

Tuzemské uhoľné zásoby a možnosti ich využitia pre potreby Slovenska

František Špaldon¹ a Ľudmila Turčániová

Domestic coal deposits and the possibilities their utilisation for requirements in Slovakia

The information on coal exploitation and deposits of brown coal in Slovakia is presented are stated. The Slovak coal industry is struggling with the economic and quality problems of energetic coal. The organization point of view is judged and the possibilities of applying the coal preparation and coal beneficiation methods focused on the future possible utilisation are evaluated.

Key words: brown coal, lignite, coal preparation, coal beneficiation.

Zo svetovej odbornej literatúry jednoznačne vyplýva, že ložiská hnedého uhlia patria k najvýznamnejším zásobníkom energetických surovín. Toto tvrdenie platí aj pre Slovensko. Jeho váha je prirodzene úmerná veľkosti nášho štátu (Boroška, 1998) a potrebám energie pre uspokojenie potrieb priemyslu a občanov.

Veľkosťou 49 034 km² a počtom obyvateľov 5,4 miliónov patríme k malým štátom. To platí aj vo vzťahu k ťažbe hnedého uhlia v porovnaní s inými európskymi štátmi.

Tab.1. Ťažba hnedého uhlia v roku 1995: (Zpravodaj Hnědé uhlí, 97).

Štát	mil. t
Nemecko	193
Rusko	92
Poľsko	63
Česká republika	58
Grécko	58
Turecko	51
Rumunsko	36
Bulharsko	28
Maďarsko	14
Španielsko	11
Slovensko	3,76 (v r. 1997 už 3,9)

V porovnaní s ostatnými európskymi štátmi sme v značnej nevýhode z toho hľadiska, že naše uhoľné zásoby dobývame iba hlbinným spôsobom ťažby, zatiaľ čo v ostatných štátoch sú v prevádzke rozsiahle prevádzky lomového dobývania hnedého uhlia. Mocnosť uhoľných slojov a hĺbka ich uloženia nám na Slovensku lomové dobývanie neumožňujú.

Podľa prognóz do r. 2020 (Boroška, 1998) sa ťažba hnedého uhlia a lignitu u nás ustáli na 3,3 mil. t ročne. V súčasnosti sa ťaží v troch podnikoch: Hornonitrianske bane, Baňa Dolina a Baňa Záhorie.

Okrem uhoľných zásob uvedených 3 podnikov udávajú geológovia (Grecula, 1988) ešte niekoľko menších hnedouhoľných ložísk:

Podunajská panva – Štúrovo, s hnedým uhlím, ktoré obsahuje 25,6 % popola a má výhrevnosť 15,28 MJ.kg⁻¹. Pre ťažbu sú bansko-technické a hydrogeologické podmienky nepriaznivé.

Beladice a Pukanec, s dvoma uhoľnými slojmi s mocnosťou 5,1 m a 2,3 m. Uhlie má 29,3 % vody; 41,1 % popola; 3,2 % S; 53 ppm As, jeho výhrevnosť je 9,73 MJ.kg⁻¹.

Hnojné, s nízkokvalitným lignitom v niekoľkých slojoch. Obsah vody je 45 %; popola 33 % a výhrevnosť 7,8-8,1 MJ.kg⁻¹.

¹ Prof. Dr. Ing. František Špaldon, DrSc. a Ing. Ľudmila Turčániová, CSc., Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice
(Revidovaná a recenzovaná verzia doručená 30.10.1998)

V geologickom referáte (Grecula, 1988) sa udáva, že Slovensko má celkom 8 ložísk lignitu (len na jednom sa ťaží) a celkové zásoby sú udané 780 mil. ton. O osude spomínaných ložísk sa snáď bude uvažovať až neskôr v 21. storočí.

Z hľadiska súčasnosti a blízkych perspektív sa treba zaoberať problematikou kvalitatívnych, technologických a ekonomických parametrov uhlia, ťaženého v:

Hornonitrianske bane

- výhrevnosť 10,7 až 12,9 MJ.kg⁻¹
- popolnosť 7 až 34 %
- vlhkosť 20 až 34 %
- obsah S 1,35 až 1,99 %
- obsah As 6,2 až 590 ppm (Nováky)

Baňa Dolina

- výhrevnosť 9,71 MJ.kg⁻¹
- popolnosť 15 - 25 %

Baňa Záhorie (lignit)

- výhrevnosť 9,9 MJ.kg⁻¹
- popolnosť 31,5 %
- vlhkosť 36,8 %
- obsah S 1,74 %
- obsah As 33 ppm

Keď uvádzame, že sa treba zaoberať problematikou ťažiacich banských závodov, máme v úmysle zaoberať sa:

- A. niektorými organizačno ekonomickými hľadiskami a
- B. technicko ekologickými hľadiskami využívania uhlia, ktoré sú obsiahnuté v pojme „Clean Coal Technology“ - v skratke CCT (Noskievič, 1997).

Ad A: V prvej polovici nášho storočia boli budované tepelné elektrárne bezprostredne na palivovo-energetickej (PE) základni, ktorou bola uhoľná baňa. Majiteľom elektrárne bývala banská spoločnosť, ktorá zásobovala elektrárňu palivom. Tým bol spravidla menejhodnotný medziprodukt z trojproduktového zušľachtovania ťaženého uhlia z úpravne, spolu s menejcennými drobnozrnnými triedami z uhoľnej produkcie. Dopravné náklady do elektrárne neboli žiadne, presun paliva sa dial vnútrozávodným dopravným systémom. Spálené palivo v elektrárni predstavovalo vlastne vnútrozávodnú spotrebu, pričom sa získal hodnotný predajný produkt - elektrický prúd. Zisk z predanej elektriny vylepšoval finančnú situáciu banského závodu.

Socialistickou reorganizáciou po roku 1950 došlo k organizačnému osamostatneniu elektrární od banských závodov, elektrárne od baní palivo kupovali, obe zložky v rámci obchodných vzťahov mali vykazovať zisk, platiť osobitné odvody do štátneho rozpočtu. Tým boli banské závody ochudobnené, zvýšil sa tlak na mzdovú zložku vo výrobných nákladoch uhlia, ktorá v baničtvie dosahovala až 50 % výrobných nákladov. Vo výhode pri tomto systéme boli závody s lomovým dobývaním uhlia (hnedého), kde sa vďaka mohutným dobývacím mechanizmom dali dosiahnuť mnohonásobne vyššie výkony na pracovníka a smenu, a tým sa podiel mzdovej zložky vo výrobných nákladoch podstatne znížil. Žiaľ, slovenské hnedouhoľné bane túto výhodu z technologických príčin nemohli mať, čiže výrobné náklady na 1 tonu hnedého nízkoenergetického uhlia sú blízke výrobným nákladom kvalitného čierneho uhlia, pretože oba druhy sú dobývané veľmi podobným spôsobom. Táto záťaž sa zvýrazní, keď uvážime, že na 1 tonu čierneho uhlia s výhrevnosťou 25 MJ.kg⁻¹ sú skoro rovnaké dobývacie náklady ako na 1 tonu u nás dobývaného hnedého uhlia s výhrevnosťou 10 MJ.kg⁻¹. Teda dobývacie náklady 1 GJ v hnedom uhli sú 2,5 násobkom dobývacích nákladov 1 GJ v čiernom uhli. Elektrárne, podniky nezávislé na baniach, tento problém nezaujímajú, kupujú a platia kalorickú - joulovú hodnotu v uhli. Od roku 1990 sú zrušené socialistické organizačné vzťahy, ale medzi baňou a elektrárnou vznikol ďalší organizačný medzičlánok, ktorý od baní uhlie kupuje a opäť s primeraným ziskom uhlie elektrárnam predáva. Na tento systém dopláca spotrebiteľ a ohrozené sú mzdy baníkov za ich mimoriadne tvrdú, rizikovú prácu.

Ak elektrárňu vyhlási prípustnú cenu napr. 83 Sk za 1 GJ, je konkurencie schopnosť našich hnedouhoľných baní veľmi napätá až zneistená. Možné úspory by sme videli iba v návrate k jej organizačnej štruktúre, ktorá bola pôvodne v prvej polovici nášho storočia, alebo v nejakom novom, prevratnom výnosnom využití uhlia, prípadne produktov z uhlia.

Ad B: Program „Čisté uhoľné technológie“, už spomenutý v predchádzajúcej časti, sa rozvíja už niekoľko rokov v priemyselne vyspelých štátoch, združených v OECD. Aj u nás na Slovensku sú

silné snahy realizovať ho v našich podmienkach (Turčániová a kol., 1997). Na prípadnú laickú otázku, či sa nás problémy CCT dotýkajú, je odpoveď jednoznačne áno. Jeden z najvážnejších argumentov je stav našich lesov. Lesní odborníci tvrdia, že naše lesy sú na 80 % vážne poškodené emisiami z elektrární a teplární. Je teda najvyšší čas zaoberať sa programom „čisté uhoľné technológie“ a zabrániť neblahému poškodzovaniu nášho životného prostredia. Možno konštatovať, že ako uhoľné bane, tak aj veľkí spotrebitelia uhlia, menovite energetické závody, sa spolu s výskumnými pracovníkmi vysokých škôl a SAV problematikou intenzívne zaoberajú a dosahujú sa už určité pozitívne zmeny. Ale posúďme problematiku systematicky.

V úvodnej časti referátu sme uviedli relatívne vysokú popolnosť nášho hnedého uhlia, ako aj značný obsah síry.

Pre zníženie obsahu popolčiekov v emisiách sa hľadá vyhovujúci spôsob rozdrúžovania surového drobnozrnného uhlia. Táto technologická úloha je sťažená jednak veľmi jemným rovnomerným prerastaním jalových popolotvorných zložiek v uhlí a vo významnej miere aj dodatočnými nákladmi na rozdrúžovanie, ktoré sa premietnu do predajnej ceny uhlia. V zásade by bolo potrebné uprednostniť rozdrúžovací proces suchý pred mokrým, ktorým sa zvyšujú náklady na vodné hospodárstvo a prípadné sušenie.

Bola vyskúšaná metóda dektrostatického rozdrúžovania na spriatelennom americkom pracovisku a aerodynamického rozdrúžovania v spolupráci s SHD.

Triboelektrickému rozdrúžovaniu bolo podrobené energetické uhlie jemnosti pod 0,071 mm z Handlovej, z Cígľa a z Novák (tab.2).

Tab.2. Výsledky pokusov triboelektrického rozdrúžovania.

	Handlová [%]	Cígľeľ [%]	Nováky [%]
Obsah popola	51,38	48,74	28,24
Obsah vody	5,55	7,47	8,80
Obsah síry	1,46	1,37	2,82
Koncentráty:			
obsah popola	33	36	23
Výťažnosť popola do koncentráta	38	36	47

Fluidné rozdrúžovanie bolo skúšané na energetickom uhlí z Cígľa. Zrinitosť uhlia bola 0-5 mm, popolnosť 52,45 %. Predpokladali sme, že jemné uhlie pod 1 mm nebude úspešne rozdrúžovateľné, preto sme vytriedili hrubšiu frakciu a získali sme koncentrát s obsahom popola 42,64 % a špecificky ťažšiu frakciu s obsahom popola 65,61 %. Aby sme overili spomenutý predpoklad o jemnozrnej frakcii, vykonali sme s ňou rozdrúžovací pokus, ale ten len potvrdil, že zrinitosť pod 1 mm nie je fluidným rozdrúžovaním upraviteľná.

Na našich pracoviskách boli preverované možnosti mokrého rozdrúžovania: na Humphreyových závitových rozdrúžovačoch, magnetických rozdrúžovačoch, v hydrodynamickom rozdrúžovači. V hydrocyklónoch s vodným rozdrúžovaním sa dosahovali pre uhlie z Handlovej, z Cígľa, z Novák rozdielne výsledky, ale vo všeobecnosti sa dosahoval relatívne nízky efekt.

Obsahy popola v koncentrátoch poklesli priemerne o 10 - 15 % oproti obsahom v pôvodnom uhlí a podobný efekt sa dosiahol aj pre síru, pretože tieto metódy môžu ovplyvniť len obsah síry viazaný na sulfidickú formu, zatiaľ čo v našom uhlí je väčší podiel síry viazaný chemicky v štruktúre horľaviny a nemôže byť fyzikálnou úpravou ovplyvňovaný.

V novej literatúre je opisované a propagované využívanie multigravitačného rozdrúžovania (anglickej firmy Mozley) (Aydin et al., 1996). Skúsili sme rozdrúžovať naše typy hnedého uhlia aj touto metódou, ale ani tou sa nedosiahli lepšie výsledky ako predošlými metódami.

U najjemnejšej zrnitosti pod 60 μm sme overovali využitie fyzikálnochemickej metódy selektívnou flokuláciou, avšak ani výsledky získané touto metódou nedoniesli výraznejší technicko-ekonomický efekt. Táto metóda je z hľadiska dodržania podmienok: pH, výberu a dávky flokulačného činidla, dodržania jemnosti zrna veľmi citlivá, a preto uvažujeme o doplnovacích výskumoch, aby mohol byť vyriešený definitívny záver.

Zo štúdiá tohtoročných referátov XV. Pittsburgskej konferencie „Coal Energy and the Environment“ sme získali popis novej metódy rozdrúžovania uhlia tzv. Parnabyho metóda. Referáty o dosiahnutých kvalitatívnych výsledkoch na bani Bogovina v Juhoslávii sú tak priaznivé, že považujeme za veľmi účelné nadviazať spojenie s uvedeným závädom a podľa možnosti dojednať aj overovacie pokusy pre naše uhlie. Prvé kontaktné kroky sme nadviazali (Canič et al., 1998).

Ďalší spôsob pre environmentálne prijateľné využívanie uhlia je premena prachového uhlia na takzvané environmentálne brikety. Sú to brikety, v ktorých sa vsádzka do briketovacieho lisu obohatí o vápno, takže pri spaľovaní sa síra sorbuje vápnom na CaSO_4 a ostane viazaná ako sádra na popolnatú zložku po spálení. Brikety by boli prijateľným palivom pre malospotrebiteľov a stredných spotrebiteľov s roštovými kúreniskami, ale sú opäť obavy z toho, že tento zušľachtujúci proces palivo

predraží. Bolo by však potrebné vykonať rozsiahlejší výskum výroby takých brikiet, aby sme získali dostatok podkladov aj pre ekonomické vyhodnotenie tohoto zušľachťovacieho procesu. Zušľachtenie sa tu prejaví z hľadiska zníženia obsahu síry v emisiách, ale pri mierne zvýšenej kvantite popola. Prvé informačné kroky v tomto smere boli už vykonané v prácach CHF - STU a s uhlím z Cígl'a v Poľsku (Czaplicki et al., 1997).

Pre úplnosť prehľadu využitia uhlia sa treba zmieniť aj o rozklade uhlia za účelom získania možných vzácných organických zlúčenín. Predbežné výskumy zistili zaujímavé poznatky o výskyte vzácných organických látok v Nováckom uhlí (Oriňák, 1996). Považujeme za účelné rozšíriť podobný výskum aj na ostatné naše uhoľné náleziská, aby sa výsledky dostali do pasportizácie aj ešte nedobývaných ložísk. Možno, že v budúcnosti príde čas, keď bude možné za primeraných ekonomických podmienok uvedené výsledky využiť.

Do určitej miery ako zušľachťovacia metóda pre hnedé a lignitické uhlie prichádza do úvahy sušenie, pretože podstatným znížením vlhkosti uhlia sa zvýši jeho výhrevnosť. Pretože hnedé hrubozrnné uhlie s vysokou vlhkosťou sa pri sušení rozpadáva a ako drobnozrnné by sa preradilo do nižších cenových kategórií, prišlo by do úvahy sušenie spôsobom Fleissnerovým alebo od neho odvodeným modifikovaným spôsobom, ktorý bol vyvinutý v Energy and Environmental Research Centrum na Univerzite v North Dakote. Výskum bol podporovaný zo strany US Department of Energy - DOE a bol nazvaný HWD proces - hydrothermal drying proces. Sušenie prehriatou parou za zvýšeného tlaku zabráni rozpadu uhlia po ukončení sušenia (Ness et al., 1996). Tento zaujímavý spôsob sušenia môže byť ekonomicky prijateľný, ak je prevádzkovaný v bezprostrednom spojení s elektrárnou, od ktorej získa za výhodných podmienok spomenuté sušiacie médium - prehriatu tlakovú paru (~ 300°C; 2,5Pa). Pre lignit v Novákoch sa v rokoch 1943 - 46 uvažovalo so sušením uhlia Fleissnerovou metódou pri elektrárni, ktorú plánovali vybudovať bane v Novákoch. Vojnové udalosti a povojnový vývoj organizácie bane - elektrárne uvedené plány zmarili.

K zušľachťovacím metódam uhlia patrí aj jeho rozklad na základné zložky - polokoks, prípadne koks, decht a plyn. Rozklad sa môže diať nepriamo termicky - nízkotepelný pri teplotách ~600°C alebo vysoko tepelný pri 800-900°C, regulovaným spaľovaním, za účelom získania plynu alebo v najnovšej dobe aj biotechnicky.

Mnohé zahraničné tepelné elektrárne majú predradené pyrolytické alebo splyňovacie agregáty a pre výrobu elektriny sa používajú plynové turbíny, ako aj parné turbíny, ktoré získajú tepelnú energiu pre výrobu pary spaľovaním polokoksu z predradeného pyrolýzného agregátu. Tieto elektrárne sú označované ako elektrárne s integrovaným spaľovaním (Noskiewič, 1997).

Nízkotepelná pyrolýza hnedého uhlia je aj úvodným procesom pre získavanie kvapalných pohonných hmôt, u nás známou Fischer-Tropschovou metódou. Bola v prevádzke počas II. svetovej vojny v Moste. Po vojne bola zrušená, pretože výroba benzínu z ropy je podstatne lacnejšia. V rokoch šesťdesiatych našla rozsiahle uplatnenie v Juhoafrickej republike, kde ju významne zdokonalili. Americký výskum sa tiež pripravuje na prípadný nedostatok ropy v 21. storočí a sú správy, že metódu Fischer-Tropschovu už zdokonalili natoľko, že je konkurencie schopná v porovnaní s klasickou výrobou kvapalných pohonných hmôt (Srivastava et al., 1998).

Keď hovoríme o skvapalnení hnedého uhlia za účelom transformácie uhlia na pohonné hmoty, treba uviesť aj biologickú transformáciu spoločnosti Arctech, ktorej podstata spočíva na poznaní, že v prírode sa vyskytujú mikroorganizmy, ktoré rozložia uhlie na bioplyn, prchavé mastné kyseliny, palivové alkoholy a humínové kyseliny a na tuhý zvyšok bohatý na uhlík. Bioplyn je bohatý na metán (Srivastava, 1996).

Vývoj biotransformácie trval 15 rokov, ale v r. 1996 už dosiahol taký stupeň úžitkovosti, že sa stal pre budúcnosť ekonomicky výhodnou metódou zužitkovania lignitu.

Účelom nášho referátu bolo, urobiť prehľad o jestvujúcich a výhľadových, ekonomicky aj environmentálne výhodných metódach spracovania a zužitkovania hnedého uhlia, podať informáciu v čom držíme krok s pokrokovou svetovou vedou a technikou a hlavne dať impulzy k ďalšiemu smerovaniu výskumu a vývoja pre náš hnedouhoľný priemysel.

Literatúra

- Aydin, M.E., Yildirim, I., Dogan, M.Z., Onal, G., Celik, M.S.: Desulfurization on Low-Rank Turkish Coals by Multi-Gravity Separator. *In: Proceeding Coal Energy and the Environment V.1., 1996.*
- Boroška, F.: Postavenie hnedého uhlia v energetickej bilancií Slovenskej republiky. *Acta Montanistica Slovaca, 1998.*

- Canič, M., Simovič, I., Djokič, S., Kostovič, V.: Parnaby process A new trend in Yugoslavian coal cleaning. *In: Proceedings „Coal-Energy and the Environment, 1998, s. 373-377.*
- Czaplicki, A. et al.: „The Brown Coal's from Prievidza Region Processing Concept“ - preliminary study. *Report: Institut for Chemical Processing of Coal, Zabrze, 1994.*
- Grecula, P.: Súčasný stav palivo-energetických surovinových zdrojov SR a vyhlídky do budúcnosti. *In: Spravodaj 4-5/98, s. 320-323.*
- Ness, R.O., Anderson, C.M., Murich, M.A., Richter, J.G., Dewall, R.A., Young, B.C.: Preparation and Gasification of a Thailand Coal-Water Fuel. *In: Proceedings „Coal-Energy and Environment“, Vol 2, 1996.*
- Noskievič, P.: Čisté uhelné technologie (Clean Coal Technologies). *In: Zpravodaj Hnědé uhlí 4/97, s. 21-26.*
- Oriňák, A., Turčániová, L., Zacharová, V., Oriňáková, R.: Winning Separation and Characterisation of Substances Extracted from Coal. *In: Zb. konferencie Vývojové trendy v baníctve a energetike z pohľadu perspektívnej aplikácie „clean coal technologies“, Ústav geotechniky SAV Košice, 1996, s. 210-214.*
- Srivastava, K.C., Johnston, P.E., Sanjay, H.G., Stashick, J.J., Walia, D.S., Johnson, H.R.: Coal Bioprocessing - A New Vision and Strategy for Coal Utilization. *In: Proceedings „Coal-Energy and the Environment“, Vol. 2, 1996.*
- Srivastava, R.D., Mc Ilvried, H.G., Winslow, J.C., Driscoll, D.J.: Economical production of transportation fuels from coal natural gas and other carbonaceous feedstocks. *Proceedings „Coal-Energy and Environment“, 1998, Report 26-1.*
- Turčániová, L. a Hredzák, S.: Vybrané výsledky slovenského uhoľného výskumu. *Acta Montanistica Slovaca 3/1997, s. 223-227.*
- Zpravodaj Hnědé uhlí - Příloha 4/97.