosť uhoľných slojov v Hornonitrianskej panve – dobývací priestor – Cigeľ. *Acta Montan. Slov.*, 14, 1, 57 – 65.
- KOTULOVÁ, J. et al., 2010: ZS – Hornonitrianska kotlina – trojrozmerné geologické modelovanie exponovaného územia. *Bratislava, MŽP SR – ŠGÚDŠ*.
- PAČTOVÁ, B., 1958: Palynologický výskum terciéru v oblasti Handlová na Slovensku. *Čas. Mineral. Geol.*, 3 s.
- PLANDEROVÁ, E. & SNOPOKOVÁ, P., 1968: Palynologické zhodnotenie paleogénnych a neogénnych sedimentov z oblasti Bojníc. *Manuskript. Bratislava, archív Geofond*, 112 s.
- ŠIMON, L., 1995: Prehľad názorov na geologickú stavbu vtáčnických vulkanitov. *Manuskript. Bratislava, archív KG PriF UK*.
- ŠIMON, L., 1999: Geologická stavba vulkanitov Vtáčnika v neovulkanitoch stredného Slovenska. *GS SR. Zem. Plyn Nafta*, 44, 1 – 2, 11 – 65.
- TAKÁČ, M., 1978: Tretohorná flóra na hornej Nitre. Horná Nitra, *Vlastivedný zborník, VIII, Vyd. Osveta*, 229 – 275.

Deformation overprint of caustobioliths during the diagenetic process in the Hornonitrianska kotlina Tertiary coal basin (Slovakia)

The deposits of caustobioliths – brown coal and lignite – in the Hornonitrianska kotlina Basin represent a significant raw material potential of the Slovak Republic.

Our study concerned the northern part of the exploitation area of the Cigel Mine, located at the western part of the Handlová coal deposit (Fig. 1). The deformed wood species remnants frequently occur there (Figs. 2 and 3). The research encompassing their inventarization and geometrization aimed to learn more about the diagenetic processes producing the coal-bearing seams. The compression of the flora remnants was observed preferably in the coal seams with the higher coalification grade (hemiphasis). The calculated compressibility index documents the diagenetic process of the coal-bearing seam, and also further qualitative parameters can be related to it.

The Hornonitrianska kotlina Basin represents an intra-montane basin filled mainly with Paleogene and Neogene marine and limnic, as well as volcanic sediments. The observed north-eastern part, and specially the 7th mining segment of the Cigel Mine consist of two economic seams, located in the northern and middle parts of the exploitation area. The *Upper Coal Seam* (h_1) is thick 3–5 m with the average heating capacity 13 MJ/kg and compression strength 17–22 MPa. The *Lower Coal Seam* (h_2) is thick 3–5 m with the average heating capacity 13 MJ/kg and compression strength 14–18 MPa.

The coalification of the phytomass was affected not only by the pressure (thickness of the overlying rocks), but also by the Neogene volcanic activity, heat flow, petrographic and chemical compositions of surrounding rocks, as well as by the tectonic overprint of the studied locality. The

quality of the coal seams is determined by the parameter of the heating capacity, as well as the ash and water contents. Concerning the analyses of the coal seams, there are important the geomechanical parameters, like the compression strength and hardness. We have calculated that during coalification the original thickness of the plant bed was compressed with the coefficient 3.9, resulting in the recent thickness of the coal seams.

Our study has brought more comprehensive characterization of the coal deposit by the assessment of further geotechnical parameters:

Relation of the compression coefficient to the ash content A^d % in the lower (h_2) as well as the upper (h_1) seams. The lower compression coefficient indicates the lower ash content (Fig. 6).

Relation of the compression coefficient and the heating capacity in the lower (h_2) and the upper (h_1) seams (Fig. 7).

Relation of the heating capacity and the ash content.

Relation of the upper seam (h_1) deposition depth to compression ratio (Fig. 8).

Ratio of the compression axes indicates that the phytomass diagenesis probably occurred in the equilibrium and well-balanced sedimentation environment without more distinct stress anomalies (Fig. 8).

The research confirmed that in the parts of the deposit with the relatively equal compression coefficients also the geological-deposit parameters are more stable. The revealing of the relation of the compression coefficient to the qualitative parameters of the deposit contributes to the effective and rational exploitation of the coal deposit.