

SZÉNKÉSZLETEK A VILÁGBAN ÉS HAZÁNKBAN

Dr. hc. mult. Dr. Kovács Ferenc¹, Tompa Richárd²

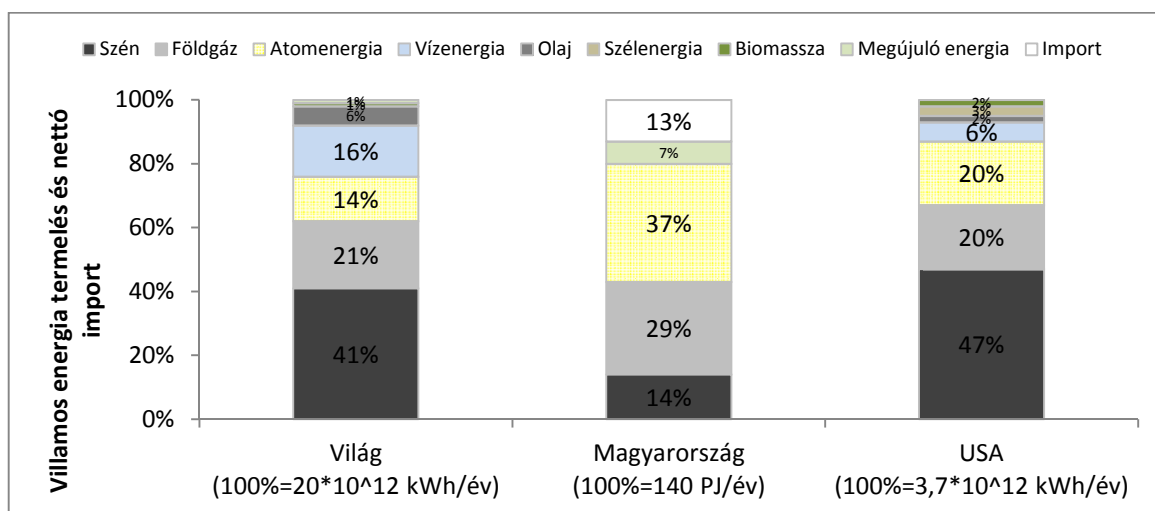
¹professor emeritus, MTA rendes tagja

²okl. bányá- és geotechnikai mérnök, Ph.D. hallgató

^{1,2}Miskolci Egyetem Bányászati és Geotechnikai Intézet

¹bgtkf@uni-miskolc.hu, ²bgtr@uni-miskolc.hu

Az energiaellátásban, különösen pedig a villamosenergia termelésben a szénfélések (kőszén, barnaszén, lignit) napjainkban is jelentős súllyal szerepelnek. A szén jelenlegi (2008-2010) szerepét mutatja az 1. ábra diagramja.



1. ábra

Az egyes energiahordozó fajták villamosenergia-termelésben meglévő aránya (2008, 2010 év)

A világ villamosenergia termelésében a szén aránya 41%, az Amerikai Egyesült Államokban 47%, hazánkban a szén aránya 14%. A fosszilis energiahordozók közül a földgáz kap még jelentős szerepet. A világon átlagosan, illetőleg az USA-ban 20-21%, hazánkban – annak ellenére, hogy nagyon magas az import arány – magasabb 29%. Országoként, földrészenként a természeti adottságok, illetőleg műszaki, avagy szubjektív (társadalmi) szempontoktól is függően más-más az atomenergia, ill. a vízenergia használata, megítélése. Hazánkban – hasonlóan például Francia-, Svéd-, Cseh-országhoz, avagy Svájc-hoz – viszonylag magas az atomenergia aránya.

Az energetikában is a jövőről gondoskodva, prognózisokat készítve – különböző időtávra – születnek fejlesztési változatok. A magyar országgyűlési határozat (Nemzeti energiastratégia 2030) 2020-ra adott fejlesztési terveket. Hasonló módon 2035-re ismerünk világ-prognózist, illetőleg 2030-ra és 2050-re USA változatot. A 2. ábra összehasonlítást ad ezekről a tervekről. A magyar adatok 2020-ra, ill. 2030-ra 5%-os szén-aránnyal számolnak, megjegyezve, hogy a 2030-as további négy energia-mixben a kormányzat (parlament) 0%-os szén arányt szerepeltet.

Kérdőjeles utóbbi 5%, ill. 0%-os arányok célszerűsége, indokoltsága, különösen ha a világtendenciákkal teszünk összehasonlítást, még nagyobb a kérdőjel, ha úgy tesszük fel, hogy milyen módon érvényesül a 0%, ill. 5% mellett a „hazai szénalapú energiatermelés szintentartása”, nem is beszélve a „függetlenedés az energiafüggőségtől”. [1]

A villamosenergia termelésben a „világ” 43%-os szénaránnyal, az USA 25-38%-os szén-aránnyal számol. (Mo. 0%, ill. 5%-al!) Fordított az arány az atomenergia kérdésében, a hazai 33-54%-os arány jelentősen meghaladja az USA 26-34%-os arányát, nem is beszélve a 11%-os világ-átlagról. A földgáz használat aránya hazánkban abszolút értékben, illetőleg összehasonlításban is indokolatlanul („ordítóan”) magas, „szembe megy” minden „elvi” céllal, nevezetesen a „függetlenedés az energiafüggőségtől” és a „fosszilis arány csökkentése” céllal is.

Az összehasonlítás egyik „érdekessége”, hogy amíg jelenleg a világ villamosenergia termelésében az USA aránya 3,7:20,0=18,5%, addig ez az arány 2030-2035-re 11,5%-ra „csökken”.

Annak indokaként, hogy a világ és az USA villamosenergia termelésében 2030-2050-ben „még mindig” 38-43%-os szén aránnyal számolnak, illetőleg annak ellenére, hogy hazánkban a jelenlegi koncepció/stratégia csupán 5-0%-al (!), tekintünk át – szakértői, ill. hivatali/hatósági adatok bemutatásával –, hogy milyen/mekkora szénkészletek szerepelnek a nyilvántartásokban, ill. becslésekben.

Az energiakészletek, illetőleg a távlati termelési/hasznosítási szerkezet vonatkozásában leginkább Vajda György akadémikus megítéléséből indulhatunk ki [2, 3]:

„A potenciálok áttekintése alapján a távolabbi jövő energiaellátására három lehetséges fő irányt lehet kijelölni: a szén környezetbarát hasznosítását, a nukleáris energia biztonságos alkalmazását és a megújuló gazdaságos kiaknázását.”

A három anyag/elem megjelölése mellett igen fontosak az alkalmazáshoz rendelt jelzők: környezetbarát – biztonságos - gazdaságos.

Tovább idézve Vajda György könyvéből: „A 21. század szükségleteinek kielégítéséhez mindhárom lehetséges változatra célszerű támaszkodni, amennyiben azok gazdaságosak és környezetbarátok. Ez felel meg legjobban az ellátásbiztonság kérdéseinek.” (Lényegében a Vezetői Összefoglaló is – még – ezt rögzíti.) [1]

A fentiek részletes kifejtése során adatokat is közöl Vajda György.

A három energiahordozó fajta közül nukleáris (fissziós) üzemanyagokból a világ eredő ellátottságát 22 „egységnek”, a fosszilis tüzelőanyagokét 3 egységnek, a megújulókat 1,1 egységnek adja meg. A nukleáris anyagok körén belül az urán fém könnyűvízes és a szaporító reaktor erőmű 8,4 egységet, a thorium fém aránya 14 egységet jelent. A világ megújuló energiafajtákból való potenciális (elvi maximum) lehetősége összesen 1100 EJ (10^{18} J)/év, ezen belül a napenergia közvetlen felhasználása 700, a felszíni vízfolyások 150, a tengeráram 2, a szél 30, a biomassa 230, a geotermikus 10 EJ/év. Természetes dolog, hogy a víz-, a szél-, a biomassa energiák megújulása a napsugár függvénye/eredménye. Az 1100 EJ/év potenciális megújuló energia az ezredforduló (2000-2004 évek) körüli kereken 400 EJ/év világfelhasználást elvileg 2,7-szeresen fedezhette volna, ugyanakkor a megújuló arány még 2008-ban is „csak” az összes primer energiafelhasználás 15-17%-a volt.

A fentiekből kiindulva a továbbiakban a szénkészletek, a szén ellátás kérdéseivel foglalkozunk, a hazai energiaellátásban játszott – gyakran, illetőleg ismételtén vitatott – szerepére tekintettel is.

Napjaink „hitvallásának” a fejlődés fenntarthatóságának általában három pillérét jelölik meg: a létalapok, az energia készletek megtartása, az azokkal való ellátás kockázatmentességének megőrzése; az ellátás gazdaságilag fenntartható volta; továbbá a természeti környezet megőrzése, a környezeti kockázatok minimalizálása. A fenntarthatósággal kapcsolatos követelmény a hétköznapiok nyelvén olyan szövegekben jelenik meg, hogy a Földet, annak kincseit csak kölcsön kaptuk az unokáinktól, azt a jövő nemzedékek részére is meg kell őriznünk. A fenntarthatóság követelményei a gyakorlat számára azonban már nehezebben foghatók meg, nevezetesen milyen mértékben és mely forrásokat kell megőrizni, milyen időtávra szól a követelmény. A fenntarthatóság egyik kritériumaként elhangzik, hogy a meg nem újuló erőforrások egyik fő eleme a fosszilis energiahordozó szén „fogyóban” van, azzal takarékosan kell gazdálkodni. Érdekes módon – antagonisztikus ellentmondásként – ugyanakkor a 40-50 évre becsült kőolaj, illetőleg 60-80 évre becsült konvencionális földgáz felhasználása ütemét szinte minden prognózis adat növekvő mértékben, illetőleg arányban tartalmazza. Annak ellenére azt látjuk, hogy a szóbeli nyilatkozati megnyilvánulások – „megcáfolhatatlan” indokként – a megújuló energiaforrások fokozott használatára teszik a hangsúlyt. (A vízenergia kivételével ma még esetenként kérdőjeles technikai megoldásokkal és igen jelentős állami dotáció mellett.)

Jelen tanulmányban a „készletek megóvása/elfogyása” kérdéskörben a szénre vonatkozóan vizsgáljuk a kérdést. Milyen volumenű készletekkel számolhatunk, mit hagyunk az unokákra, hány generáció ellátására kell gondolni?

A 20. század elején már azt írták [4]: „Alig van a természettudományokban még egy olyan kérdés, amellyel tudósok és nem tudósok annyit foglalkoznának mint azzal, hogy mi lesz a fűtőanyaggal, ha majd a kőszén elfogy a Föld rétegeiből.” Majd pedig... „a kőszén pedig fogytán van”. Majd a szerzők ezeket írják:

- Nagy-Britannia kőszénkészlete (száz milliárd tonna)... a kőszén készlet 435 év múlva elfogy...
- Belgium, Porosz-Szilézia és Oroszország rendelkeznek legnagyobb kőszénkészlettel, de az emelkedő szükségleteket ezek nem fogják 500 évnél tovább győzni,
- Észak-Amerika pedig – Hall szerint – a világ mai szükségletét tízezer esztendeig fedezhetné.

Fél évszázaddal később (1944-ben) Sztrókay Kálmán [5] az 1929. évi adatok alapján írja: A Föld barnaszén készlete 3000 milliárd tonna, amiből (mai fogalmak szerint) ipari készlet 400 milliárd tonna, a feketeszén készlet 4400 milliárd tonna, amiből 300 milliárd az „ipari” vagyon, az összegzett szénkészlet 7400 milliárd tonna, az ipari vagyon 700 milliárd tonna. (A mai adatok is közel ezzel a mennyiséggel számolnak.) Az öt földrész vagyonadatait 7000 kalóriás feketeszén egyenértékben 5662 milliárd tonnának adja meg Sztrókay professzor, az 1929. évi 1,25 milliárd tonna kitermelés mellett ez 4585 évi, a 700 milliárd tonna ipari vagyon is 570 éves ellátottságot jelent.

Napjaink „hivatali, hatósági”, illetőleg szakirodalmi adataira, becslésére rátérve.

A Magyar Geológiai Szolgálat adatai szerint [6] a világ „ipari” (ipari vagyon = a jelenlegi technológiákkal gazdaságosan kitermelhető) feketeszen készlete 519 milliárd tonna, ami 3,5 milliárd tonna évi termelés mellett 150 éves ellátottságot, a 465 milliárd tonna barna szén (és lignit) készlet 0,85 milliárd tonna termelés mellett 545 éves ellátottságot biztosít. A 984 milliárd tonna összes készlet 4,3 milliárd tonna éves termelés mellett átlagosan 228 éves ellátottságot.

Vajda György adatai szerint [2, 3] a világ ipari feketeszen készlete 510 milliárd tonna, barnaszén készlete 475 milliárd tonna, összesen 985 milliárd tonna, ami $3,6 + 0,9 = 4,5$ milliárd tonna/év termelés mellett 219 éves ellátottságot jelent. Nyolc kiemelt ország (Oroszország, USA, Kína, Ausztrália, Németország, India, Lengyelország, Dél-Afrika) ipari szénvagyonára 817 milliárd tonna. (Az utóbbi tíz évben Indonézia és Brazília is jelentős vagyonnal szerepel.) A világ földtani vagyonát 5000 milliárd tonnának adja meg a szerző. A fentebb is említett hét ország reménybeli vagyonát további 8800 milliárd tonnának.

Az EURACOAL tanulmánya [7] az összes ipari készletnél (olaj egyenértékben számolva) 161 éves ellátottságról ír, más [8] európai „szempontú” értékelés szerint a kőszén készletnél 136 éves, a lignit készleteknél 293 éves ellátottsággal.

Klaus Brendow [9] a széntermelés várható kilátásaival foglalkozva, a világ feketeszen készletét 510 milliárd tce (7000 kalória)-nak, barnaszén készletét 200 milliárd tce-nek, összesen 710 milliárd tce-nek adja meg, ami 160, illetőleg 460 éves, átlagosan 196 éves ellátottságnak felel meg. A földtani készletet 6000 milliárd tce feketeszen, 2700 milliárd tce barnaszénnek, összesen 8700 milliárd tce-nek. Klaus Brendow az országokénti szénigények összesítése alapján 2030-ra 7 milliárd tonna széntermeléssel számol, a World Energy Council (London) a 2100. évi széntermelést 11 milliárd tce-nek prognosztizálja.

Lakatos István tanulmánya [10] az ipari szénkészlet 1083 milliárd tonna, ennek 40%-a a feketeszen.

Shashi Kumar adatai szerint [11] a világ ipari szénkészlete (2002) 951 milliárd tonna feketeszen, 465 milliárd tonna barnaszén. Az évi termelés 2,4 milliárd toe (olajegyenérték), 4,7 milliárd tonna (feketeszen + barnaszén), az ellátottság 204, illetőleg 209 éves.

A [12] tanulmány (előadás) szerzője a világ ipari szénvagyonát legalább 900 milliárd tonnára (Mehr als 900 Mrd t Kohlevorräte, 2004) teszi, amiből az USA 250, Oroszország 157, Kína 120, India 80, Ausztrália 75, Németország 65, Dél-Afrika 50, Ukrajna 30 milliárd tonnával, összesen 827 milliárd tonnával szerepel, további jelentős szereplők: Brazília, Lengyelország, Indonézia, Kolumbia. Az ipari szénkészletből 17% a lignit (erőműi felhasználásra), 30% barna szén (erőmű, cementgyár, egyéb ipari felhasználás), 52% fekete kőszén (erőmű, cementgyár, egyéb ipari felhasználás, koks szén, vas és acélgyártás), 1% antracit füstmentes tüzelőanyagként. A 2010. évi 6,2 milliárd termelés mellett kereken 150 éves ellátottság adódik. A legnagyobb szénfogyasztó Kína. 3162 millió tonna évi termelés mellett 20 millió tonna exporttal. (Az USA 932/74; India 538/2; Ausztrália 353/298; Indonézia 336/287 millió tonna termeléssel, exporttal.)

A [8] tanulmány szerint a világ földtani szénvagyona 4773 milliárd tonna, eddig a műrevaló vagyon 3%-át termelte ki az emberiség.

Kovalenko V. Sz. [13] adatai szerint a világon az Amerikai Egyesült Államok után – az eddigi kutatások alapján – a második legnagyobb szénkészlettel Oroszország rendelkezik. Az orosz földtani (geológiai) vagyon 5335 milliárd tonna, ami a világ földtani vagyonának 36%-a. Ezen adat szerint a világ földtani vagyonára kerekén 15 000 milliárd tonna lehet.

A fentiekben bemutatott, a világ ipari szénkészleteire/vagyonára vonatkozó 800-1000 milliárd tonnás adatai mellett a szakértői becslések 150-230 éves ellátottságot jeleznek. A jelenlegi évi 6 milliárd tonna, a 2030-ra becsült 7 milliárd tonna és a 2100-ra becsült évi 11 milliárd tonna termelés mellett is a 21.századra átlagosan adódó 8 milliárd tonnást számítva, a jelenleg nyilvántartott ipari szénkészlet „biztosan” fedezi a 21. század prognosztizált igényeit.

A jelenleg ismert (becsült) 5000-15000 milliárd tonnás földtani vagyon alapján – a kitermelési technológiák várható fejlődését is tekintve – a 21. század után további 2000-5000 milliárd tonnás „korabeli ipari” vagyonnal számolhatunk, ami az „unokák-utódok” számára további ellátási lehetőséget ad. (Ha akkor még valamilyen célra egyáltalán használnak szenet.) Ezek alapján, úgy általában „egyre fogyatkozó energiahordozó készletek”-ről beszélni – legalább is a szén vonatkozásában – nem más, mint napjainkban divatos szólam.

A szénnel való – 21. századra vonatkozó – ellátottságban való hitet igazolják a primér energiahordozó termelésre vonatkozó 7-11 milliárd tonna/éves, illetőleg a villamos energia termelésre vonatkozó 20-30-40%-os arányt mutató prognózisok.

A fosszilis energiahordozók „primér” ellátásban való szerepét a hivatkozott szakértői anyagokon túli prognózisok [14, 15, 16, 17] is megerősítik, miszerint a fosszilis energiahordozók aránya 2030-ban még 84-86%, 2050-ben 50-70% lehet.

A Magyarország-i helyzetre rátérve, a Nemzeti Energiastratégia 2030 [1] 27. oldalán az 1. táblázat tartalmaz adatokat. Feketeszénből a földtani vagyont 1625,1 millió tonnának, a kitermelhető vagyont 1915,5 millió tonnának adja (az utóbbi adat nyilvánvalóan téves, sajtóhibás), zérus termelést írva. A barna- kőszén földtani vagyont 3198 millió tonnának, a kitermelhető 2243,8 millió tonnának, 1,39 millió tonnás termelést jelezve. A földtani lignit vagyon 5761 millió tonna, a kitermelhető 4356,3 millió tonna, az évi termelés 2008-ban 8,04 millió tonna. Az anyag forrásként a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalt jelöli meg. Szabad legyen azonban a továbbiakban a hazai szénvagyonra vonatkozóan – ugyancsak a MBFH adatait felhasználva – más számokkal dolgozni. (Most nem megyünk részletekben arra vonatkozóan, hogy a hasznosítható ásványkincsek – köztük a szén – vagyon kategorizálásban mit jelent/tartalmaz: a földtani/geológiai, a műrevaló, a kitermelhető és az ipari vagyon, az utóbbi az akna száján megjelenő „nyers, esetleg meddővel is szennyezett szén, avagy az osztályozás/előkészítés utáni” vagyon.

Nézzük a Magyar Geológiai Szolgálat: Magyarország ásványi nyersanyagvagyona. Budapest, 2004. jelentésben foglalt adatokat. (Ez a szénvagyon nyilván jelentősen azóta sem változott, leszámítva a 8-10 millió tonnás barnaszén – Márkushegy – , illetőleg a 70-80 millió tonnás lignit – Visonta, Bükkábrány – kitermelést.

Nem vitatva most az összes, a nem műrevaló és tartalék vagyon mikéntjét/hogyanját csak az ipari = a jelenleg általában rendelkezésre álló technológiával gazdaságosan kitermelhető vagyont tekintve adunk értékelést a Nemzeti Energiastratégia vonatkozásában.

1. táblázat
Magyarország szénvagyon

Szénfajta	Összes tömeg (millió tonna)	Nem műrevaló tömeg (millió tonna)	Tartalék tömeg (millió tonna)	Ipari tömeg (millió tonna)
Feketeszén	1950	1300	450	200
Barnaszén	2170	1795	180	195
Lignit	4400	740	730	2930
Összesen	8520	3835	1360	3325

Ha a jövőt tekintve mértékadó a Vezetői Összefoglaló 6. oldalán a villamosenergia előállítás szempontjából legfontosabb egyik elem: „a szén alapú energiatermelés szinten tartása két okból”, akkor teljességgel érthetetlen NE [1] 77. oldalán (21. ábra) szereplő „Magyarország várható villamosenergia-termelése a különféle energia mixek szerint”. Ez a „várakozás” a jelenlegi 14%-os szén-arány helyett 2020-ban 5%-os, és a Vezetői Összefoglaló szerinti (7. oldal) „preferált” Atom-Szén-Zöld mix szerinti ugyancsak 5%-os szén arány (a másik négy mix-nél 0%-os szén arány) mellett (39%-os gáz, 54%-os atom):

- szembe megy a világ (illetőleg USA) 30-45%-os szénfelhasználás arányával,
- szembe megy a „függetlenedés az energiafüggőségtől” fő üzenetével (Vezetői Összefoglaló 5. oldal,
- szembemegy a „fogyasztók teherbíróképességének figyelembe vétele” elvvel (a lignit-áram ccs nélküli 12-13 Ft/kWh-ás termelési költségével szemben 25-35 Ft/kWh-ás megoldásokat favorizál)
- arról a „matematikai finomságról” nem beszélve, hogy a 14%-os arány 5%-ra (vagy zérusra) csökkentése aligha nevezhető szintentartásnak, ami úgy általában „állandóságot” jelent.

Térjünk azonban vissza a hazai szénkészletek „várható” hasznosítási arányaihoz. A jelenlegi 14%-os szén-arány 5%-ra csökkentése azt jelenti, hogy a mai 12%-os (Visonta, lignit) arány is felénél kisebb arányra csökken, nem is beszélve arról, hogy a 200 millió tonnás feketeszén, 195 millió tonnás barnaszén ipari vagyon örökre/végtelen időkre „megőrződik” – ha csak 100-200 év múlva unokáink a jelenleg tervezettől eltérően más energiastruktúrára nem kényszerülnek – a jövő generációk számára. Továbbá hasonló „sors/jövő vár a kereken 3 milliárd tonna ipari lignitvagyonra is, ami 5%-os lignit-áram arány mellett – ami kb. 5 millió tonna/év termelés – kereken 600 éves ellátottságot jelent az „unokák” számára.

Utóbbi adatok-arányok értékelése alapján felvetődik a kérdés, hogy a Vezetői Összefoglaló fentebb ismételtén idézett általános célkitűzéseit kell/ lehet

mértékadónak tekinteni, avagy a háttéranyagban 6.2. Villamosenergia (75-89. old.) szereplő tervezett/prognózis adatokat, energiahordozó fajta arányokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **Nemzeti Energiastratégia 2030.**
- [2] VAJDA GY.: **Energiapolitika. Magyarország az ezredfordulón.** Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián Budapest, 2001. Magyar Tudományos Akadémia
- [3] VAJDA GY.: **Energiellátás ma és holnap.** Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián Budapest, 2004. MTA Társadalomkutató Központ
- [4] CHOLNOKY J., LITKE A., PAPP K., TREITZ P.: **A Föld. A Föld múltja, jelene és felfedezésének története.** Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1906.
- [5] SZTRÓKAY K.: **Föld, víz, tűz, levegő.** Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest, 1944.
- [6] Magyar Geológiai Szolgálat: **Magyarország ásványi nyersanyagvagya.** Budapest, 2004.
- [7] EURACOAL: **Coal Industry Across Europe 2005. September 2005.** Lewerenz medien + Druck GmbH, Berlin-Germany
- [8] KLANK M.: **Europe and the Coal Industry.** EURACOAL European Association for Coal and Lignite. Coal industry across Europe 2008.
- [9] BRENDOW K.: **Sustainable world coal mining. Perspectives to 2030.** 20th World Mining Congress 2005. 7-11. November f2005. Tehran, IRAN, „Mining and Sustainable Development” pp. 51-59.
- [10] LAKATOS I.: **Perspectives of Oil and Gas Production/consumption in the XXI. Century** (Kézirat)
- [11] KUMAR S.: **Global coal Vision – 2030.** 19th World Mining Congress 1-5 November 2003. New Delhi, Mining in the 21th Centuri – Quo Vadis? pp.137-148.
- [12] FABIAN J.: **Steinkohle – lokale Auswirkungen eines globalen Aufschwungs.** 12. November, 2011. Calusthal-Zellerfeld.
- [13] KOVALENKO V. SZ.: **Szosztojanie i perszpektivü dobúcsi i iszpolzovanija burüh uglej Rosszii.** (Ugol)
- [14] BŰKI G.: **A jövő és az energia.** Mérnök Újság XIII. (2006) évf. 11. (November) szám, 12-15. old.
- [15] PÁPAY J.: **Kőolaj és földgáztermelés a XI. században.** Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj és Földgáz 139. (2006) évf. 3. sz. 1-12. old.
- [16] FÜST A., HARGITAI R.: **A jövő potenciális energiaforrásai.** Magyar Tudomány 167. (2007) évf. 1. sz. 62-72. old.
- [17] KARMIS M.: **Carbon Capture and Stroage (CCS) – The Road to Deployment.** Annual General Meeting, Society of Mining Professors, Tallin, Estonia, June 19, 2010.