

Óbudai Egyetem
Doktori (PhD) értekezés
tézisfüzet



**Erőmű tüzelőanyag transzport rendszere a
biztonságtudomány vonatkozásában**
*Vizsgálatok szén-, lignit- és alternatív energia-hasznosító
erőművekben*

Zelev Balázs

Témavezetők:

Dr. Horváth Miklós (ÓE)

Dr. Kiss Sándor (NKE)

Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2016

1. A kutatás előzményei

A 2011-es fukushimai atomerőműves baleset az EU energiapolitikáját nagyban befolyásolta, és várhatóan a jövőben is hatással lesz az energiapolitikai döntésekre. Az eltelt öt éves periódus alatt az atomerőművekre vonatkozó biztonsági felülvizsgálati eljárások nagyobb hangsúlyt kaptak, a nukleáris energiatermelő létesítmények közeljövőben történő bezárásait előrevetítették. Hazánkban a nukleáris energiatermelés jelentős arányt fog képviselni a jövő energetikájában, azonban egyelőre nem jelenthetjük ki, hogy a fosszilis energiahordozók szerepe csökkenne a hazai energiatermelési rendszerben.

Magyarország és a világ energiapolitikai helyzetét az elmúlt években több jelentős, nagymértékű változás és átalakulás jellemezte számos területen. Ez a megállapítás nem csak az általános műszaki fejlesztések esetében igaz, de nagy fontossággal bír a környezetszennyezés visszaszorítása és az általános egészségügy színvonalának javítása is.

Világviszonylatban a 2012-es adatok szerint az éves szénfogyasztás mintegy 7 milliárd tonna volt, 2014 év végére viszont már elérte a több mint 8 milliárd tonnás értéket. (2) 2012-es megjelenítésben a világ energiafelhasználásának közel 81%-át fedezi a fosszilis tüzelőanyagok (szén, kőolaj, földgáz) alkalmazása, amely a 2014. év végére 86%-ra (11) emelkedett. Ennél fogva, az energiaipar és az energiapiaci tevékenységi körök a megújuló energiák hasznosíthatóságát helyezik egyre inkább előtérbe és próbálják azt különböző támogatási rendszerekkel beintegrálni a mindennapi energetikába az energiaelosztás és biztonságos ellátás érdekében. (12)

A fosszilis energiahordozók között a szén gazdasági vonatkozásait tekintve a legversenyképesebb energiaforrásunk a kőolaj vagy a földgáz energiahordozók mellett. Egységnyi árának és ezzel együttes előnyének alakulását tekintve mind a fejlett, mind pedig a fejlődő országok egyik biztos és alapvető forrása. Egyes előrejelzések szerint a megújuló energiaforrások egyre nagyobb térnyerése ellenére a szén továbbra is domináns szereppel bír majd az elkövetkezendő évtizedek energiaellátásában.

Ezen fontos kérdések pedig különösen indokolják, hogy a hazai felhasználás jelentős energiahordozójának, a szenes (lignit) előfordulások hasznosításában hazánk egyre nagyobb szerepet vállaljon, és annak optimális módon történő felhasználásáig folyamatos kutatások szülessenek. Kiemelt szempont az alapvető energiahordozó biztosítása és a felhasználásához

szükséges jellemzőinek elemzése, valamint a felhasználás és energiahasznosítás kérdésköre. Ezeket az összetett és egymásra épülő folyamatokat vizsgálva lehet döntéseket hozni a tüzelőanyag optimális felhasználásán keresztül a biztonságos energiaellátásig.

2. Célkitűzések

A kutatásomban a villamosenergia-termelő egységeken belül a szénrel vagy alternatív energiahordozóval üzemelő létesítmények, mint logisztikai rendszerek alapvető tüzelőanyag-ellátó rendszerét vizsgálom. A kutatás célja, hogy az üzembiztonság és a tűzbiztonság fenntartását támogató biztonságtechnikai rendszereket vizsgálat alá vonva a rendszer működésének stabilitására fejlesztési javaslatokat adjak. Tapasztalati és kutatási eredményeimre alapozva céloom, hogy bemutassam a széntüzelésű erőművekben hasznosított, alapvetően szenes energiahordozók biztonságos felhasználását. Továbbá céloom bemutatni a kőszéntársulások bányászatától kezdve a villamosenergia-termelésig terjedő logisztikai vonatkozásukat és a folyamat során felmerülő kockázatok és veszélyforrások szerepét, egymásra gyakorolt hatásit, következményeit.

A kutatás alapvető céljait alább pontokba szedve mutatom be.

1. Célja, hogy tapasztalati tényezők bevonásával bemutassa a villamosenergia-termelő folyamat egészét az alapanyag biztosításától a végfelhasználásig, azaz a villamosenergia-termelésig és elosztásig.
2. Célja a technikai rendszerek fejlesztésén keresztül az eredmények további műszaki szakterületre történő továbbvitele és ezzel együtt jövőbeni alkalmazhatósága.
3. Célja a széntüzelésű erőművekben alkalmazott széntárolási és szállítási módok bemutatása és összehasonlítása illetve következtetések levonása arra vonatkozóan, hogy ezek közül melyik a leghatékonyabb és legjobb megoldás.
4. Célja az értekezésnek, hogy összekapcsolja az előzőeket a biztonságtechnika tudományával, vizsgálja az összekapcsolódó folyamatokat, illetve igyekezzon annak hibáit javítani, különböző megoldási alternatívákat találni. A biztonságtechnika ágán belül célja a disszertációnak a különböző tüzesetek kialakulásának vizsgálata és ezek megelőzésének vizsgálata, javaslatok adása.
5. Célja, hogy olyan laboratóriumi és nem laboratóriumi körülmények között végzett mérést eszközöljön, amely eredményeivel segít hozzájárulni a biztonságtechnikai és energetikai folyamatok igazolásához, javításához.

6. Célja végül a disszertációnak, hogy a széntüzelésű erőmű rendszerében a logisztikai folyamatok átvizsgálását követően, azok mindennapi működésére fejlesztési javaslatokat adjon, illetve a XXI. század elvárásainak megfelelő okos rendszereket bekapcsolja az erőmű életébe.

3. Vizsgálati módszerek

Kutatásom során két fronton folytattam a vizsgálódást: egyrészt szekunder adatokat vizsgáltam, másrészt egy primer kutatás során önálló méréseket végeztem el. A szekunder adathalmaz feldolgozásánál leginkább az energetikai szakmai kiadványok, könyvek, műszaki folyóiratok és tudományos publikációk adták az alapot a munkámhoz. A kutatás során több hazai és külföldi szakirodalmat tekintettem át annak érdekében, hogy a lehető legszélesebb körben tudjam a témát vizsgálni.

A már meglévő adatok vizsgálata mellett élmény volt saját, önálló mérési adatokkal alátámasztani az előzetesen kitűzött céljaimat - hogy a szakmában akár a meglévő erőművek fejlesztésénél, akár újak építésénél hasznosítani tudják munkámat - amely remélhetőleg a jövőben akár hasznára is válhat a Mátrai Erőműnek. Kutatásom során ugyanis kísérletet és laborméréseket végeztem az erőmű segítségével.

A kísérleteim során különböző szénmintákat vizsgáltam, amelyeket a Mátrai Erőmű bányáiból kaptam. Ezen szénmintákon a különféle tárolási módokat tudtam modellezni nem laboratóriumi körülmények között, amelyet később az erőmű laborjában is kielemeztem a kutatómérnökök segítségével.

4. Új tudományos eredmények

Megfogalmaztam és bemutattam, hogy az egyes tudományterületek milyen jelentős hatással vannak egymásra akár a műszaki, akár a gazdasági tudományokat vesszük is alapul. Kutatásom célja a villamosenergia-termelő egységeken belül a szénrelé vagy alternatív energiahordozóval üzemelő létesítmények mint logisztikai rendszerek alapvető tüzelőanyag-ellátó rendszerének vizsgálata és a folyamat során bekövetkező események, kockázatok feltárása.

Kutatásom végeztével az alábbi téziseket, új tudományos eredményeket fogalmaztam meg.

1. Bebizonyítottam, hogy a transzportálási folyamatok optimalizálása lényeges kérdés szénrelés és alternatív energiaforrásokat hasznosító erőműveknél. Fontos mindez nem

csak a változó igények reális kielégítése, de a felhalmozott szén megfelelő szárazságának elérése és a tárolók kapacitásának előrejelzése, így logisztikai okok miatt is. [I., II.]

2. Tudomásom szerint először kutattam, hogy zárt széntárolásnál a lignit széntípuson belül elkülönített fás és átlagos szerkezetű szenek nagyobb mértékű tömegvesztéssel (nedvességcsökkenést) produkálnak egységnyi idő alatt az agyagos szerkezetűhöz képest. [II., VIII.]
3. Méréssel bizonyítottam, hogy széntárolásnál a lignit korú szenek tömeg/nedvességtartalmának csökkenési folyamata rövid időn belül bekövetkezik, a nagyobb mértékű tömegcsökkenés a procedúra első szakaszában zajlik le, illetve a szakaszok nem különíthetők el élesen, folyamatosság figyelhető meg. [VIII.]
4. A tüzesetek vizsgálata kapcsán megállapítottam az összetett tényezők és többszörösen egymásra ható rendszerlemek kölcsönhatását, melyből általános érvényben a gépészeti meghibásodási tényezőkön túlmenően az ember befolyásoló és az egész rendszerre nézve kiható szerepét vontam le következtetésként. A tüzmelőzési veszélyek megelőzéséhez erőműves szinten akkor lehet leginkább hozzájárulni, ha az általam megalkotott tűz kialakulási helyek és a hozzájuk tartozó lehetséges kiváltó okok tényezői struktúráját az erőmű nyersanyag szállítási és elosztási folyamatánál alkalmazzák. [I.] [VI.]
5. Eddig még nem ismert bemutatással kifejtettem a menedzsment-központú logisztikai rendszer értelmezését az erőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél, illetve szenes és alternatív energiahordozókat felhasználó villamosenergia-termelő egységeknél. A rendszer stabilitását szolgáló ellátásbiztonsági struktúráját is megalkottam. Létrehoztam egy általam elképzelt védelmi rendszert logisztikai vagyonszabályozási rendszer néven, amelyet ki kell alakítani és erőműves szférában fel kell hívni a figyelmet a tüzelőanyag maximális elérhetőségére és biztosítására. [V.] [VII.]
6. Az ellátásbiztonság-központú rendszerlogisztika (interaktív, intelligens logisztikai támogatás) villamosenergia-előállító rendszerekben való tárgyalásánál a fogyasztók és szállítók között képviselt partnerség közti kapcsolatot kiegészítettem úgy, hogy a rendszerbe az ellátásbiztonságot helyeztem központi szerepkörbe, melyet szintén új eredménynek tekintek az újkori menedzsment logisztikai rendszerével. A logisztikai kérdések kapcsán egy új típusú, intelligens logisztikai rendszert is megalkottam, amely a XXI. századi technológiákat támasztja alá. Ez a

menedzsment és biztonság központú logisztika, amely az újkori logisztika fejlődésének, azaz az V. generációs logisztikának egy következő szintjét fedi le.
[III.] [IV.]

5. Az eredmények hasznosítási lehetősége

Kutatásaim és vizsgálataim szénerőművi környezetre, azon belül is leginkább a Mátrai Erőműre korlátozódtak. A szénhasznosítással kapcsolatos további céljaimat pedig a szén anyagában történő változások feltárásának szenteltem: célom volt, hogy bemutassam, hogy a tüzelési folyamat előkészítéséig a különböző szakaszokban a bányászattól a kazánokba történő beadagolásig hogyan változik az anyag.

A tüzelőanyag-ellátás optimális megvalósításához hozzájárul a kutatási eredményeimben megfogalmazott összefüggések a lignit kibányászása utáni fizikai és kémiai szerkezet változásában, elsősorban a nedvességtartalom alakulásában. Ez nemcsak a biztonságos ellátás, hanem a tüzelőanyag tüzeléstechnikai paramétereinek maximális és optimális hasznosítása érdekében is megvalósul. Mindezekkel elősegíthető a biztonságos tüzelőanyag-transzport környezeti és technológiai szempontból is; illetve könnyebben elkerülhető a nedvességtartalom csökkentésre vonatkozó fölösleges energiabefektetés is.

Kifejtettem ugyanis a menedzsment-központú logisztikai rendszer fogalmát erőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél. Itt természetesen szenes és alternatív energiahordozókat felhasználó villamosenergia-termelő egységekről van szó. Ezen módszer segítségével célom az iparág fejlesztése illetve a biztonságos és ellenőrizhető rendszerek megvalósulása.

A kockázati menedzsment módszertan alapkövei erőműves szinten is igazak, ezért létrehoztam ennek modelljét, ami megmutatja, hogy általános érvényben szénerőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél ez hogyan épülhet fel a jövőben. Ezt a szemléletmódot erőművi területeken javaslom oktatni, de leginkább bevezetni és tudatosan alkalmazni.

6. Irodalmi hivatkozások listája

1. **BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék hivatalos honlapja** (online), url: <http://energia.bme.hu/~kaszas/Energiapolitika/OszJanos/Meg%C3%BAJul%C3%B3%20energiaforr%C3%A1sok.pdf> [2012]
2. **World Coal association** (online), url: <https://www.worldcoal.org/sites/default/files/Coal%20Facts%202015.pdf> [2015]

3. **Bércziné Dr. Juhos Júlia:** Piackutatás a gyakorlatban, Co-Nex Könyvkiadó Kft., Budapest, [1996]
4. **Mátrai Erőmű Zrt. hivatalos honlapja** (online), url: <http://www.mert.hu/cegtortenet> [2015]
5. **MÁTRAI ERŐMŰ Zrt. Belső erőműves jelentések.** Visonta, [2009]
6. **Zeke Balázs:** A tűz kezelés erőművi berkekben, tudományos közlemény, Szolnoki Tudományos Közlemények XVII. Szolnok, [2013]
7. **PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES,** (online) url: <http://richpoi.com/cikkek/tudomany/egymillio-evvel-ezelott-jottek-ra-oseink-a-tuz-hasznalatara.html> [2012]
8. **Dr. Simon Ákos-Török László E.,** Alkalmazott Kémia. 30/[2008]
9. **Dr. Penninger Antal:** Tüzeléstechnika jegyzet, BME 2011., Budapest, (online) url: ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Tuzelestechnika/Tuzelestechnika_jegyzet_v17.pdf [2011]
10. **MÁTRAI ERŐMŰ Zrt.** Hadzsi Sándor, Kazánok és Szállítóberendezések Karbantartási Osztály ismeretei alapján [2012]
11. **Kent Hawkins Primary Energy Consumption: Fossil Fuels in the Driver's Seat (Part I – Growth by Fuel)** 2015. 10. 12. (online), url: <https://www.masterresource.org/energy-sources/primary-energy-growth-1/> [2015]
12. **The Global value of coal (working paper; OEC/IEA 2012.)** (online), url: https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/global_value_of_coal.pdf [2012]
13. **Zeke Balázs:** BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA XXIV. évfolyam, 2015/2. szám Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése [2015]
14. **The Statistics Portal honlapja** (online), url: <http://www.statista.com/statistics/265638/distribution-of-coal-production-worldwide/> [2012]
15. **Radovic:** Energy and Fuels in Society Chapter 7, The Global Value of Coal - Working Paper 2012 (online), url: <http://www.ems.psu.edu/~radovic/Chapter7.pdf> [2012]

- 16. Kőszén ügyeink, elektronikus jegyzet/előadás anyag,** Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, (online), url: <http://balkancenter.ttk.pte.hu/regionalis/letoltes/szeneink.pdf> [2014]
- 17. Vadász Elemér: Kőszénföldtani tanulmányok** Dunántúl Pécsi Egyetemi Könyvkiadó és Nyomda Rt. 1940. 5. old. (online), url: <http://mek.oszk.hu/06800/06878/06878.pdf> [1940]
- 18. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, SELMECBÁNYA: HAZAI ÁSVÁNYI NYERSANYAGAINK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI,** Budapest, 2013. 11. 20. Összefoglaló tanulmány: 10. old. [2013]
- 19. Kissné Mezei Ágnes, Mátrai Erőmű Zrt. Visonta, Madai László:** Bányászati és Kohászati Lapok 2001. szeptember-október, 134. évfolyam 6. szám Ásványvagyongazdálkodás a visontai és a bükkábrányi bányaterületeken [2001]
- 20. MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.** által végzett korábbi mérések és kutatások 2011. [2011]
- 21. Konzultációs beszélgetések** Kissné Mezei Ágnes, Mátrai Erőmű Zrt. Visonta, (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel) [2014]
- 22. Széntípusok Rangsora és Tulajdonságai 2006. 12. 31.** (online), url: www.feketeszen.info/dokumentum-letoltese/3-szentiypusok.html [2006]
- 23. Zele Balázs:** Distribution of Fire Cases and the Role of Human Factors in Coal-Firing Power Plants in Fuel-Supply Fields and Distribution Systems, AARMS online folyóirat, 2015. (online), url: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/109002452/distribution-fire-cases-role-human-factors-coal-firing-power-plants-fuel-supply-fields-distribution-systems> [2015]
- 24. MAVIR Zrt. hivatalos honlapja** (online), url: http://www.mavir.hu/documents/10258/15461/Forr%C3%A1selemz%C3%A9s_2013.pdf/0a51f06c-73e7-4607-b582-00d3b1434837 [2013]
- 25. Kajáti György:** A magyar villamosenergia-ipar posztszocialista átalakulása, doktori (PhD) értekezés, Debrecen (online) url: https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/6632/kajati_dolgozat.pdf?sequence=4&isAllowed=y [2008]
- 26. MÁTRAI ERŐMŰ ZRT. hivatalos honlapja** (online), url: <http://www.mert.hu/hu> [2015]

27. **Európai Unió hivatalos honlapja** (online), url: http://ec.europa.eu/news/energy/120608_hu.htm [2012]
28. **MÁTRAI ERŐMŰ ZRT. Biztonsági Osztály – Kalorikus Osztály adatai alapján, konzultációk**, jelentések erőművi dolgozókkal, (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel) [2014]
29. **NAMPOWER COAL-FIRED POWER STATION, NAMIBIA ENVIRONMENTAL, ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC, RISK ASSESSMENT REPORT**, Reference Number: 5975; 15 MAY 2012. PREPARED BY AURECON SOUTH AFRICA (PTY) Ltd. [2012]
30. **Varga József**: Bányászati és Kohászati Lapok – BÁNYÁSZAT 128. évfolyam, 3. szám, (Mátraaljai Szénbányák, Gyöngyös): A visontai lignitminták nedvességének kísérleti mérései mikrohullámú berendezésekben: 230. old. [1995]
31. **Szabados Gábor Tamás okl. bányamérnök jogi szakokleveles mérnök**: A természeti adottságok és az emberi tényezők szerepe a bányászati veszélyekben és az azok ellenei, Miskolc, 2011. PhD értekezésében leírtak mintáján [2011]
32. **MÁTRAI ERŐMŰ ZRT. Biztonsági Osztály adatai alapján saját szerkesztés – 5. és 6. táblázat illetve 7. diagram** [2014]
33. **Daniel Mahr, PE, Energy Associates, PC and Michael A. Schimmelpfenning, PE, Ameren Missouri: Coping with coal Dust** (online), url: <http://www.powermag.com/coping-with-coal-dust/?pagenum=2> [2012]
34. **INC – JUSTIN CLIFT**, Hazard Control Technologies; COMBUSTIBLE DUST előadás anyaga, (online), url: www.hct-world.com [2008]
35. **Kovács Judit**: BOLYAI SZEMLE, A ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM BOLYAI JÁNOS KATONAI MŰSZAKI KAR KIADVÁNYA, A Bolyai Hírek jogutódja 2007. XVI. évfolyam 2. szám Budapest, Az Emberi Tényező Szerepe Komplex Rendszerek Kockázatelemzésében Védelmi elektronika (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2007/2/15_kovacsjudit.pdf [2007]
36. **Mallick, Amiya Ranjan**: Practical Boiler Operation Engineering and power plant című könyvben a 7.4. fejezetben leírtak szerint, ISBN: 978-81-203-5139-4 [2015]

- 37. Biztonságtechnika erőművi területen:** széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében; Zele Balázs publikációs cikk alapján [2013]
- 38. Észak-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség Határozat,** (online), url: http://www.vert.hu/pdf/eng_ekh_h_302_30_2013.pdf [2013]
- 39. G. Ökten, O. Kural and E. Algurkaplan,** (Department of Mining Engineering, Istanbul Technical University, TURKEY), ENERGY STORAGE SYSTEMS – Vol. II – Storage of Coal: Problems and Precautions, (EOLSS) (online), url: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c08/e3-14-05-03.pdf> [2009]
- 40. IEEE-IAS Cement Industry Committee** Baidya N. Paul, Senior Technical Advisor, F.L. Smidth Inc.: SYSTEM DESIGN and SAFETY CONSIDERATIONS FOR GRINDING HIGH VOLATILE COAL, ISBN: 0-7803-8263-3 (online), url: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=1309874&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F9161%2F29076%2F01309874.pdf%3Farnumber%3D1309874> [2013]
- 41. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION** (online), url: <http://www.geometrica.com/en/coal-storage-domes> [2008]
- 42. Thorsten Arnhold and Piotr Szymanski:** Dust explosion protection in a hard coal-fired power plant in Gdansk, Type and mixture of dust particles affect zone classification, Ex-Magazine 2013. (online), url: https://www.r-stahl.com/fileadmin/Dateien/ex-zeitschrift/2013/en/dust_explosion_protection_coal_fired_power_plant_in_Gdansk.pdf [2013]
- 43. Dr. Stróbl Alajos:** Építsetek erőműveket!, tudományos közlemény, MAGYAR ENERGETIKA (2003/6), [2003]
- 44. GEOMETRICA hivatalos honlapja** (online), url: <http://geometrica.com/bulk-storage> [1992]
- 45. Hajós-Pakurár-Berde:** Szervezés és Logisztika; Kiadó: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar Debrecen, 2007. (online), url: http://miau.gau.hu/avir/intranet/debrecen_hallgatoi/tananyagok/jegyzet/28-Szervezes_es_logisztika.pdf [2007]
- 46. Dr. Benkő János:** Logisztika I. – Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, [2009]

47. **Zelev Balázs:** Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 6. BKK KONFERENCIA 2015. alapján, [2015]
48. **Dr. Szegedi Zoltán:** Ellátási lánc-menedzsment, Kossuth Kiadó Zrt., [2012]
49. **Miskolci Egyetem oktatási tananyagok,** Termelési és szolgáltatási logisztika előadás (online), url: http://web.alt.uni-miskolc.hu/anyagok/TermSzolgLog/2_eloadas.pdf [2004]
50. **Konzultációs beszélgetések** - Nyúzó Zoltán főenergetikus, Mátrai Erőmű Zrt., Visonta, (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel) [2014]
51. **Miskolci Egyetem honlapja** (online), url: http://web.alt.uni-miskolc.hu/anyagok/TermSzolgLog/2_eloadas.pdf [2005]
52. **GKM rendelet** (online), url: http://www.panenerg.hu/webimages/files/44_2002_XII_28_GKM_rend.pdf [2002]
53. **Estók Sándor:** Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2009/3/02_estok.pdf [2009]
54. **Dr. Szabó Gyula – Dr. Szűcs Endre, Óbudai Egyetem:** Munkavédelem a szakképzésben, Egyetemi jegyzet, Budapest 2012. (online), url: <http://www.ommf.gov.hu/nyomtatvanyok/MV.kiadv.munkavedelem.szakkepzesben.pdf> [2012]
55. **SOLARONICS hivatalos honlapja, a megjelölt MSZ EN 437:2003+A1:2009 szabványok alapján** (online), url: http://www.solaronics.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=97&lang=hu [2003, 2009]
56. **Alkalmazott szabványok jegyzéke:** MSZ 24000-23: 1977, MSZ 24000- 5: 1978, MSZ ISO 1171: 1993 (online), url: http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=003740&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search;http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_auth=5zrjmqQD&p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-

[1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=065519&msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search](#) [1977], [1993]

- 57. Belláné Pelsöczi Márta: Szénkőzetek.** - In: BALOGH K. (szerk.): Szedimentológia III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 219-264., 1992. alapján; (online), url: <http://www.gekko.ro/files/Szenkozetek.pdf> [1992]
- 58. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem belső hivatalos honlapja** (online), url: <ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/energetika...Energiahordozók/szén.pdf>
- 59. Dr. Abonyi János, Dr. Fülep Tímea: Pannon Egyetem Biztonságkritikus rendszerek** (online), url: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/index.html [2014]
- 60. Zele Balázs:** Future responsibility of risk management in fuel transport process mechanism at power plants, HADMÉRNÖK FOLYÓIRAT (online), url: http://hadmernok.hu/154_04_zeleb.pdf [2015]
- 61. Dr. Balogh Albert: Magyar Minőség folyóirata 2011/3. XX. évfolyam 03. szám, elektronikus kiadvány:** Kockázatmenedzsment és kockázatértékelés (online), url: http://www.quality-mmt.hu/adat/fajlok/letoltesek/magyar-elektronikus-folyoirat/mm_2011/2011_03MM.pdf [2011]
- 62. Zele Balázs:** A mátrai Erőmű logisztikai támogatásának védelme a biztonságos tüzelőanyag-ellátás X. Évfolyam 2. szám - 2015. Június (online), url: http://www.hadmernok.hu/152_06_zeleb.pdf [2015]
- 63. Bajor Péter:** Vezetékes ellátási hálózatok logisztikai rendszer-modellezése Doktori tézisek 2013. (online), url: http://mmti.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Tezisfuzet_2013.pdf [2013]
- 64. MÁTRAI ERŐMŰ Zrt. hivatalos honlapja** (online), url: <http://www.mert.hu/hu/merfoldko-a-hazai-zoldenergiaban> [2014]
- 65. Zöld Társadalom, Zöld Gazdaság, Innováció Konferenciakiadvány,** (online), url: http://innovacio.karolyrobert.hu/download/Konf_2012_06_07_harmadik%20innovacios%20konferencia.pdf [2012]
- 66. Dr. Pátzay György:** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Tüzeléstechnikai alapismeretek oktatási tananyag (online), url: <http://www.kankalin.bme.hu/Dok/eloadasok/energiatermeles/energia4.pdf> [2011]
- 67. Schubert Anikó:** Kockázatmenedzsment az ellátási láncok működésében (online), url: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/295/1/Schubert101.pdf> [2008]

- 68. MAVIR folyóirat:** 2013. évfolyam, II. szám (online), url: <http://www.mavir.hu/documents/10258/188160300/2.+sz%C3%A1m+vegleges.pdf/8eeb2b2d-8c30-4bac-84c6-77d7615d5252;jsessionid=ZzmjSq3GXy4pYG1yth26hD5fFhp9yICXmvCBDP2nknC0PBQ2TPB2!1946093811!NONE!1382725574484?version=1.0> [2013]
- 69. Zele Balázs:** Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE (online), url: http://unike.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-01.original.pdf [2015]
- 70. Dr. Estók Sándor:** értekezése (online), url: http://unike.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf [2011]
- 71. Dr. Estók Sándor:** értekezése: Információvezérlésű – hálózatközpontú logisztika, (online), url: http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf [2011]
- 72. Sandra K. Clawson Freeo:** Crisis Communication Plan: A PR Blue Print (online), url: <http://www3.niu.edu/newsplace/crisis.html#1> [2001]
- 73. Kővágó György, Barlai Róbert:** Krízismenedzsment, kríziskommunikáció, Budapest, Századvég Kiadó, [2004]
- 74. Varga Péter János:** disszertáció: Kritikus infrastruktúrák vezeték nélküli hálózatának védelme, 2013., (online), url: http://unike.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2013/varga_peter_janos.pdf [2013]
- 75. 2020-as EU direktíva tartalmi része alapján,** (online), url: http://ec.europa.eu/energy/renewables/targets_en.htm [2009]
- 76. Bajor Péter:** disszertáció, 2013., (online), url: http://mmttdi.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Disszertacio_2013.pdf [2013]
- 77. Dobos Edina:** Az energiaellátás biztonságának elméleti kérdései (online), url: http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/dobos_edina-az_energiaellatas_biztonsaganak_elmeleti_kerdesei.pdf [2010]
- 78. N. A. Utyenkov és Dr. Estók Sándor** értekezésében a 82. old. lévő 19. ábra alapján történt saját kidolgozás (online), url: http://unike.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf [2011]

- 79. AZ INFRASTRUKTÚRA SZEREPE A TERÜLETI FEJLŐDÉSBEN, A TÉRSZERKEZET ÉS AZ INFRASTRUKTÚRA FOGALMAI**, (online), url: http://www.terport.hu/webfm_send/295 [2004]
- 80. Dr. Utassy Sándor:** Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései; értekezés: (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/utassy_sandor.pdf [2009]
- 81. Berek Tamás – Horváth Tamás:** Fizikai védelmi rendszerek dinamikusan változó környezetben IX. évfolyam, 2. szám – 2014. június, Hadmérnök folyóirat; (online), url: http://www.hadmernok.hu/142_02_berekt.pdf [2014]
- 82. Kiss Sándor – Vass Attila:** Energetikai rendszerek polgári védelme IX. évfolyam 2. szám – 2014. június, Hadmérnök folyóirat; (online), url: http://hadmernok.hu/142_04_kiss.pdf [2014]
- 83. Dr. Fenyvesi Éva:** Stakeholder analízis: (online), url: http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0C-CIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.avf.hu%2Ftanarok%2Ffenyvesi-eva%2F%3Fdownload%3Dstakeholder_analizis.pdf&ei=qj-AVPXNHYbaav2OgaAM&usq=AFQjCNFV211_OxW8vbwO55G5YE3u54absg&sig2=ItAh_m4bZqPT86QiTyN8nQ [2012]
- 84. Albert-László Barabási:** Behálózva (online), url: <http://www3.niu.edu/newsplace/crisis.html#1> [2003]
- 85. Orosz Zoltán** Energetikai Szakkollégium előadás anyaga (online), url: <http://eszk.org/index.php?l=hu&s=view&p=lecture&lid=190> [2014]

7. A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

- I. **ZELE BALÁZS:** A tűz kezelés erőművi berkekben, tudományos közlemény, SZOLNOKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK XVII. Szolnok, 2013. (online), url: http://tudomany.szolnok-mtesz.hu/kulonszamok/2013/2013-17-09-Zele_Balazs.pdf
- II. **ZELE BALÁZS:** Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében, HÍRVILLÁM FOLYÓIRAT, 4. Évfolyam 2. Szám, 2013. (online), url: http://hbk.uni-nke.hu/uploads/media_items/hirvillam-4_-evfolyam-2_-szam.original.pdf

- III. **ZELE BALÁZS:** Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE (online), url: http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-01.original.pdf
- IV. **ZELE BALÁZS:** Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 2015, 6. BBK KONFERENCIA (online), url: <http://www.bbk.alfanet.eu/index.php?module=staticpage&id=227&lang=1>
- V. **ZELE BALÁZS:** Future responsibility of risk management in fuel transport process mechanism at power plants, HADMÉRNÖK FOLYÓIRAT (online), url: http://hadmernok.hu/154_04_zeleb.pdf
- VI. **ZELE BALÁZS:** Distribution of Fire Cases and the Role of Human Factors in Coal-Firing Power Plants in Fuel-Supply Fields and Distribution Systems, AARMS online folyóirat, 2015. <http://connection.ebscohost.com/c/articles/109002452/distribution-fire-cases-role-human-factors-coal-firing-power-plants-fuel-supply-fields-distribution-systems>
- VII. **ZELE BALÁZS:** A Mátrai Erőmű logisztikai támogatásának védelme a biztonságos tüzelőanyag-ellátás érdekében HADMÉRNÖK FOLYÓIRAT X. Évfolyam 2. szám - 2015. június (online), url: http://www.hadmernok.hu/152_06_zeleb.pdf
- VIII. **ZELE BALÁZS:** Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése XXIV. évfolyam, 2015/2. szám BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA (online), url: http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-02.original.pdf