

ENERGETICKÁ BEZPEČNOSŤ A NETRADIČNÉ VYUŽÍVANIE UHOĽNÝCH LOŽÍSK

ENERGY SECURITY AND NON-TRADITIONAL USE OF COAL DEPOSIT

Monika BLIŠŤANOVÁ - Peter BLIŠŤAN

ABSTRAKT

Zabezpečenie energetickej bezpečnosti pri stále zvyšujúcej sa spotrebe energie spolu so znižujúcim stavom zásob energetických surovín je prioritou každej krajiny. Napriek zvyšujúcemu podielu obnoviteľných zdrojov energie v energetickom mixe, je stav stále nepriaznivý. Pozornosť vo výskume sa zameriava na nekonvenčné zdroje primárnych energetických surovín ako aj na netradičné technológie využívania uhoľných ložísk, ktoré môžu viesť k zvýšeniu energetickej bezpečnosti.

Kľúčové slová: nekonvenčné zdroje energie, underground coal gasification, energetická bezpečnosť.

ABSTRACT

Due to the continuous increase of the world power consumption the assurance of energy security is a priority of each country. Despite the growing use of renewable sources of energy, non – renewable sources are still dominant due to their indisputable advantages. The current research of renewable sources use is focussed on development and testing of technologies for their more effective mining process as well as the use of unconventional sources of oil and natural gas and non traditional mining technologies of coal deposits. It is possible to assume that the durability of the primary sources and the increase energy security.

Key words: Unconventional energy sources, energy return, energy security.

ÚVOD

Energia je nevyhnutnou podmienkou pre chod spoločnosti ale aj priemyslu. Napriek snahám o znižovanie spotreby energie sa každoročne zaznamenáva jej medziročný nárast na úrovni cca 1,5%. Po skúsenostiach z ropných kríz v minulosti sa osobitná pozornosť venuje výskumu v oblasti energetických zdrojov. Tento príspevok sa venuje prehľadu zásob nekonvenčných zdrojov primárnych energetických surovín ako aj netradičným technológiám ťažby uhlia ako suroviny s najväčším regionálnym rozšírením.

Energetická bezpečnosť ako pojem je v súčasnosti veľmi často skloňovaný. Napriek tomu, že tento problém je veľmi aktuálny a nie je nový, je potrebné poznamenať, že energetická bezpečnosť nie je ani jednoznačne začlenená do žiadnej bezpečnostnej dimenzie. Niektorí autori ju radia k environmentálnej bezpečnosti iní k ekonomickej bezpečnosti. Obmedzenia prístupu k zdrojom energií a surovín malo už v minulosti priamy dopad nielen na ekonomickej bezpečnosť štátov, ale tieto obmedzenia boli aj príčinou ozbrojených konfliktov. Ako príklad možno uviesť konflikty v Angole, Kongu, Indonézii, Maroku, Sudáne ako aj v oblasti Stredného východu, kde sa nachádza podstatná časť svetových zásob ropy. Problémom nie sú len zdroje ropy, ale aj prístupové cesty k týmto zdrojom a tranzity ropy [1].

ENERGETICKÁ BEZPEČNOSŤ

Vo všeobecnosti pod energetickou bezpečnosťou rozumieme spoľahlivú dodávku energie, zabezpečenie prístupu k energetickým zdrojom a palivám v požadovanom množstve a kvalite za primerané ceny. Pre EÚ zostáva dôležitou podpora diverzifikácie zdrojov, dodávateľov, prepravných trás a spôsob prepravy.

Podľa názorov odbornej verejnosti by sa energetická bezpečnosť mala zakladať na 4 princípoch [2]:

- diverzifikácia dodávok,
- elasticita energetických dodávok,
- existencia globálneho trhu a podmienky integrácie,
- dôležitosť informácií.

Diverzifikácia dodávok energetických surovín je najdôležitejším princípom energetickej bezpečnosti. Znížením závislosti na jednom dodávateľovi je možné redukovat' dopady z prerušenia dodávok. Dôležité je, aby sa diverzifikácia netýkala len dodávateľov, ale aj transportu a infraštruktúry. Princíp elasticity je založený na vytváraní obrany proti šokom, a napomáhaní obnovy po krízach a prerušeníach dodávky prípadne ťažby. Na dosiahnutie je potrebné mať vybudovaný systém strategických rezerv. Súčasný trh s energetickými surovinami najmä ropou a zemným plynom sa globalizuje, a funguje na základe pravidla vzájomnej závislosti. Odberatelia plynu sú závislí od importu a producenti sa nezaobídu bez ich dopytu. Vzájomná rovnováha oboch strán by mala viesť k stabilite systému. Štvrtým princípom je dôležitosť spoľahlivých informácií. Bez kvalitných informácií nie je možné mať fungujúci trh [2], [3].

Vo všeobecnosti je možné skonštatovať, že zdroje je možné zabezpečiť [3]:

- *vlastnými zdrojmi,*
- *importom surovín za prijateľné ceny.*

Zabezpečenie vlastnými zdrojmi je závislé od dostatočných zásob energetických surovín ako aj vytváraním podmienok pre zavádzanie takých zdrojov surovín, ktoré štát dokáže vyprodukovať. Pri zabezpečení zdrojov importom sa dovoz zaisťuje dlhodobými kontraktmi, politickým a hospodárskym vplyvom v produkčných oblastiach. V prípade importu je dôležitá snaha o nekonfliktnú medzinárodnú klímu, ktorá by mohla mať negatívny dopad na dodávku ako aj cenu suroviny.

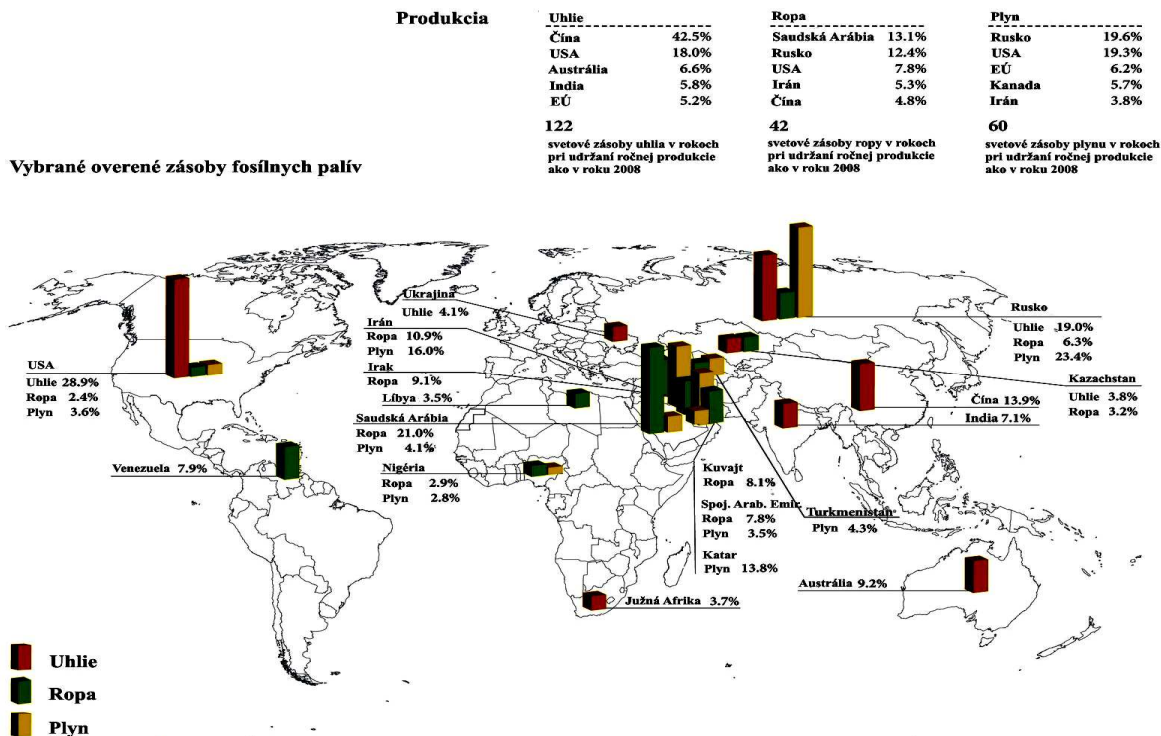
Energetická bezpečnosť sa zabezpečuje prostredníctvom energetickej politiky. Každý štát prípadne zoskupenie štátov si vytvára vlastnú energetickú politiku, ktorá je ovplyvnená rôznymi faktormi, ale predovšetkým surovinovou sebestačnosťou. Napríklad USA má v rámci energetickej bezpečnosti dve priority. Prvou prioritou je zaistenie strategickej bezpečnosti pred nepredvídateľnými udalosťami ako je napr. vojenský alebo teroristický útok, obchodná vojna, politický tlak, a pod.. Druhou prioritou je nepretržitá podpora vedecko-technického rozvoja pri využívaní surovín. Energetická a surovinová politika rozvojových krajín je jednoduchá, keďže je ich prioritou zisk, ich cieľom je ťažba a vývoz energetických surovín za takmer akúkoľvek cenu [4].

Spotreba energie a stav zásob primárnych surovín vo svete

S rastom populácie ako aj s modernizáciou a industrializáciou spoločnosti úzko súvisí aj každoročný nárast spotreby energie. Výrazný nárast spotreby energie nastal uprostred 19. storočia, odkedy spotreba enormne stúpala a stále stúpa. Medziročný nárast spotreby energie sa mení od 1,6% do 5,37%. V scenároch vývoja energetickeho sektora EIA do roku 2035 sa počíta s medziročným zvýšením spotreby energie o 1,4%, kedy by mala hodnota spotreby energie dosiahnuť výšku 739.10²⁴ BTU [5].

Regionálne je rast spotreby rôzny. V 80. rokoch bolo najväčším spotrebiteľom energie USA s podielom cca 24% celkovej svetovej spotreby. Najvyšší nárast spotreby energie bol zaznamenaný v Číne a Indii, kým v roku 1990 dosahoval 10% celkovej svetovej spotreby, v roku 2007 už dosahoval 20%. Predpokladá sa v týchto krajinách bude spotreba energie naďalej rásť a v roku 2035 dosiahne 30%, na rozdiel [5].

Napriek zavádzaniu efektívnejších technológií ťažby ako aj zvyšovaniu podielu obnoviteľných zdrojov energie sa zvyšuje spotreba všetkých neobnoviteľných zdrojov energie a s tým priamo súvisí otázka vyčerpatelnosti ropy, uhlia a zemného plynu. Životnosť svetových zásob ropy (obr. 1) sa odhaduje na 41 rokov, zásoby zemného plynu na 54 rokov a uhlia na 128 rokov [5]. Uvedené životnosti zásob sú odhadované a závisia od zdokonaľovania technológií ťažby, efektívnejšieho využívania ako aj od objavovania nových nálezísk ale aj vysoké investície do nekonvenčných zdrojov primárnych energetických surovín.



Obr. 1. Rozloženie zásob primárnych surovín [4].

Už po energetickej kríze počas vojny a po ropnej kríze sa zintenzívnil výskum možných náhrad ropy. Vzhľadom k vyčerpatelnosti zásob neobnoviteľných zdrojov ako aj snahám o znižovanie závislosti na nich sa osobitná pozornosť venuje výskumu a vývoju technológií na efektívne využitie ložísk.

STAV ZÁSOB NEKONVENČNÝCH ZDROJOV PRIMÁRNÝCH SUROVÍN

K nekonvenčným zásobám primárnych surovín je možné zaradiť:

- *roponosné piesky,*
- *roponosné bridlice,*
- *plyn z uhoľných paniev CBM (coal bed methane),*
- *bridlicový plyn (shale gas),*
- *plyn z nízko priepustných pieskov (tight gas),*
- *hydráty metánu.*

Roponosné piesky sú zvláštnym druhom čiernych pieskov, ktoré obsahujú od 10 do 15% bitúmenu (ťažkej ropy alebo extra ťažkej ropy), 5% vody a zvyšok je tvorený kremíťmi pieskami s ílovou prímiesou. Piesky boli popísané v 70 krajinách sveta, ale významné akumulácie sú iba v Kanade v provincii Alberta a vo Venezuele. Svetové geologické zásoby v roku 2008 boli vyčíslené na 3328,6 miliárd bbl (barelov) bitúmenu a 2149,9 miliárd bbl veľmi ťažkej ropy [4].

Roponosné bridlice sú sedimentárne horniny obsahujúce kerogén, z ktorého sa získavajú ropné uhľovodíky pri vysokých teplotách. Bolo popísaných viac ako 600 ložísk roponosných bridlíc vo viac ako 30 krajinách sveta. Svetové geologické zásoby boli vyčíslené na 4,8 miliárd bbl bitúmenu. Ropné piesky ako aj roponosné bridlice sa javia z hľadiska zásob ako perspektívne. Zásoby obsiahnuté v ropných pieskoch v Kanade a Venezuele sú ekvivalentom polovice svetových zásob ropy a roponosné bridlice by pokryli svetovú spotrebu ropy na niekoľko desaťročí, ale v súčasnosti sú oba zdroje finančne ako aj ekologicky náročné [5], [6].

Najvýznamnejším z nekonvenčným zdrojom plynu je tzv. CBM plyn, ktorý je už ťažený aj komerčne. Metán je prirodzenou súčasťou uhoľných paniev a vzniká pri procese preuhoľňovania. V určitých koncentráciách a kvalitách je tento plyn považovaný za potenciálnu energetickú surovinu. 61% krajín s ložiskami uhlia sa už problematike CBM venuje a to v oblasti výskumu alebo ťažby. Celkové zásoby boli vyčíslené na 191 394 mld m³, z toho vyťažiteľných je 7 249 mld m³. Výskum v tejto oblasti je zvlášť zaujímavý, keďže ložiská uhlia sú rozmiestnené po celom svete a dá sa predpokladať, že s ďalším prieskumom ložísk zásoby ešte porastú [4].

Bridlicový plyn sa získava predovšetkým z ílovej bridlice z hĺbky cca 1500 m. Koncentrácia plynu a priepustnosť hornín je nízka a ťažba je náročná, ale zásoby sú väčšie ako v prípade ložísk tradičného plynu. Je známych 48 významných ložísk bridlicového plynu v 32 krajinách. Svetové zásoby sa odhadujú na 455 986 mld m³ z toho 23 673 mld m³ je ťažiteľných pri súčasných cenách a dostupných technológiách.

Ložiská plynu z pieskov (tight sand) sa vyznačujú veľmi nízkou permeabilitou – pod 0,1 md, takže ťažba plynu si vyžaduje hydraulické štiepenie vrstiev. Svetové zásoby sa odhadujú na 209 715 mld m³ z toho 6 229 mld m³ je v súčasnosti vyťažiteľných.

Hydráty metánu sú pevnou substanciou podobnou snehu, ktorá je tvorená 20% metánu a 80% vody. Tento významný zdroj je známy už dávno, problémom je jeho ťažba ako aj jeho možné environmentálne dôsledky. Hydráty metánu majú potenciálne najvyššie zásoby a ich výška sa odhaduje od 28 317 mld m³ do 141 584 mld m³ [4].

Napriek optimistickým množstvám zásob nekonvenčných zdrojov, je ich použitie v súčasnosti obmedzené možnosťami ťažby ako aj možnými environmentálnymi dôsledkami. Podľa konzervatívnych odhadov vyťažiteľnej časti existujúcich nekonvenčných zdrojov by mohol kombinovaný objem klasického zemného plynu s nekonvenčnými vystačiť na 250 rokov [7].

Možnosť zvýšenia zásob uhlia prostredníctvom využitia podzemného splyňovania uhlia

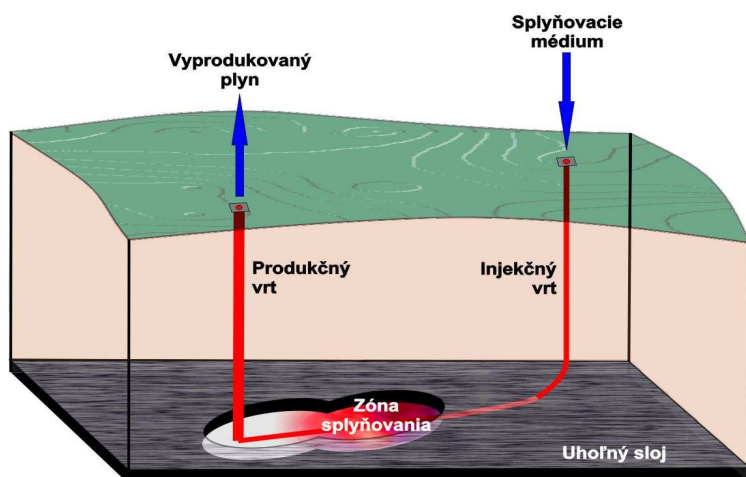
Uhlie je fosílnym palivom s najnižšou výhrevnosťou, ale s najväčším regionálnym rozšírením. V roku 2007 bolo uhlie zastúpené vo svetovom energetickom mixe 27% a predpokladá sa, že v roku 2035 to bude 28%. 41% elektrickej energie sveta pochádza z uhlia [5] a aj napriek zavedeniu emisných limitov sa spotreba uhlia za posledné roky nezmenila. Svetové zásoby uhlia sú 6 000 t, z čoho ale overených je len 909 Bt. Z týchto údajov vyplýva, že iba 15% svetových zásob uhlia je ekonomicky ťažiteľných pri súčasných cenách uhlia [4]. Z uvedeného dôvodu prebieha výskum na efektívne využitie uhoľných ložísk.

Technológia podzemného splyňovania uhlia (underground coal gasification – UCG) je známa už viac ako 100 rokov. Prvé výskumné aktivity sú známe zo začiatku 19. storočia, ale kvôli vojne boli pozastavené. V 30-tych rokoch sa k problematike splyňovania vrátilo. V 60-tych rokoch boli objavené rozsiahle ložiská zemného plynu, preto bol výskum pozastavený. V 70-tych rokoch sa k výskumu opäť vrátilo a to z dôvodu ropnej krízy. V posledných rokoch sa problematika splyňovania dostala do popredia a to najmä kvôli znižujúcim sa zásobám primárnych energetických zdrojov a stále zvyšujúcemu sa dopytu po energetických surovinách. Táto technológia je vhodná aj na ložiská, kde sú tradičné dobývacie metódy neúspešné ako aj na ložiská s nízkou kvalitou uhlia ako aj lignitu. Na základe realizovaných pokusov bolo popísaných niekoľko výhod podzemného splyňovania uhlia, medzi ktoré patria:

- *environmentálne výhody – minimálne zmeny na povrchu, nižšie emisie CO₂,*

- *ekonomické výhody – nižšie náklady, nižšia cena jednotky elektrickej energie,*
- *efektívnejšie využívanie ložísk uhlia – technológia vhodná pre ložiská neekonomické, považované za doťažené , s komplikovanými geologickými podmienkami,*
- *zvýšenie bezpečnosti pre obslužný personál [4].*

Princíp vychádza z existencie minimálne 2 vrtov (častejšie série vrtov), konkrétne injekčného a produkčného, navrtaných do uhoľného sloja (obr. 2). Prostredníctvom injekčného vrtu sa doň vháňa splyňovacie médium. Druhým - produkčným vrtom sa na povrch dostáva vyprodukovaný plyn. Na splyňovanie vplyva množstvo faktorov, z ktorých najdôležitejšie sú zvolené parametre splyňovača (dĺžka, šírka, hĺbka, teplota a tlak v splyňovači) a geologické pomery splyňovaného ložiska (hrúbka a uloženie sloja, tektonické rozrušenie, kvalita suroviny, hydrogeologické pomery).



Obr. 2. Schéma UCG splyňovača [4].

Hlavným produktom je plyn s výhrevnosťou od 3,72 do 14,9 MJ.N⁻¹m⁻³, ktorého kvalita a kvantita závisí od kvality uhlia, typu splyňovacieho média, zvládnutia procesu a pod. Jeho použitie je už širšie a okrem využitia v oblasti energetiky ho je možné využiť ako syntézny plyn na výrobu petrochemických produktov, napr. vodíka, metanolu, vyšších alkoholov, uhľovodíkov a pod. [8], [9].

V súčasnosti je pripravených niekoľko komerčných projektov, ktoré by mali vyrábať plyn touto technológiou a ďalej ju zdokonaľovať. Konkrétne sa tejto problematike venujú energetické spoločnosti v USA (GasTech), v Indii (GAIL), v Južnej Afrike (Eskom), Číne (XinAo), Kanade (Laurus) a Austrálii (Linc Energy, Ltd). Krajiny, kde intenzívne prebieha výskum podzemného splyňovania, posúdili vhodné ložiská a následne vyčíslili množstvo zásob uhlia vhodného pre túto technológiu (tab. 1). Na základe výskumu Lawlence Livermoor Laboratory (USA) sa predpokladá v niektorých krajinách aj 300% nárast využiteľných zásob uhlia využívaním technológie UCG [4].

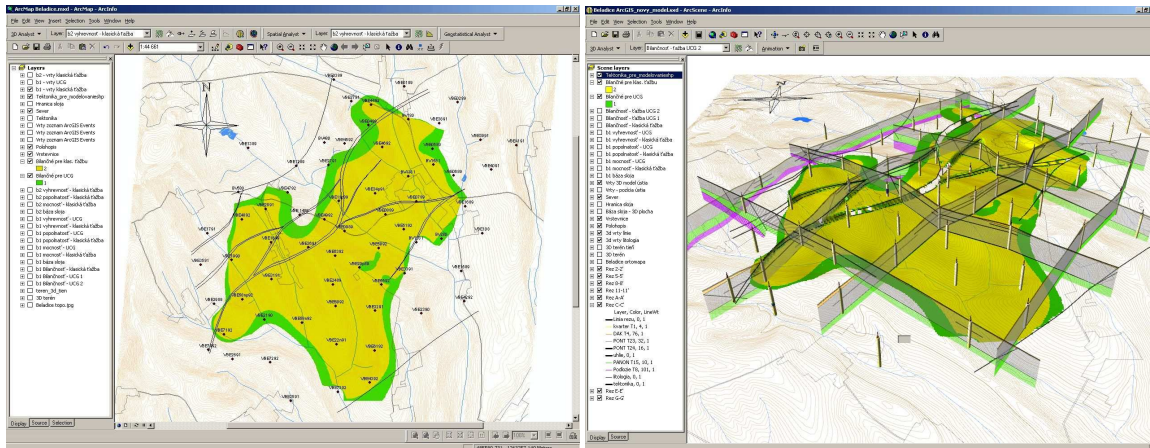
Na Slovensku tvoria zásoby uhlia a lignitu podstatnú časť energetických zásob. Väčšina týchto zásob však nespĺňa súčasné technické a technologické podmienky ťažby (otvarka, príprava, dobývanie). Ako perspektívne pre exploatáciu možno zaradiť zásoby (resp. časti zásob) na ložiskách Nováky, Handlová, Cigeľ, Gbely, Modrý Kameň, Horné Strháre a Beladice [10].

Na základe poznatkov zo svetových pokusov boli prepočítané zásoby lignitu na ložisku Beladice a to využitím nástrojov GIS systémov. Pre účely posúdenia vhodnosti ložiska Beladice pre podzemné splyňovanie a potvrdenie predpokladu nárastu zásob uhlia, bola vytvorená komplexná databáza prieskumných vrtov s príslušnými ložiskovými údajmi. Následne boli prepočítané základné štatistické charakteristiky súboru ložiskových údajov, spracovaný výpočet zásob a vytvorený 3D model bilančného vývoja sloja pre klasickú ťažbu. Pre podzemné splyňovanie bolo potrebné prehodnotiť polohy uhlia v pasportoch vrtov a to z dôvodu rozdielných hraničných podmienok. Výsledky prehodnotenia sú v tabuľke 1.

V prípade klasickej ťažby je objem vypočítaných geologických zásob sloja b1 149 185 kt a v prípade ťažby metódou UCG s použitím prehodnotených dát v zmysle podmienok využiteľnosti podľa tabuľky 1 je objem vypočítaných geologických zásob 200 487 kt. Nárast zásob v prospech ťažby ložiska UCG technológiou je 34% (tab. 1).

Zásoby [kt]	149 185	200 487	+34,4
	Klasická ťažba	UCG ťažba	Zmena [%]
Priemerná hrúbka [m]	3,66	4,06	+10,9
Priemerný obsah popola [%]	36,22	36,93	+1,9
Priemerná výhrevnosť [MJ.kg ⁻¹]	10,20	10,00	-2,0

Pre vizuálne porovnanie plošného rozšírenia bilančnej časti sloja, hodnoteného podľa podmienok pre klasickú ťažbu a plošného rozšírenia bilančnej časti sloja hodnoteného podľa podmienok pre UCG je na obr. 3 a 3D model sloja b₁, kde je farebne zvýraznený nárast bilančnej plochy sloja v prospech podzemného splyňovania.



Obr. 3. 2D a 3D model s bilančným vývojom sloja b₁ pre jednotlivé technológie, 1 - vhodné pre UCG, 2 - vhodné pre klasickú ťažbu.

ZÁVER

Slovensko ako aj celá EÚ je závislé na dovoze primárnych energetických surovín. Opatrením na posilňovanie energetickej bezpečnosti je v prvom rade diverzifikácia zdrojov a s tým súvisiaci vhodný energetický mix a využívanie domácich energetických zdrojov. Výskumu nekonvenčných zdrojov sa venovalo najmä USA a Kanada, ale vzhľadom na nepriaznivú situáciu s energiami v EÚ sa záujem o nekonvenčné zdroje postupne presúva aj do Európy. Podľa odhadov EIA má najväčšie zásoby nekonvenčných zdrojov konkrétne bridlicového plynu v Európe Poľsko. Napriek optimistickým množstvám zásob nekonvenčných zdrojov ropy, je ich ťažba stále nerentabilná a súčasné technológie ťažby majú negatívne environmentálne vplyvy. Uhlie je pomerne rozšírenou surovinou, ale iba 15% svetových zásob uhlia je ekonomicky ťažiteľných pri súčasných cenách uhlia. Podzemné splyňovanie uhlia patrí medzi technológie, o ktoré je v EU záujem, pretože je zaraďované medzi tzv. čisté technológie a jeho použitie sa javí ako perspektívne aj na európskych ložiskách. Napriek pozitívnym výsledkom výskumov splyňovania a jednoznačnému nárastu využiteľných zásob stále nie je táto technológia využívaná komerčne, ale je zrejmé, že jej výskum ako aj výskum v ťažobných technológiách nekonvenčných zdrojov energie môže byť v budúcnosti prospešný a môže zvýšiť energetickú bezpečnosť.

◆◆ POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol za finančnej podpory grantovej agentúry VEGA v rámci riešenia grantovej úlohy č. 1/0887/11.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Hofreiter, L.: Globálne bezpečnostné problémy. In: Security revue, 2006. ISSN 1336-9717
- [2] BALÁŽ, P. - RUŽEKOVÁ, V. - SVOBODOVÁ, V. - PERÉNYIOVÁ, A. - PULLMANOVÁ, T. - GAVALOVÁ, V. - ZÁBOJNÍK, S. - SZOKEOVÁ, S., MARKOVIČ, J., 2009. *Ekonomické aspekty novej energetickej politiky EÚ a jej vplyv na strategické rozvojové zámery SR s ohľadom na Lisabonskú agendu*. Bratislava: EKONÓM, 2009. 204 str. ISBN 978-80-225-2911-2.
- [3] DANČÁK, B., 2007. Základní principy a východiská energetickej bezpečnosti. In *Energetická bezpečnosť a zájmy České republiky*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4440-1
- [4] BLIŠŤANOVÁ, M. - BLIŠŤAN, P., 2012. Možnosti zvýšenia energetickej bezpečnosti SR využitím podzemného splyňovania uhlia. Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, vydanie prvé, Košice, 2012, s.161, ISBN: 978-80-89282-75-3
- [5] IEA, 2010. *International Energy Outlook, 2010*. U.S. Energy Information Administrativ, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy. Report :DOE/EIA-0484, 2010
- [6] CÍLEK, V. - KAŠÍK, M., 2008. *Nejistý plamen*. Praha: Dokořán, 2008. 239 str. ISBN 978-80-7363-218-2.
- [7] HEGYI, P., 2010. Nekonvenčný zemný plyn. In: *Stratégie a koncepcie*, č.3, ročník 2010. ISSN 1335-3853



- [8] BLIŠŤANOVÁ, M., 2008. *Optimalizácia výberu hnedouhoľných ložísk pre podzemné splyňovanie uhlia*. Dizertačná práca, Košice, 2008. 99 str.
- [9] BLIŠŤANOVÁ, M. - BLIŠŤAN, P., 2009. Prehodnotenie ukazovateľov využiteľnosti ložísk uhlia na aplikáciu podzemného splyňovania (UCG) na príklade ložiska Beladice (Podunajská nížina). In: *Mineralia Slovaca*, Roč. 41, č. 3, 2009. ISSN 0369 - 2086. s. 253-266.
- [10] BALÁŽ, P. - HLADÍK, P., 2010. Energetické suroviny Slovenska. In: *Enviromagazín* roč. 15, č.4, 2010. ISSN 1335-1877

ADRESY AUTOROV

Monika BLIŠŤANOVÁ, Ing., PhD.,

Ústav občianskej bezpečnosti, Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, Kukučínova 17, 040 01 Košice, Slovensko, email: >monika.blistanova@vsbm.sk<

Peter BLIŠŤAN, doc., Ing., PhD.,

Ústav geodézie, kartografie a geografických informačných systémov, Fakulta BERG, Technickej univerzity v Košiciach, Park Komenského 19, 040 01 Košice, e-mail: >peter.blistan@tuke.sk<

RECENZENT

Ivana TUREKOVÁ, doc. Ing., PhD.,

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Katedra bezpečnostného inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail: >ivana.turekova@stuba.sk<