

Óbudai Egyetem

Doktori (PhD) értekezés



**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

Szigorlati bizottság:

Elnök: Prof. Dr. Berek Lajos, egyetemi tanár, ÓE

Tagok: Dr. habil. Kovács Tibor, egyetemi docens, ÓE

Dr. Simon Ákos, egyetemi tanár (külső)

Nyilvános védés teljes bizottsága:

Elnök: Prof. Dr. Berek Lajos, egyetemi tanár ÓE

Titkár: Bakosné Dr. Diószegi Mónika, adjunktus ÓE

Tagok: Dr. Simon Ákos, egyetemi tanár ÓE

Dr. Estók Sándor, (külső)

Dr. Csurgai József, NKE (külső)

Bírálok: Dr. habil. Berek Tamás, NKE (külső)

Dr. habil. Kovács Tibor, egyetemi docens ÓE

Tartalék: Dr. Szűcs Endre, adjunktus ÓE

Dr. Bartha Tibor, (külső)

Nyilvános védés időpontja:

2016.06.27.

Tartalom

A téma aktualitása, személyes motiváció	5
Az kutatás célja	7
A kutatás módszere	8
A Mátrai Erőmű bemutatása	9
1. Tüzeléstechnika.....	12
1.1 Tüzeléstechnikai alapok	12
1.1.1 A kőszénről általában.....	14
Lignit a Mátrai Erőmű bányavidékén	22
1.2 Magyarország energiahelyzete	26
1.2.1 Lignitkutatások a Mátrai Erőműben	33
1.3 Tüzesetek megoszlása és az emberi tényező befolyásoló szerepe	35
1.4 Részkövetkeztetések.....	43
2. Széntárolási megoldások, a szén útja a bányászattól az energiatermelésig	45
2.1 Széntárolás, széntárolási módszerek	45
2.2 Munka- és egészségvédelem erőműves tároló- és szállítoszalagok környezetében.....	49
2.3 A logisztikáról általában.....	52
2.3.1 A szén útja a bányától a kazánokig.....	53
2.3.2 Rakodási és szállítási periódusok.....	55
2.4 Intelligens logisztikai rendszerek	57
2.5 Részkövetkeztetések.....	58
3. Primer kutatás: önálló labormérési projekt	60
3.1 Háttérinformáció	60
3.2 Szénminta elemzés	62
3.3 Részkövetkeztetések – a kutatás eredményeinek hasznosítása	72
3.4 Részkövetkeztetések.....	74
4. Kockázatok	76
4.1 Kockázatcsökkentő módszerek és gyakorlati alkalmazásaik	76
4.2 A kockázati menedzsment jövőbeni működése szénerőművek tüzelőanyag transzport folyamatainál.....	80
4.2.1 Tüzelőanyag ellátási rendszerek meghibásodásának vonzatai a logisztikai rendszerben	80

4.2.2	Logisztikai támogatás a menedzsment és a kockázati menedzsment területén	84
4.3	Részkövetkeztetések.....	86
5.	Szénerőművek tüzelőanyag-rendszerének helye a logisztika tudományában	88
5.1	Az ellátási lánc és a logisztika értelmezése erőművi termelési szinten	88
5.1.1	Hálózatos és hálózatközpontú logisztikai rendszerek alkalmazása erőműves területen.....	90
5.1.2	A biztonságközpontú és egy kijelölt körzet köré épülő logisztika	91
5.1.3	Részkövetkeztetések	95
5.2	Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben	97
5.2.1	Infokommunikációs- és hálózatközpontú rendszerlogisztika-támogatás energiatermelő erőművekben.....	97
5.2.2	Energiabiztonság rendszerei	98
5.2.3	Biztonság – Villamosenergia-infrastruktúra	103
5.2.4	A villamos energia ellátás vezeték-logisztikai modelljén végzett vizsgálatok eredményei alapján	106
5.3	Logisztikai iparbiztonság erőművi tüzelőanyag-ellátó rendszereknél	107
5.4	Részkövetkeztetések.....	115
	Összegzett következtetések.....	120
	Tézisek	124
	Tudományos eredmények hasznosítása	126
	Szerzői publikációk.....	128
	Felhasznált irodalom.....	129
	Ábrajegyzék	138
	Melléletek	140
	Első melléklet.....	140
	Második melléklet.....	141

A téma aktualitása, személyes motiváció

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.

Életem nagy részében erőművek közelében töltöttem mindennapjaimat: gyermekkoromtól kezdve mérnöknek készültem. A gimnáziumi évek után egyenes út vezetett a Műszaki Egyetemre, majd ahogy kezdtem elmerülni a tudományos munkában úgy éreztem, az ismerethalmazt, melyet összegyűjtöttem, egy doktori disszertációban tudnám leginkább beteljesíteni.

Egyetemi éveim mellett folyamatosan dolgoztam a visontai székhelyű Mátrai Erőműben, amely Magyarország legnagyobb széntüzelésű erőműve. Itt tanulhattam meg az elméleti ismeretek mellett a szakmát a gyakorlatban, szert tehettem jó kapcsolatokra, mindig kaptam szakmai tanácsokat. Az erőmű ösztöndíjprogramjával jutottam ki Berlinbe, ahol két nyarat töltöttem el egy szenes erőművek építésével és felújításával foglalkozó cégnél.

Mivel manapság megfigyelhető tendencia, hogy leginkább csak előregedő erőművek vannak működésben, nem épülnek újak, sőt akár be is zárnak bizonyos létesítményeket, mindenképp szerettem volna hozzájárulni a hazai energetikai tudományos élethez azzal, hogy disszertációm a még működő erőművek fejlesztésének támogatására ajánlom. Célom és küldetésem ugyanis, hogy az itt megfogalmazottakat hasznosítani tudják a szakmában akár a meglévő erőművek fejlesztésénél, akár újak építésénél, legyen szó energetikai és tüzeléstechnikai vagy biztonság tudományi nézőpontról.

A disszertáció során kialakult vízióm, hogy a villamos energia-termelés a biztonságtechnika tudományával karöltve egy olyan jövőbeni képet alkosson, hogy az itt felvetett megoldások az energetikában megragadva a kölcsönös alkalmazások lehetőségeit nyújthassák a fenntartható

fejlődés szinergiája mellett. Személyes motivációm volt a munka során, hogy olyan területet vizsgáljak, amelyet még előtte ilyen mélységig nem kutattak, így újat tudjak hozni az erőműves energetika terén. Így tehát elsődleges célom a disszertáció megírásával, hogy olyan, a Mátrai Erőműben tapasztalt és kutatott tények alapján tudjak fejlesztési javaslatokat adni, amelyből mind az erőmű mind az egész ipar profitálni tud.

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.

„Az energiapolitika egyik feladata a társadalom meggyőzése a fenntartható energetika vázolt és adottságainknak megfelelő törekvéseiről, emellett az ellátásbiztonság érdekében a szabályozás eszközeivel való (mint pl.: CO₂ kvóta, tüzelőanyag-választás) minél nagyobb részarányú karbonmentes, valamint a hazai és import szénre alapozott erőművek létesítését elősegítő, a termelői átlagár minél kisebb növekedése érdekében való irányultság.”¹ Mindezek mellett kijelenthető, hogy az energiafüggőségtől való félelem nemcsak jelenünkre, de múltunkra tekintve is jelentős befolyásoló szereppel bír, ebből adódóan pedig csökkenteni kell az energiafüggőséget és ezzel együtt növelni az ellátásbiztonságot.

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 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

¹ BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék hivatalos honlapja (online) url: <http://www.energia.bme.hu/> (letöltés ideje: 2013. 12. 14.)

² World Coal association honlapja (online), url: <https://www.worldcoal.org/sites/default/files/Coal%20Facts%202015.pdf> (letöltés ideje: 2016. 05. 10.)

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.

Az energiaellátás egyik legrégebbre visszanyúló kérdése a szenes erőművekben történő energiaátalakítási folyamat. Az elmúlt években Európai Uniót és ezzel együtt Magyarországot is egyre inkább veszélyeztető globális (környezeti) problémák foglalkoztatják, melynek fő irányvonala a környezetvédelem kérdésköre.

Az kutatás célja

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 célom, hogy bemutassam a széntüzelésű erőművekben hasznosított, alapvetően szenes energiahordozók biztonságos felhasználását. Továbbá célom bemutatni a kőszéntársulások bányászatótól kezdve a villamosenergia-termelésig terjedő logisztikai vonatkozásukat és a folyamat során felmerülő kockázatok és veszélyforrások szerepét, egymásra gyakorolt hatásit, következményeit.

Az alapvető kutatási célokat alább pontokba szedve mutatom be, melyeket később az eredmények összegzésénél, a téziseknél fejtek ki újra bővebben.

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.

A kutatás módszere

Egy kutatás felépítése és annak előkészítése rendkívül fontos szerepet játszik bármilyen tanulmány elkészítésénél. Éppen ezért fontos, hogy felkészüljünk és megválaszoljunk olyan kérdéseket, amelyek a kutatás elkészítése során felmerülhetnek. Így lényeges tisztázni, hogy miért vizsgálódom, kiket vizsgálok, milyen típusú információt szeretnék megtudni, mennyi idő áll rendelkezésemre a kutatás befejezéséhez, illetve kvalitatív vagy kvantitatív kutatást végezzek-e, mely kutatási forma használható a leghatékonyabban a célok feltárásához.³

Kutatásom során ennek megfelelően 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.

³ Bércziné Dr. Juhos Júlia 1996. Piackutatás a gyakorlatban, Co-Nex Könyvkiadó Kft., Budapest

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.

A Mátrai Erőmű bemutatása

Ahogy a személyes motivációnál is említettem, mindenképp úgy szerettem volna kutatni az erőműves folyamatokat, hogy abból hosszú távon a Mátrai Erőmű és az egész energetikai iparág profitálni tudjon. Az itteni kapcsolataim és tapasztalataim valamint személyes kötődésem kapcsán is egyértelmű volt, hogy Magyarország legnagyobb szenes erőművét vizsgálom doktori disszertációm során is. Úgy gondolom, hogy jó referencia lehet a többi hazai erőmű számára is az itteni kutatás és ismerethalmaz, hiszen más erőművek felújítása esetén a legnagyobb hazai erőműben működő folyamatokat egyszerűbb átültetni.

„A visontai telephelyű Mátrai Erőmű ZRt. a magyar villamosenergia-rendszer egyik megbízható alapegysége. Fő tevékenysége a villamosenergia-termelés. A 950 MW beépített teljesítménnyel rendelkező Mátrai Erőmű ZRt. az ország legnagyobb széntüzelésű erőműve. A társaság a magyar nemzetgazdaság villamosenergia-fogyasztásának mintegy 13%-át termeli. A társaság vertikálisan integrált, nemcsak az erőművet, hanem azok alapanyag-ellátását biztosító barnaszén (lignit) bányákat is tulajdonolja, működteti és folyamatosan fejleszti. A társaság saját bányáiban külféjtéses technológiával termelt lignitből állít elő villamos energiát. Az Észak-Magyarországon végighúzódnó közel 1 milliárd tonnás lignitvagyon tartós biztosítékot ad a cég működéséhez és a jövőbeni energetikai fejlesztési terveihez.”⁴

⁴ Mátrai Erőmű Zrt. hivatalos honlapja (online), url: www.mert.hu/cegtortenet (letöltés ideje: 2014. 10. 26., 2015. 02. 16., 2016. 05. 09.)

A visontai telephelyű vállalat bemutatásával kezdve elmondható, hogy a legelső jogelődje az 1939-ben épített Mátravidéki Erőmű volt. Hosszú évek múlva 1993-ban a Gagarin Hőerőmű Vállalat és a Mátraaljai Szénbányák Vállalat integrációjával jött létre a Mátrai Erőmű Zrt. (a továbbiakban ME ZRT, ME, vagy Erőmű), majd az 1995 decemberében megvalósult villamos energiaipari privatizációt követően nagyobb részt német tulajdonnal (RWE AG és EBW AG) alakult meg a jelenlegi vállalat. A ME a Paksi Atomerőmű után jelenleg Magyarországon a második legnagyobb stabil és gazdaságos egysége a villamos energia-rendszernek.

A Társaság integrált villamosenergia-ipari vállalatként versenykörnyezetben, piaci módszerekkel, kiemelten villamos energia-, gőz- és forróvíz termeléssel és szolgáltatással, valamint azokat megalapozó bányászati tevékenységgel, az erőművi villamos-, hőenergia termelő és bányászati berendezések karbantartásával és üzemzavar elhárításával foglalkozik.

A munkaszervezet a társaság központjából (Visonta) és két ágazatból (erőművi és bányászati) áll, amelyek két fióktelepre (Visonta, Bükkábrány) bomlanak.

A Mátrai Erőmű éves szinten 8-8,5 millió tonna szénből állít elő 6000 GWh villamos energiát, amelyből körülbelül 5000-5500 GWh kerül értékesítésre. A hazai villamos energia-igények 14%-át elégíti ki, ugyanakkor a hazai villamos energiatermelésből 18,5%-kal részesedik, és ezzel jelenleg a második legnagyobb áramtermelő az országban.⁵

Az Erőmű szervezeti felépítését tekintve három nagyobb egységre bontható, amelyeken belül főosztályokat, majd osztályokat különböztetünk meg egymástól. Az Erőmű Igazgatóság alá három főosztály tartozik.

A Termelési főosztályon belüli osztályok az Üzemviteli osztály, amelynek két kiemelt tevékenységi köre van: ezek a kereskedelem, valamint a másik négy osztály logisztikai összehangolása. Ide tartozik még a Szállítási osztály, és a Kalorikus osztály, ahol a kazánért felelnek a szénadagolás és az elégetés szempontjából, valamint a turbinánál a keletkező gőz oda áramoltatásáért. A következő a Villamos üzemviteli osztály, ahol a gyenge- és erősáramú rendszerfenntartás a feladat, mint például a szabályozástechnika és az automatika. Ide tartozik még a Villamos energia-kereskedelmi osztály, amely a kapcsolattartó szerepet látja el az olyan

⁵ Mátrai Erőmű Zrt. hivatalos honlapja (online), url: <http://www.mert.hu/cegtortenet> (letöltés ideje: 2014. 01. 25.)

kereskedőkkel és állandó ügyfelekkel, mint az MVM ZRT, illetve a MAVIR ZRT; végül de nem utolsó sorban az utolsó nagyobb egység pedig a Vízellátási osztály.

A második a Karbantartási főosztály, ahol külön osztályok felelnek magáért az Erőmű karbantartásáért, a kazánokért és a szállítóberendezésekért, a turbina- és hűtőberendezés-karbantartásért, valamint van külön Villamos karbantartó osztály is. Ezek feladata az esetleges hibaelhárítás, illetve – ahogy korábban is említettem – a karbantartás. Ez alá a főosztály alá tartozik még a Gondnokság, amelynek egyik fontos feladata gépkocsik karbantartása, felügyelete.

A harmadik egység a Technológia-felügyeleti főosztály, ahol meg kell említeni a Biztonságtechnikai és vagyonvédelmi osztályt, a Műszaki osztályt, a Vegyészeti és környezetvédelmi osztályt, valamint a Technológiai számítástechnikai osztályt.⁶

⁶ Mátrai Erőmű Zrt. belső jelentések (2013.)

1. Tüzeléstechnika⁷

A történelem során már az ősembertől kezdve napjaink egyik legnagyobb találmánya és további felfedezések fontos eszköze és használati tárgya a tűz. A tűz és az ember kapcsolata a korábbi ismeretek, tanulmányok és feltételezések szerint már mintegy 790 ezer évvel ezelőtt, a homo erectus és a homo sapiens (a mai ember őse) korában is ismert volt. A beszéd és a gondolkodás mellett ez is közrejátszott abban, hogy az embert, mint felsőbbrendű lényt kiemelje az állatvilágból és az evolúció csúcsának tekinthessük mind a mai napig. A XX. századi kutatások szerint a tüzet kezdetben, mint egy véletlen folyamatot kezelte csak az akkori emberiség, hiszen egy-egy tűzvész martalékvá esett zöltség, megsérült állati részek ébresztették rá arra, hogy hogyan is lehet hasznosítani azt. Az ember idők során megtanult félni, és megtanulta kezelni is ezt az egyébként korántsem biztonságos jelenséget.⁸

Napjainkig aktív és mindennapos tényezője életünknek, hiszen számos helyen hasznosítjuk és alkalmazzuk a tüzet. Érdekes egy percet rászánni a gondolatra, hol tartana a mai civilizáció, ha nem ismerné a tüzet, vagy nem tanulta volna meg kezelni azt. Gondoljunk csak a civilizáció kialakulására vagy a jelen esetben tárgyalt eróművi folyamatok megvalósulására. A tűz kezelése egy széntüzelésű erómű esetében a kazánban játszódó folyamatoktól elkezdve a megfelelő helyen való biztosításáig fontos szereppel bír.

1.1 Tüzeléstechnikai alapok

Ahogy azt *Dr. Simon Ákos-Török László E. Alkalmazott kémia* című könyve is megfogalmazza, a tűz és az égés fogalmainak meghatározásánál nehezítő tényállás, miszerint minden tűz égés, de nem minden égés tűz. Irodalmi megfogalmazásban tehát a tűz az éghető anyag gyulladásakor bekövetkező fény- és hőfejlődéssel, az anyagi javak pusztulásával, az emberi élet, egészség veszélyeztetésével járó, az ember által nem kívánt, időben és térben nem korlátozott és nem ellenőrzött égései folyamat. Tűzvédelmi szempontból tehát tűz fogalmán értjük azt a jelenséget, amikor olyan égéshez kapcsolódó lángképződést, parázslást, izzást és

⁷ Zele Balázs: A tűz kezelés eróművi berkekben, tudományos közlemény, SZOLNOKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK XVII. Szolnok, 2013.

⁸ PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (online) url: <http://richpoi.com/cikkek/tudomany/egymillio-evvel-ezelott-jottek-ra-oseink-a-tuz-hasznalatara.html> (letöltés ideje: 2013. 04. 21.)

intenzív hő keletkezést észlelünk, ami kárt, veszteséget okoz. Ellene tűzoltással való szervezett tevékenységgel védekezhetünk, illetve léphetünk fel.⁹

A gyakorlati tüzeléstechnika szinte minden esetben levegőt használ égés-tápláló közegként, oxigént csak különleges technológiai körülmények között alkalmaznak. Ilyen például a lánghegesztés, amelynél a nagy reakciósebesség – amikor az a cél, hogy minél rövidebb idő alatt minél nagyobb mennyiségű hő keletkezzen – illetve a biztosítani kívánt magas lánghőmérséklet indokolja az oxigén használatát.¹⁰

Dr. Penninger Antal Tüzeléstechnika c. jegyzete alapján, a tűz keletkezésének folyamata, éghető anyagok és levegő (oxigén) elegyének reakciójával valósul meg. A tűz, mint fogalom további csoportosítása révén a tűz környezetétől függően megkülönböztetünk nyílt és zárt tüzet. Az égető anyagokat – tüzelőanyagokat – szokás halmazállapotuk szerint csoportosítani, mely alapján szilárd, folyékony valamint gáznemű tartalmúakat ismerünk.

A szilárd halmazállapotúak közé a szerves eredetű üledékes kőzetek különböző korú szeneit értjük, amelyek leginkább a tőzeg, lignit, barnaköszén, feketeköszén és az antracit. Ezeket túl ide sorolhatók még a megújuló energiafajták közül a szalma, fa és egyéb szilárd, mezőgazdasági szilárd halmazállapotú növényi termékek. Folyékony halmazállapotú tüzelőanyag lehet a kőolaj lepárlása folyamán keletkező petróleum, benzin, kerozin, gázolaj, tüzelőolaj, fűtőolaj továbbá pakura. A megújuló energiafajták közül ide sorolhatóak még az alkoholok, sőt a különböző növényi olajok is. Végül, de nem utolsó sorban a gáznemű tüzelőanyagok csoportja is, melyek közül a leginkább elterjedt és a legszélesebb körben alkalmazott a földgáz, melynek legbefolyásosabb eleme a bután. További alkotó lehet még a propán, valamint a hidrogén is. A nagyobb részt metánból álló biogáznak - amely azonban jelentősen széndioxiddal terhelt - is egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak, úgy, mint megújuló energiafajtának. A mai napig folyamatosan gyarapodó szükségletek kielégítésére már nem elég csupán egyféle energiahordozó kihasználása, hiszen napjaink energiaigénye mára az energiahordozók széles skáláját kívánja meg.¹¹

⁹ Dr. Simon Ákos-Török László E.: Alkalmazott Kémia. 30/2008.

¹⁰ MÁTRAI ERŐMŰ Zrt. Hadzsi Sándor, Kazánok és Szállítóberendezések Karbantartási Osztály ismeretei alapján

¹¹ Dr. Penninger Antal: Tüzeléstechnika jegyzet, BME 2011., Budapest, (online) url: ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Tuzelestechnika/Tuzelestechnika_jegyzet_v17.pdf

2012-es megjelenítésben a világ energiateljesítményének közel 81%-át fedezi a fosszilis tüzelőanyagok (szén, kőolaj, földgáz) alkalmazása, amely a 2014. év végére 86%-ra¹² 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 energiateljesítés és biztonságos ellátás érdekében.¹³

1.1.1 A kőszénről általában¹⁴

Földtörténelmi időszámításunkat tekintve mintegy 570 millió évvel ezelőtt vette kezdetét az ókor, melynek meghatározó része volt a karbon időszak: ekkor ugyanis jelentős széntelepek keletkeztek, éppen ezért kapta erről a korszakról a szén a nevét. Természetesen az idők során fiatalabb, hozzánk közelebb eső korokban is keletkeztek széntelepek. Az 1. sz. táblázatban szemléltetem a földtörténelmi idő tagozódását, megjelölve a legjelentősebb szénelőfordulások keletkezési idejét, rögzítve a magyarországi vonatkozásokat. (Mivel az ókor karbon időszakáig bányászati szempontból jelentős szénképződés nem volt, így az ez előtti időszakot nem részletezem a táblázatban.)

Az első széntelepek a szárazföldi növényvilág megjelenésével és tömeges térhódításával keletkeztek, ám nagymértékű, bányászati és gazdasági szempontból jelentős kőszéntelepek mintegy 330 millió évvel ezelőtt a karbon korban jöttek létre. Olyan üledékgyűjtő medencékben képződtek, melyek lassan süllyedve párhuzamosan lépést tartottak a növényzet halmozódásával és szaporodásával, ami elegendő tápanyagot biztosított a keletkezéshez. A hegységképződés folyamán felhalmozódott növényzet-letarolás adta hordalék összegyűlésével pedig létrejött a kőszén, a szerves üledékek, egykori lápok növényzetének maradványai és átalakult formája révén. A szenesedési folyamat egyrészt biokémiai (tőzegesedés) másrészt pedig geokémiai (tőzeg átalakulása kőszénné) folyamat.¹⁵

¹² 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/> (letöltés ideje: 2016. 05. 11.)

¹³ The Global value of coal (working paper; OEC/IEA 2012.) (online), url: https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/global_value_of_coal.pdf (letöltés ideje: 2014. 03. 03.)

¹⁴ Zele Balázs: Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése XXIV. évfolyam, 2015/2. szám BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA

¹⁵ Kőszén ügyeink, elektronikus jegyzet/előadás anyag, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, (online), url: <http://balkancenter.ttk.pte.hu/regionalis/letoltes/szeneink.pdf> (letöltés ideje: 2014. 04. 07.)

A kőszén összetételét tekintve elmondható, hogy meghatározza a hajdani növényvilág és az anno domináns üledékképződési körülmények és a szénülés közbeni átalakulások is. A kőszén ennél fogva nem egynemű, hanem különböző részekből áll; a következő alkotóelemek szabad szemel nem feltétlen ismerhetőek fel, leginkább laboratóriumi vizsgálat tudja őket kimutatni: vitrit, durit, fuzit, klárit. Ezen összetevők listázása lényeges, mivel például kocsz és brikett gyártásánál előnyösebb a magas vitrit tartalom, de ettől hajlamos a kőzet öngyulladásra is. Ezzel szemben a fuzit pont ellentétes hatással bír; így látható, hogy a szenek vizsgálata fontos a későbbi felhasználást illetően.¹⁶

¹⁶ Kőszén ügyeink, elektronikus jegyzet/előadás anyag, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, (online), url: <http://balkancenter.ttk.pte.hu/regionalis/letoltes/szeneink.pdf> (letöltés ideje: 2014. 04. 07.)

1. táblázat - Szénelőfordulások keletkezése földtani időszakok szerint¹⁷

IDŐ	IDŐSZAK	KOR	MEGJEGYZÉS	Millió éve
ÚJKOR	NEGYED IDŐSZAK	holocén	Homo sapiens	1
		pleisztocén	Tőzegképződés	
	HARMADIDŐSZAK	pliocén	Mátra-és Bükk vidéki lignit előfordulás	8
		miocén	Salgótarján, Sajóvölgy - barnaszén	20
		oligocén	Román zsilvölgyi barnaszén	35
		eocén	Tatabányai-medence – Esztergom vidéke - barnaszén	55
		paleocén	Dunántúli-középhegység barnaszenei	70
KÖZÉPKOR	kréta	felső	Dinoszauruszok kipusztulnak	140
		alsó	Ajka – barnakőszén	
	jura	malm	Kalifornia –arany; sokféle szén-, só-, gipsztelepek	180
		dogger		
		liász	Mecsek – feketekőszén	
	triász	felső	Dél-Afrika – gyémánt, márvány, gipsz, kősó	230
		középső	Első dinoszauruszok	
alsó				
ÓKOR	perm	zechsteini	Szász- és Csehországban kőszéntelepek	290
		vörös fekvő	Észak-Kína kőszéntelep sorozat Kelet-Ázsiában fő kőszénképződési idő Észak-Amerika kőolaj, Magyarország: uránérc	
	karbon	felső	A földtörténet első nagy kőszénképződései.	330
		alsó	Ruhr-medence, Szilézia, Moszkva – Donyeck – Anglia, Kuznyeck, Türkisztán, Szibéria, Kína, Észak-Amerika keleti része	

¹⁷ Kőszén ügyeink, elektronikus jegyzet/előadás anyag, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, (online), url: <http://balkancenter.ttk.pte.hu/regionalis/letoltes/szeneink.pdf> (letöltés ideje: 2014. 04. 07.)

A fejezetben rávilágítok a megfelelő és biztonságos energiaellátás fontosságára Magyarország kőszén társulásait vizsgálva, nemzetközi irodalmi kitekintés után pedig a szén mint energiahordozó előfordulási arányaira kontinensünkön kívül, Európában és hazánkban egyaránt.

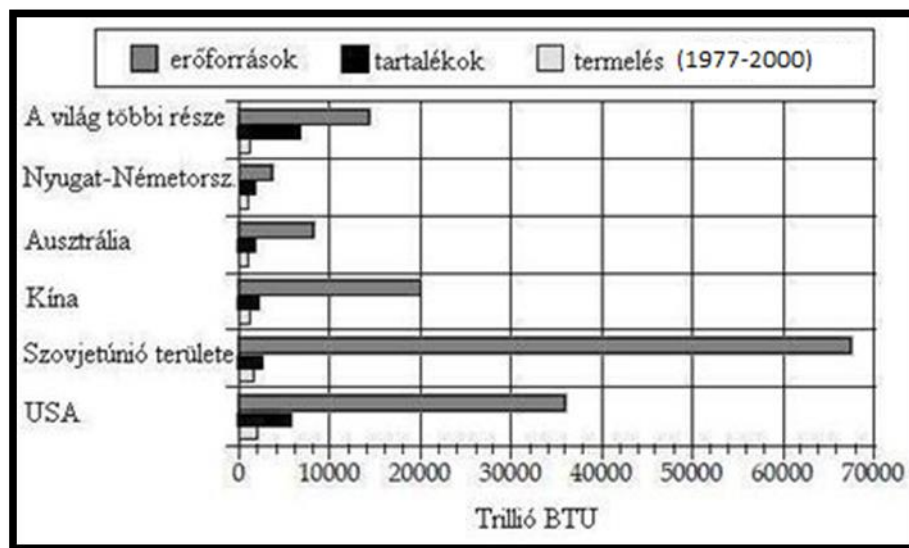
A biztonságtechnika tudományterülete manapság egyre nagyobb teret nyerő és alkalmazandó részét képezi fejlődő és változó világunknak. Elsődleges szemponttá vált a minél nagyobb biztonság és kiszámíthatóság biztosítása, mind az energiaellátás, mind pedig a felhasználás területén.

A kőszének összetételére vonatkozóan két fontos fogalmat kell, hogy tisztán lássunk, hiszen ezek ismeretében tudjuk meghatározni a további csoportosítási módokat. A kőszén és keletkezési folyamata, vagyis a kőszénülés megkülönböztetése tárgyalásunk alapvető kiindulási pontja. Vadász Elemér megfogalmazásában a kőszén nagyrészt növényi anyagok lebomlása útján keletkező olyan szilárd üledékes kőzet, amely összetett vegyi bomlási úton alakult ki. Az átalakulási folyamatot a *kőszénülés* folyamatának nevezzük, amelyet földtani viszonyok szerint minden kőszéntípusra lezártnak tekintünk. Ebből kifolyólag a kőszén fogalmi értelmezésében mindig csak a már lezárt földtani időszakokban létrejött szénkőzetek tartoznak, de a ma is keletkező tőzeg *„még folyamatban levő kőszénülésével, ebbe a keretbe nem foglalható. Az így jellemezett éghető, túlnyomóan növényi anyagokból keletkezett, szilárd üledékes kőzetfajtákat, egyetemleges megjelöléssel, kőszén gyűjtőnévvel illetjük”*.¹⁸ Ezen kívül több megfogalmazás szerepel a kőszének csoportosítási struktúrájának besorolásában, mely a nyelvi nehézségi különbségektől eltekintve, nemzetközi és hazai irodalmi vonatkozásban is számos eltérő esetet mutat. Kezdetben a magyar szakirodalom nem minden esetben tett különbséget a kőszénfajták megnevezésében: csak feketeszén vagy kőszén megnevezést alkalmazott, és gyakran nem tett különbséget a kőszén csoportosításon belül barnaszén és lignit fajtáknál, vagy gyakran összemosva alkalmazta ezeket a megnevezéseket. Később földtani tanulmányok és ismeretek birtokában már a lignitet a barnaszén egyik fajtájába sorolják. Földtani elemzések megállapították, hogy a nyomás és hőmérséklet alakulása nagyban befolyásolja a kőszenesedést és ebben az esetben a két csoport (fekete, barna) meghatározását is.

¹⁸ Vadász Elemér: Kőszénföldtani tanulmányok Dunántúl Pécsi Egyetemi Könyvkiadó és Nyomda Rt. 1940. 5. old. (online), url: <http://mek.oszk.hu/06800/06878/06878.pdf> (letöltés ideje: 2014. 03.09.)

Hazai viszonyokat vizsgálva, a Mátrai Erőmű Zrt. felhasznált anyagminőségét elemezve elsődlegesen a szénfajták lignit alcsoportját mutatom be. Ezt megelőzően azonban nemzetközi forrásokat is megvizsgálva a szén kialakulásának folyamatait részletezem, valamint a külföldi irodalomban megjelentek alapján a szén tulajdonságainak jellemzőit is ismertetem.

A külföldi szakirodalom a szenet egy szerves kőzetként elemzi, szemben a Földön előforduló legtöbb kőzettel (pl. homokkő, gránit, bazalt stb. melyek szervetlen anyagok). A szén legnagyobb részt kémiai szénvegyületet tartalmaz (C), de hidrogént (H), oxigént (O), ként (S) és nitrogént (N) is, természetesen koruknak és lelőhelyüknek megfelelő arányban, csakúgy, mint néhány szervetlen alkotóelemet, például ásványokat és vizet is.



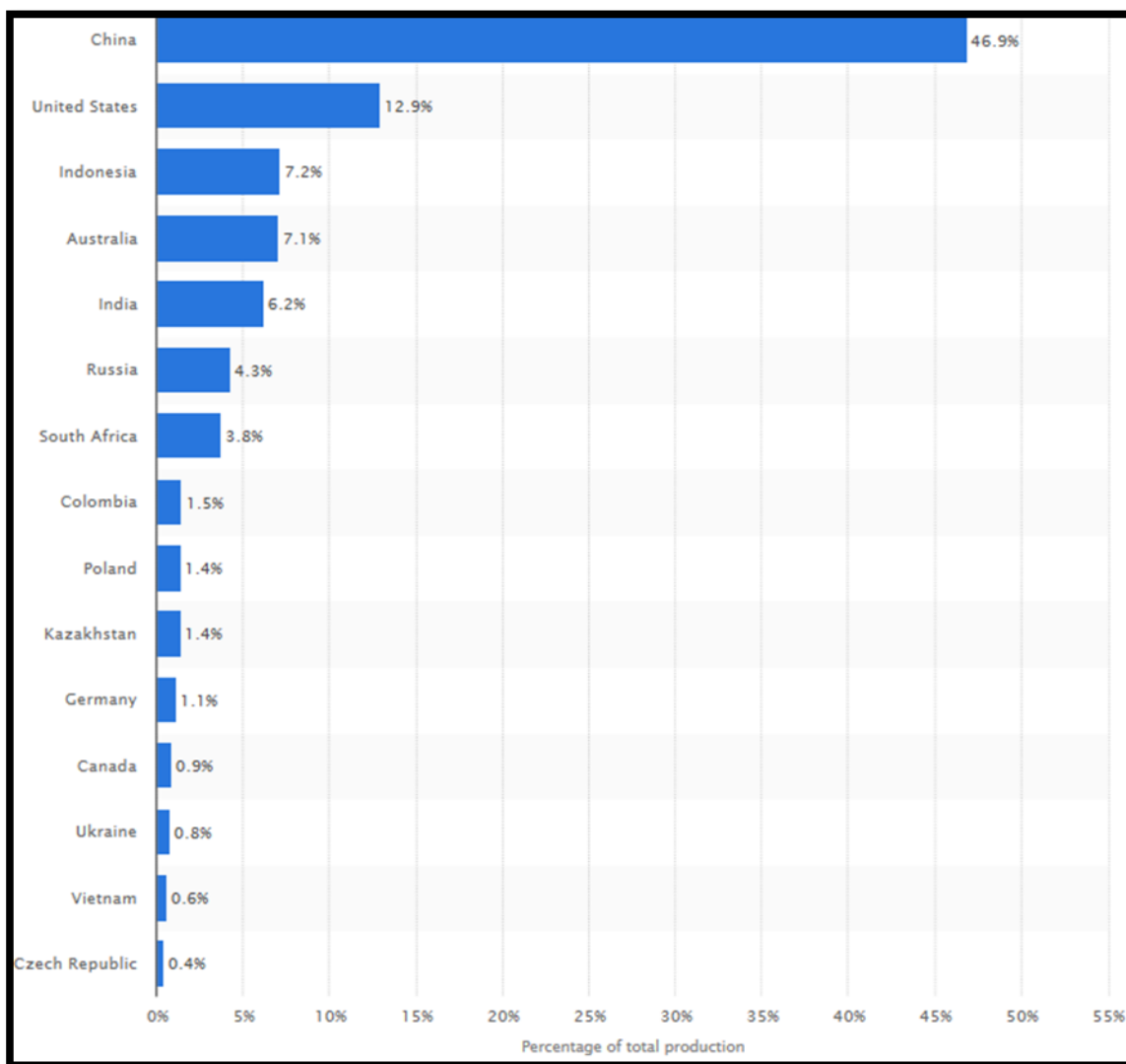
1. diagram - Széntársulások/erőforrások és tartalékok eloszlása a világban (BTU = British Thermal Unit)^{19 20}

Ahogy az 1. diagramon is látható, egy 1990-es években készült kutatási felmérés szerint a Földön előforduló széntársulások eloszlásának nagyobb hányadát az USA, a korábbi Szovjetunió és volt tagállamai (mai Oroszország) és Kína közösen birtokolja, ami a világon hasznosítható erőforrások mintegy 80%-át tette ki. Az 1. diagramon látható színjelölések sorrendben az erőforrások, tartalékok és a termelés nagyságát hivatottak bemutatni. Az erőforrások területi megoszlása, ezzel együtt pedig birtoklása óriási hatalmi szerepvállalással bírt történelmi múltunkra tekintve, és valószínűleg fog még jövőnkre nézve is. Nagy-Britannia pl.: mindössze

¹⁹ 1 BTU = 1,054-1,060 KJ értéknek felel meg.

²⁰ 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> (letöltés ideje: 2014. 02. 07.)

alig 1%-át birtokolja a Föld szénkészleteinek, mégis a világ vezető szénkitermelő országa már egy évszázada. Nagyon hasonló a helyzet Ausztráliában is, kevesebb, mint 2%-át birtokolják a szénkészleteknek a világon, mégis a vezető szén-exportáló nemzetek egyikének mondhatják magukat. A termelési adatokat elemezve látható, hogy a világ országai ebben a megoszlásban közel azonos pozícióban állnak, az USA szerepe azonban itt is kiemelkedő a többi taghoz képest. 2014-es statisztikai kimutatások szerint a globális szénkitermelés megoszlásában már Kína vette át a vezető szerepet, melyet az USA követett.²¹



2. diagram - Széntársulások - Széntermelés eloszlása a világban²²

²¹ The Statistics Portal honlapja (online), url: <http://www.statista.com/statistics/265638/distribution-of-coal-production-worldwide/> (letöltés ideje: 2016. 05. 11.)

²² The Statistics Portal honlapja (online), url: <http://www.statista.com/statistics/265638/distribution-of-coal-production-worldwide/> (letöltés ideje: 2016. 05. 11.)

A szénkészletek és források felkutatása már nem új keletű dolog, azonban időről időre szükség lehet az adatok felülvizsgálatára az újabb telepek létrejöttével és a földtani kutatások előre haladásával, melyre a világon többféle becslési módszer ismeretes már. Ezen modellekbe számos feltételezést kell beépíteni, hogy közeli becslést tudjunk adni a jövőbeni készletek és felhasználhatóság biztosítására, ezzel együtt pedig az ellátásbiztonság fenntartására. Egyes feltételezések szerint, ha nem találnak további (jelentős) széntartalékokat, illetve újabb bányászati metódusok és technológiák sem kerülnek kifejlesztésre, továbbá az eddigiek során ismeretes források mind kiaknázásra és felhasználásra kerülnek és az éves szénfogyasztás 5%-os éves szinttel növekszik, akkor az ismert felmért széntartalékok rendelkezésre állása hozzávetőleg mindössze 100 évre tehető.

A szén kialakulásának és létrejöttének eredetét őskori növénytársulásokból származtatjuk, amely folyamat mocsaras környezetben, néhány tíz/százmillió évvel ezelőtt kezdődött meg. Az 2. táblázat foglalja össze a különböző korú szenek egyes tulajdonságait.

2. táblázat - Az egyes széntípusok tulajdonságai²³

Széntípus	Becsült kor (év)	Becsült széntartalom (%)
Lignitek	60 000 000	65-72
Sovány szenek	100 000 000	72-76
Bitumenes szenek	300 000 000	76-90
Antracitek	350 000 000	90-95

A szén megnevezést, mint gyűjtőfogalmat még az egyes szakirodalmak is széles értelmezési skálában használják. Ennek megfelelően az egyes szénminták elemzésénél és összehasonlításánál egy egységes rendszer alapján – melyet az USA-ban is elterjedt körben használnak és alkalmaznak – egyszerűbb és világos módon láthatjuk az egyes kémiai és anyagbeli összetevők alapján a különböző szenek tulajdonságait.

²³ 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> (letöltés ideje: 2014. 02. 07.)

3. táblázat – A szenek tulajdonságainak megoszlásai, felépítésük összetevőik alapján²⁴

Kor:	Lignitek	Sovány szenek	Bitumenes szenek	Antracitek
C tartalom [%]	65-72	72-76	76-90	90-95
H tartalom [%]	~5			~2
N tartalom [%]		~1	2	
O ₂ tartalom [%]	~30			~1
S tartalom [%]	~0	4		~0
H ₂ O tartalom [%]	70-30	30-10	10-5	~5
Fűtőérték (BTU/Lb)	~7000	~10000	12000-15000	~15000
Fűtőérték (kJ/kg)	~16282	~23260	27912-34890	~34890

A szén kémiai összetételének meghatározásánál célunk, hogy feltérképezzük és definiáljuk az anyagban megtalálható különböző összetevők mennyiségét, és ezzel együtt összetett jellemzést adjunk. Az anyagtudomány szakzsargonjában ezt az eljárást és vizsgálati módot *alapvető szénelemzésnek* hívják. Ezen vizsgálat szerint az elsődlegesen megállapítást nyerő alap, hogy a kőszén fő éghető elemei a hidrogén (H) és a szén (C). Arányaiban és súlyában is döntő többséggel a kémiai szén vegyülete az uralkodó, hiszen az anyag 60-95%-át alkotja. A legtöbb széntípus esetében 90% (vagy kevesebb) szén és általában kb. 5% hidrogéntartalom a jellemző. A világ szeneinek mindössze 2%-a bír magasabb, mint 95% széntartalommal. Majdnem minden szénfajta nitrogén-tartalma kb. 1-2%, az oxigéntartalom pedig pontosan fordítottan arányos a széntartalommal. A szénfajták kéntartalma igencsak változó és eltérő lehet. Mivel a kéntartalom kiemelt jelentőséggel bír a szén égetésével kapcsolatos környezetvédelmi kérdések miatt, így fontos ennek az összetevőnek a jelenlétét részletesebb vizsgálati folyamatnak is alávetni.

Egy másik mérési módszert is alkalmazhatunk a szén anyagi jellemzőinek leírásához, ahol minden tesztelési folyamat szigorúan meghatározott körülmények között történik, így bármilyen laboratóriumi vizsgálat végeztével minden elemzés ugyanolyan eredményt ad, ha később más, laboratóriumi körülmények között tesztelik is ugyanazt az anyagot. Ennél a módszernél az elemzések során mérik az anyag hamutartalmát, szén és nedvességtartalmát, valamint az illékony

²⁴ 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> (letöltés ideje: 2014. 02. 07.)

anyagok jelenlétét a vizsgálandó produktumban. A földtani előfordulások és keletkezések jóvoltából minden széntípus (szinte kivétel nélkül) bizonyos mennyiségű nedvességtartalommal rendelkezik. Nem kívánatos tulajdonsága ez a szeneknek, hiszen a tüzelési folyamatok során több nedvességtartalom több energia befektetést és felhasználást is igényel, ami a nedvességtartalmi tényező csökkentését és egyben a tüzelési folyamatok kedvező irányú lefolyását segíti elő. Emellett a kibányászott széntömeg szállítási és továbbítási viszonyaiban is jelentős szereppel bír a víztartalom, ami magával vonja a transzportálási költségek növekedését vagy igényt fogalmaz meg a tömegcsökkentő technológiák bevonására (pl.: szárítás). Ilyen tömegcsökkentő eljárás lehet a nedvesség csökkentése is, amely alternatív megoldás lehet a későbbi tüzelési folyamatok kedvezőbb kialakulási viszonyainál.

1.1.2 Lignit a Mátrai Erőmű bányavidékén²⁵

A köszén általános jellemzőinek bemutatása után az általam vizsgált terület szénfajtáját, a visontai székhelyű erőmű bányavidékeiről származó lignitet mutatom be. Ezen a folyamatos művelés alatt álló területen – Visonta és Bükkábrány vonzáskörzetében – külfejtéses bányászati technológiát alkalmaznak, és kotrógépek segítségével termelik ki a hasznosítani kívánt lignitet. Kutatásaim szerint az elkövetkezendő években megfelelő mennyiségben található lignit hazánk ezen területén, melyet a 4. táblázatban összegyűjtött adatok is alátámasztanak.

4. táblázat - Lignitvagyon a Mátrai Erőmű vonzáskörzetében²⁶

	Terület	Lignit vagyon [Mt]
Bányanyításra alkalmas lignit előfordulások	Nagyút-Kál	1300
	Füzesabony	1400
	Összesen	2700

A cikkben leírtak alapján „egy 1000 MW teljesítményű villamos erőmű lignit-igénye 50 évre 400 millió tonna. Ez azt jelenti, hogy a hazai lignit vagyonunk igen hosszú távlatban biztosíthatja a villamos energiatermelés tüzelő anyagát.” Érdemes tehát továbbra is a hazai készletmennyiség

²⁵ Zele Balázs: Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése XXIV. évfolyam, 2015/2. szám BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA

²⁶ Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület: HAZAI ÁSVÁNYI NYERSANYAGAINK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI, Budapest, 2013. 11. 20. – Összefoglaló tanulmány

meglétét és rendelkezésre állását szem előtt tartani, amikor napjaink egyik fő célja a hosszú távú és biztonságos energiaellátás.²⁷

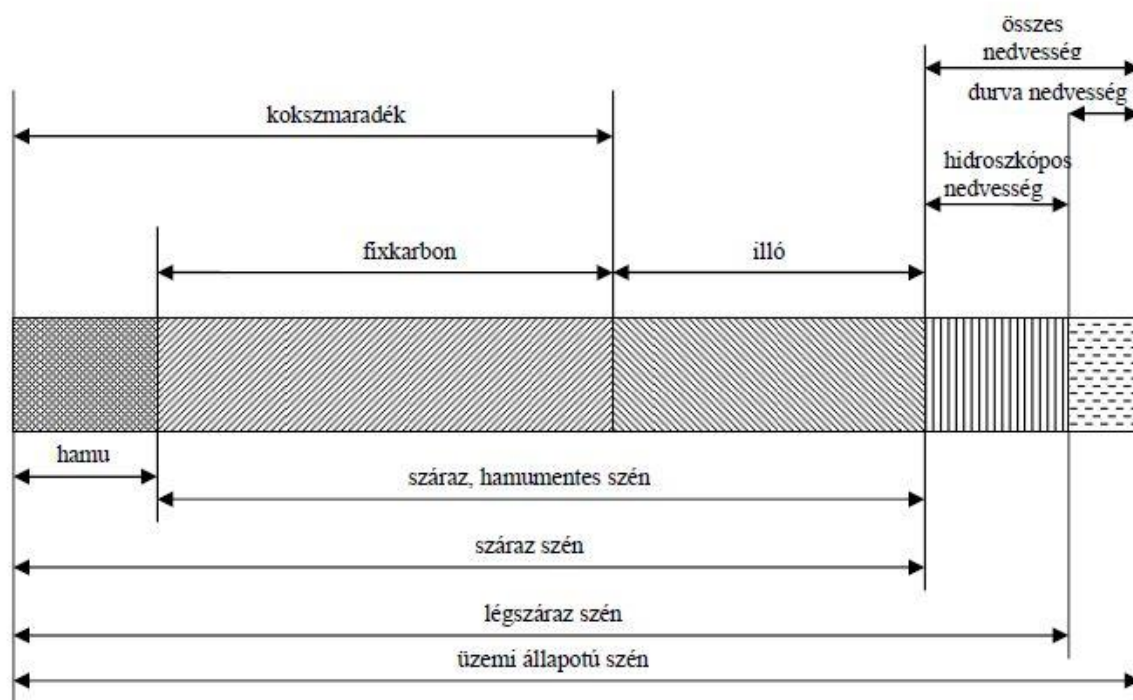
Legfiatalabb korú szénkészletünk, azaz lignitvagyonunk tulajdonságainak elemzését folytatva három fő ismérvet érdemes szem előtt tartani, ami alapvetően határozza meg felhasználhatóságának előre tervezését, legfontosabb sajátossági viszonyait.

Hazánkban a jellemzően előforduló szénkészletek leginkább a puha és fás szerkezetű, magas nedvességtartalommal (42-52%) rendelkező, a Mátra és a Bükk hegység lábánál megtalálható telepeknél rejlenek. Az utolsó meghatározó tényező a lignit magas ballasztartalma miatti alacsony fűtőértéke. Ez a ballaszt szakirodalmi vonatkozások és megállapodások szerint is a nedvesség, valamint a hamutartalom kettős összetevőjéből áll. Fűtőértéke alatt az 5500-7500 KJ/kg-os értéket tekintik elfogadott és számszerűsített adatnak.²⁸

A kőszén fajták típusától és méretétől függetlenül, azonos társulásokat alapul véve vagy akár különböző korú szeneket összehasonlítva is elmondható, hogy feldolgozásuk és hasznosítási, tüzelési vagy akár vegyipari térnyerésük alkalmával is figyelembe kell venni a szénminta összetételére vonatkozó megállapításokat, amit szakirodalmi tényezők és a különféle szakmai követelményekre épülő szabványok is mértékadónak tekintenek a következő ábrán látható módon. (1. ábra)

²⁷ Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület: HAZAI ÁSVÁNYI NYERSANYAGAINK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI, Budapest, 2013. 11. 20. – Összefoglaló tanulmány: 10. old

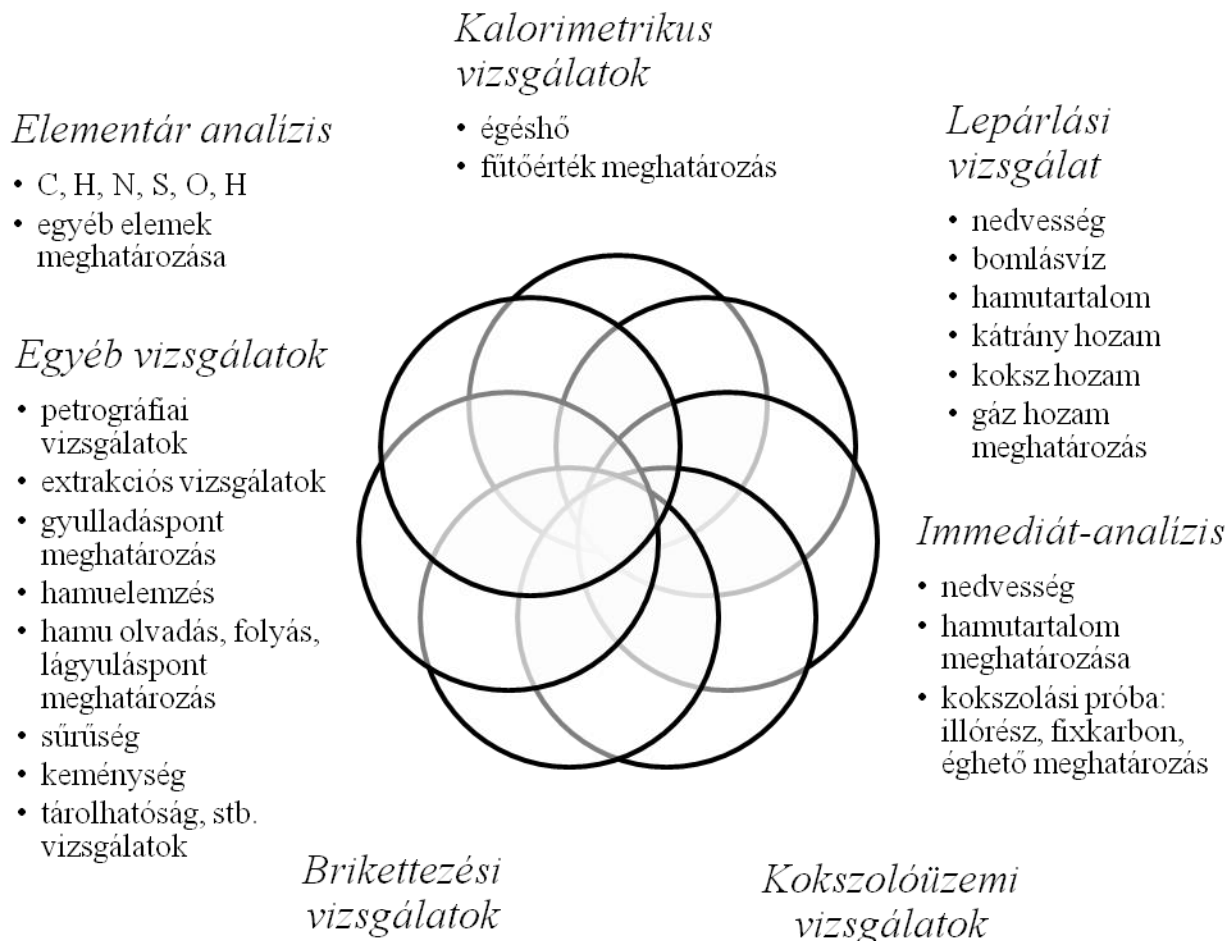
²⁸ Bányászati és Kohászati Lapok – BÁNYÁSZAT 128. évfolyam, 3. szám: VARGA JÓZSEF (Mátraaljai Szénbányák, Gyöngyös): A visontai lignitminták nedvességének kísérleti mérései mikrohullámú berendezésekben: 230. old.



1. ábra - Szénminta összetétel szemléltető ábra²⁹

Az egyes összetevők vizsgálatánál (1. ábra) – az eltérő korú és típusú szenek eltérő mértékben tartalmazzák az egyes összetevők megoszlását. Vizsgálati folyamatoknál, amelyeknek mára már számos példája ismeretes, a különböző rendszerezési lehetőségeik rövid bemutatására térek ki a következőkben. Ezek lehetnek kalorimetrikus vizsgálatok, lepárlási vizsgálatok, immediátanalízis, koksztolúzemű vizsgálatok, brikettezési vizsgálatok, elementár analízis és az egyéb vizsgálati csoportba tartozó elemzések. Az egyes csoportokon belüli összetevők listáját a 2. ábra szerinti megoszlásban mutatom be.

²⁹ Széntípusok RangSORA és Tulajdonságai 2006. 12. 31. (online), url: www.feketeszen.info/dokumentum-letoltese/3-széntípusok.html (letöltés ideje: 2014. 04. 10.)



2. ábra - Szenek vizsgálati beosztását szemléltető ábrája (saját szerkesztés)³⁰

Áttekintve a szene különböző és egyben igen változatos felhasználhatósági tartományát, nem túlzás megállapítani, hogy egy összetett és bonyolult anyagról van szó. A természetben megtalálható állapotát követően az emberi tudáson és kreativitáson múlik, hogy milyen területen és milyen igénynek/igényeknek megfelelően hasznosul. Kutatásaim és vizsgálati szempontjaim erőműves alkalmazásra korlátozódnak, a szén hasznosításával összefüggő további céljaim pedig – a hazai erőműves példán végzett tüzelési folyamatok előkészítéséig (bányászat, szállítás, széntárolás, kazánokba történő beadagolás) – a szén anyagában történő változásainak feltárására. Így az erőművekben eltüzelt kőzet égési részfolyamatai az alábbi, 3. ábra szerinti

³⁰ Széntípusok Rangsora és Tulajdonságai 2006. 12. 31. (online), url: www.feketeszen.info/dokumentum-letoltese/3-széntípusok.html (letöltés ideje: 2014. 04. 10.)

részfolyamatokra bonthatók. A szemléltetett és ábrázolt mód alapján is fontos kiemelni a folyamat időbeni és térbeni egymásra hatásának szerepkörét.³¹



3. ábra - Szenek égési részfolyamatai (saját szerkesztés)³²

1.2 Magyarország energiahelyzete³³

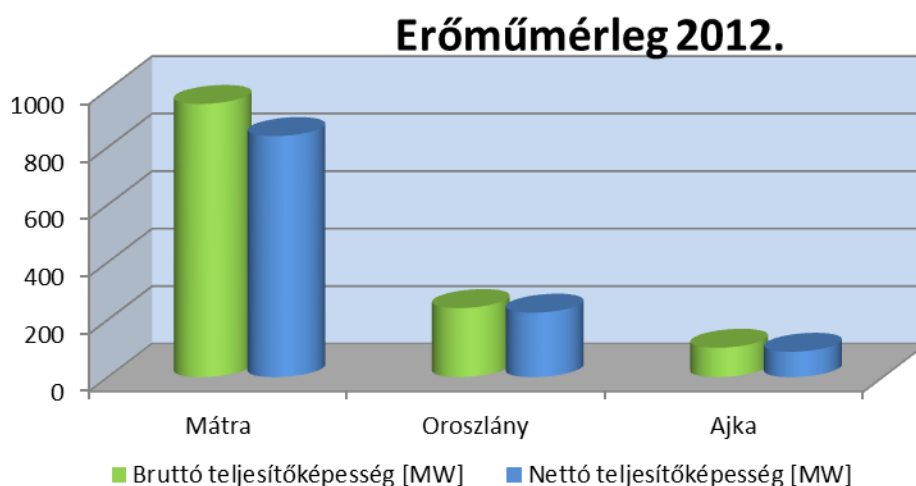
Kutatásom egyik alapvető célja, hogy hazánk egyik legnagyobb energiaellátó és továbbadó (lignit-felhasználásra épült) erőművén keresztül bemutassam és megvizsgáljam a szabályozatlan tüzeseteket kiváltó tényezők egymáshoz való viszonyát és előfordulási arányát szénerőművi területeken. Ezen területeken alapvetően a szénporeloszlás és a technológiai veszélyek mellett leginkább az eddigi tapasztalatok alapján előforduló emberi befolyásoló szerepet vizsgáltam behatóan.

³¹ Széntípusok Rangsora és Tulajdonságai 2006. 12. 31. (online), url: www.feketeszen.info/dokumentum-letoltese/3-szenti-tipusok.html (letöltés ideje: 2014. 04. 10.)

³² Széntípusok Rangsora és Tulajdonságai 2006. 12. 31. (online), url: www.feketeszen.info/dokumentum-letoltese/3-szenti-tipusok.html (letöltés ideje: 2014. 04. 10.)

³³ 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>

A szenes erőművek megítélése, továbbá az alkalmazhatósági technológiák irányába való törekvés is kisebb átalakítási struktúrán ment keresztül az utóbbi időben. Egyre inkább elterjedt megoldás a lignit hasznosítása mellett a biomassza eltüzelése is, ami a szenes technológiai felhasználáshoz való hozzáadást jelenti. A technológia lényege, hogy a megfelelő fűtőértéket megtartva, a biomassza és szén megfelelő mértékben és minőségben homogenizált arányát létrehozva történik a hasznosítás. Ezek alapján a tisztán szenes technológia alkalmazása kisebb túlzással megszűnt, így a hazai beépített teljesítményadatok alapján nem csupán szenes alkalmazás, hanem a vele együttesen alkalmazási teret nyerő biomassza hasznosítási arány is be lett integrálva egy erőmű teljesítőképességének meghatározási értékénél. (3. diagram)



3. diagram - Erőműmérleg 2012. (saját szerkesztés-MAVIR adatok alapján)^{34 35}

Hazánk energiapolitikáját a megújuló energiák hasznosításán túl a hazai készletek (pl. szénkészletek) minél nagyobb részben való felhasználása is meghatározza. Ennek a szemléletmódnak az alapja, hogy hazai készletekből gazdálkodva, szénkészletünk kiaknázását előtérbe helyezve állítsunk elő energiát. Hazánk nyersanyagait tekintve a legnagyobb arányban lignit a Mátra hegyvidék és környékén, továbbá feketekőszén készletünk leginkább a Mecsekben és közvetlen térségében található. Az utóbbi időkben bányabezárások, (pl.: mecseki) majd

³⁴ 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 (letöltés ideje: 2014. 01. 12.)

³⁵ Megjegyzés: Az erőművek bruttó villamosenergia-termelésének (MWh/a) és a névleges, bruttó beépített teljesítőképességének, a BT-nek (MW) a hányadosa jelenti az egész erőműpark teljesítőképesség-kihasználását (h/a). (Dr. Stróbl Alajos: A magyar és az európai villamosenergia-ellátás változásainak elemzése, ellátásbiztonsági és kapacitáselemzési tanulmányok készítése – alapján)

esetleges újbóli megnyitások visszhangjától volt hangos a köztudat. „A bánya-erőmű integrációban működő bányák többsége is bezárásra került (2003-ban Balinka, Budaberke tároló, Sajómercse, Mákvölgy, Feketevölgy, Szuhakálló; 2004-ben a pécsi külfejtések, Mány, Ármin, Lyukóbánya, Lencsehegy). 2005-ben már csak egyedüli mélyművelésüként Márkushegy, valamint Visonta, Bükkábrány és néhány kisebb nógrádi és borsodi külfejtés működik.”³⁶

2012-ben hazánkban döntően szénrel és bio-üzemanyagok felhasználásával együttesen üzemelő létesítmények teljesítőképessége az 3. diagram szerint alakult. Ezen értékek összege alapján közel 1300 MW teljesítőképesség volt a rendszeren belül, ami a 2012 évi forrásoldali teljesítőképesség 13 %-át vetítette előre. Ha a Paksi Atomerőmű 2000 MW-os bruttó teljesítőképesség értékét vesszük alapul, – amely az ország villamosenergia-rendszer termelésének 45,9 %-át mutatta az adott évre vonatkozóan – akkor ezek az értékek az atomenergia felhasználás mellett jelentős mértékűnek tekintendők, még ha ez többnyire a Mátrai Erőmű szerepvállalásának is volt tulajdonítható.

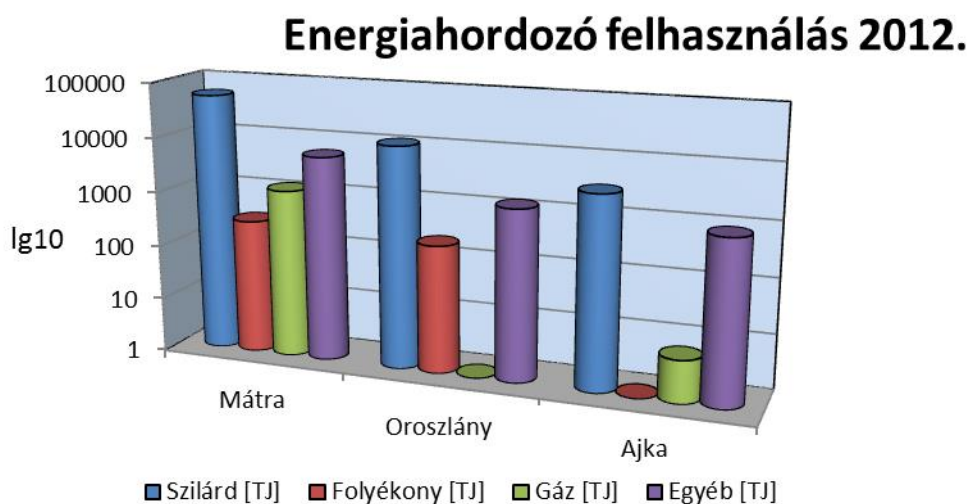
A 4. diagramon az ország ezen, szenes technológiára épült energia-átalakító és hasznosító üzemében az energiahordozó felhasználási megoszlást tüntettem fel, melyből szintén látható a Mátrai Erőmű Zrt. kiemelkedő részesedése. Vizsgálataimat alapvetően a Mátrai Erőműre korlátozódnak, „*mint hazánk egyik legnagyobb villamosenergia előállító egysége, és egyben az ország legnagyobb szenes erőműve.*”³⁷ Az ország jelenlegi helyzetét elemezve egy nagyobb átalakulási folyamat zajlik, ami ezen energia-előállító, alapvetően széntüzelésű erőművi egységek termelését jellemzi. Energiapolitikai szempontokat és EU-s direktívákat elemezve, a megújuló energiaforrások felhasználási arányát növelve kell az elkövetkezőekben az ország energiaellátását biztosítani, melyet hivatalosan az Európai Bizottság közleményében a következők szerint olvashatunk. „*...az EU jó úton halad afelé, hogy elérje célját, azaz hogy 2020-ra energiaszükségletének 20%-át megújuló forrásokból fedezze. Ez a törekvés részét képezi annak az átfogó uniós stratégiának, amely az éghajlatváltozást hivatott megfékezni. Ez mindenképpen jó hír. A szél-, a nap-, a víz-, az árapály-, a geotermikus és a biomassza-energia*

³⁶ Kajáti György: A magyar villamosenergia-ipar poszt szocialista átalakulása, doktori (PhD) értekezés, Debrecen (2008) (online), url: https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/6632/kajati_dolgozat.pdf?sequence=4&isAllowed=y (letöltés ideje: 2014. 01. 04.)

³⁷ Mátrai Erőmű Zrt. hivatalos honlapja (online), url: <http://www.mert.hu/hu> (letöltés ideje: 2014. 01. 25.)

nagyobb arányú felhasználása csökkenteni fogja az Európai Unió energiaimport-függőségét, és ösztönzőleg hat majd az innovációra és a foglalkoztatásra.”³⁸

Az ország 2012-es energiahordozó-felhasználási adatai alapján készített, 4. diagram szerint – melyben továbbra is a fent részletezett szempontokat figyelembe véve – jól érzékelhető hazánkban a Mátrai Erőmű kiemelkedő szerepvállalása, továbbá a szilárd (szén) tüzelőanyag felhasználási aránya mellett a többi energiahordozó (gáz, folyékony, egyéb) hasznosításának megoszlása is, mellyel az EU-s célokat előtérbe helyezve haladunk a biztonságos és környezetet védő célkitűzés irányába.



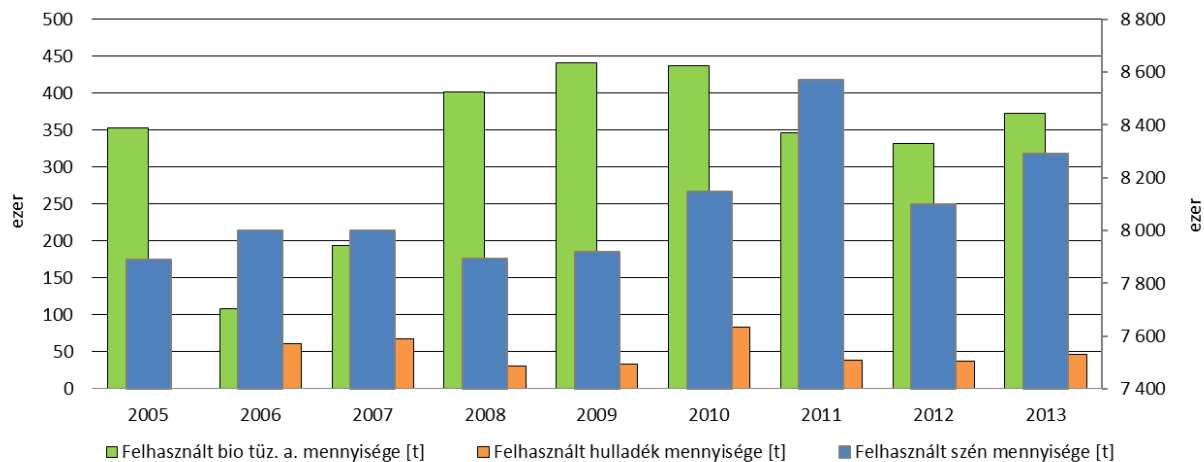
4. diagram - Energiahordozó felhasználás „a mára megmaradt nagyobb energiaelőállító egységekben” 2012. (saját szerkesztés-MAVIR adatok alapján)³⁹

Az elemzés további részében az Mátrai Erőműre fókuszálva, illetve a helyi esettanulmányt értékelve vonom le megállapításaim, és megfelelő következtetésem. Az 5. diagram az elmúlt közel tíz évben a szilárd tüzelőanyagok megoszlásában történt változás kimutatása látható, melyből szintén kiderül, hogy közel egyenesnek tekinthető lignit felhasználás mellett a bio, valamint „hulladék” (egyéb) tüzelőanyagok megjelenése és ezzel együtt természetesen felhasználási aránya is jelentősen megnövekedett.

³⁸ Európai Unió hivatalos honlapja (online), url: http://ec.europa.eu/news/energy/120608_hu.htm (letöltés ideje: 2014. 01. 11.)

³⁹ MAVIR Zrt. hivatalos honlapja: A Magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2013. online (online), url: http://www.mavir.hu/documents/10258/15461/Forr%C3%A1selemz%C3%A9s_2013.pdf/0a51f06c-73e7-4607-b582-00d3b1434837 (letöltés ideje: 2014. 01. 10.)

ME Zrt. által felhasznált szilárd tüzelőanyagok megoszlása



5. diagram - saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Kalorikus Osztály konzultációk, jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február)⁴⁰

Az 5. diagram adatsoraiból is jól látható, hogy a felhasznált bio tüzelőanyag és a felhasznált szén mennyiség jelentős aránya. Nagy feladatot jelent az erőmű életében ezen tüzelőanyagok szállításának biztosítása, illetve az ezekkel kapcsolatos kockázatok kezelése is, elég akár a létrejöheto nem kívánatos tüzesetekre gondolni, vagy a bekövetkezheto károkat említeni.

Nemzetközi forrásokat kutatva, amerikai példák alapján vész helyzeteket és porégést vizsgáló előadási anyagokban a szerzők a vizsgált szén „a szükséges rossz-ként” említik, amivel a tüzelőanyag reakcióba lépő állapotára, vagyis a termikus égés folyamatára, a szabályozatlan szénpor-égés és robbanási jelenségek veszélyes következményeire hívják fel a figyelmet.⁴¹ „Azokon a helyeken, ahol könnyen megtelepedhet a finom szemcsenagyságú szénpor – ilyen helyek lehetnek a szállítási transzportfolyamatoknál (szállítószalagok) és berendezéseknél is – ezen felgyülemlett üzemanyag többletet képezve meggyulladhat. Ezeken túl a szállítás és a kazánokba történő irányított folyamat közben is előfordulhat szénpor kiszóródás és eloszlás az

⁴⁰ Mátrai Erőmű Zrt. Kalorikus Osztály konzultációk, jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február), (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel)

⁴¹ INC – JUSTIN CLIFT, Hazard Control Technologies; COMBUSTIBLE DUST és Daniel Mahr, PE, Energy Associates, PC and Michael A. Schimmelpfenning, PE, Ameren Missouri: Coping with coal Dust

üzemi területen belül, ami a különféle csöveken, tartályok felületein összegyűlhet, megtapadhat.⁴²

Ezekre a jelenségekre és veszélyes folyamatokra szintén felhívja a figyelmet a Coping with coal Dust című közlemény is, amely egy kihívással teli feladatnak nevezi a szén kezelését erőműves területen.⁴³

A szénporréteg vastagsága és a termikus reakció (a meggyulladás folyamata) közötti összefüggést az alábbi módon határozták meg.

$$T_{ex} = \frac{H \cdot A_{tot}}{87.5p \cdot A_{dust}}$$

ahol:

- T_{ex} = szénpor réteg vastagsága, (amely a robbanásveszélyhez hozzájárulhat)
- A_{tot} = a teljes alapterület (20000 ft²⁴⁴ a felső mérési határ)⁴⁵
- H = a terület/épület magassága (ft)
- p = lerakódott por térfogata (lb/ft³)
- A_{dust} = a terület/épület befogadóképességén belül a porlerakódási felületek nagysága (ft²)”

Megfogalmazásra kerül továbbá az emberi szerep, a tűzvédelem fontossága, (karbantartási elmulasztások, dohányzási tilalmak, kötelező megelőző tréningek, stb.) is ebben a leírásban – szintén szénpor okozta tüzeknél, szénpor okozta robbanásos eseteknél. Mivel úgy gondolom, hogy ezek a tényezők nagy hatással lehetnek hazai vonatkozásban is, így a továbbiakban ezek megoszlását, befolyásoló szerepét is vizsgáltam a hazai erőműves példa alapján. Mielőtt azonban ezt megkezdtém, kutatásaim alapján ebben a rendszerben előfordult leggyakoribb tüzesetek létrejöttét kiváltó okokat is vizsgálat alá vettem, így Magyarország legjelentősebb lignittüzelésű erőművében előfordult tüzesetei képezték az alapot további vizsgálataimra. Ebben

⁴² INC – JUSTIN CLIFT, Hazard Control Technologies; COMBUSTIBLE DUST előadás anyaga, (online), url: www.hct-world.com (letöltés ideje: 2014. 01. 04.)

⁴³ 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> (letöltés ideje: 2016. 05. 13.)

⁴⁴ Megjegyzés: USA mértékegységek (Wikipedia): köbyard = 27 ft³ ≈ 0,7646 m³

⁴⁵ INC – JUSTIN CLIFT, Hazard Control Technologies; COMBUSTIBLE DUST előadás anyaga, (online), url: www.hct-world.com (letöltés ideje: 2014. 01. 04.)

segítségemre volt egy namíbiai széntüzelésű erőműre – általánosságban 150-800 MW teljesítőképességre – elvégzett kockázati esettanulmány is. A gépészeti meghibásodások okozta tüzek eseteit alacsony „kockázati tényező/faktor” tartományba sorolja, azonban itt inkább jelentősebb befolyásoltságról lehetne beszélni.⁴⁶ Így feltehetően a tüzelőanyag – jelen esetben szén – minősége, kora és egyéb természeti tulajdonsága alapján további elemzéseket lehetne végezni. (pl.: milyen további tényezők befolyásolhatják vagy befolyásolhatták ezt)

Ebből következően ugyan nem lehetett egy vagy két üzem adatai és tapasztalatai alapján messzemenő és egyértelmű következtetéseket levonni, azonban egy magyarországi vagy akár a világ más területein a jövőben létesülő erőművi beruházás során az egyes tüzelőanyag típusokra vonatkozóan alkalmazási teret nyerhetnek az itt leírtak.

A biztonsági eszközökön és megoldásokon túlmenően az emberi tényező szerepét is vizsgálni kell: milyen szerepet tölthetett be a tüzesetek megakadályozásában, vagy a létrejött esetekben milyen befolyásoló hatással volt.

⁴⁶ Nampower Coal-Fired Power Station, Namibia Environmental, Environmental And Socio-Economic, Risk Assessment Report, Reference Number: 5975; 15 MAY 2012., (letöltés ideje: 2014. 02. 08.)

1.2.1 Lignitkutatások a Mátrai Erőműben⁴⁷

A visontai és bükkábrányi bányaterületeken előforduló ásványvagyon (lignitek) kitermelhető mennyiségére és minőségére a cikkben megjelentek alapján a következők nyertek megállapítást.⁴⁸ A térfogatsúly, fűtőérték, hamutartalom, nedvességtartalom, kéntartalom mind befolyásolják a termelési volumenek alakulását. „E minőségi jellemzők közül a nedvességtartalom meghatározása rendkívül fontos, mert annak állapotától függ a többi minőségi jellemző értéke. A gyakorlatban a legfontosabb jellemző a fűtőérték, ami már 1% nedvességtartalom változás esetén is jelentős módosulással jár. Az idő függvényében lignitminták szabadon történő száradását vizsgálva és elemezve belátható, hogy a különböző száraz hamutartalmú lignitminták esetén viszonylag rövid idő alatt milyen nedvességtartalom csökkenés következik be.”⁴⁹

Az erőmű által elfogadható minőségű lignit fűtőértéke 48 órás szabadban való száradás folyamán mintegy 700 KJ/kg-al nő. Kérdésként merül fel, hogy a „meghatározásra kerülő ásványvagyont melyik nedvességi állapothoz kössük, hiszen a valóságban az *in situ* állapottól az erőművi felhasználásig jelentős száradási folyamaton megy keresztül az ásványi anyag. A folyamat részei a következők: elővíztelenítés, bányászati feltárás, termelés-előkészítés, termelés, szállítás, törés, széntéri tároláshomogenizálással.”⁵⁰

A Bányászati és Kohászati Lapokban is közlésre került, hogy az eddig elvégzett (visontai) szénminta elemzés és vizsgálat a szakirodalommal összhangban volt. A kibányászott szén száradási és szárítási folyamata nagymértékben függ a szén szemcsefrakció méretétől, darabosságától, a szénszemcsék minőségétől, a széndepó (szén lerakat) szabad felületétől továbbá az időjárási körülményektől.⁵¹

⁴⁷ Zele Balázs: Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése XXIV. évfolyam, 2015/2. szám BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA

⁴⁸ Nampower Coal-Fired Power Station, Namibia Environmental, Environmental And Socio-Economic, Risk Assessment Report, Reference Number: 5975; 15 MAY 2012., (letöltés ideje: 2014. 02. 08.)

⁴⁹ Nampower Coal-Fired Power Station, Namibia Environmental, Environmental And Socio-Economic, Risk Assessment Report, Reference Number: 5975; 15 MAY 2012., (letöltés ideje: 2014. 02. 08.)

⁵⁰ Nampower Coal-Fired Power Station, Namibia Environmental, Environmental And Socio-Economic, Risk Assessment Report, Reference Number: 5975; 15 MAY 2012., (letöltés ideje: 2014. 02. 08.)

⁵¹ Bányászati és Kohászati Lapok 2001. szeptember-október, 134. évfolyam 6. szám Ásványvagyon gazdálkodás a visontai és a bükkábrányi bányaterületeken (Kissné Mezei Ágnes és Madai László, Mátrai Erőmű Zrt. Visonta)

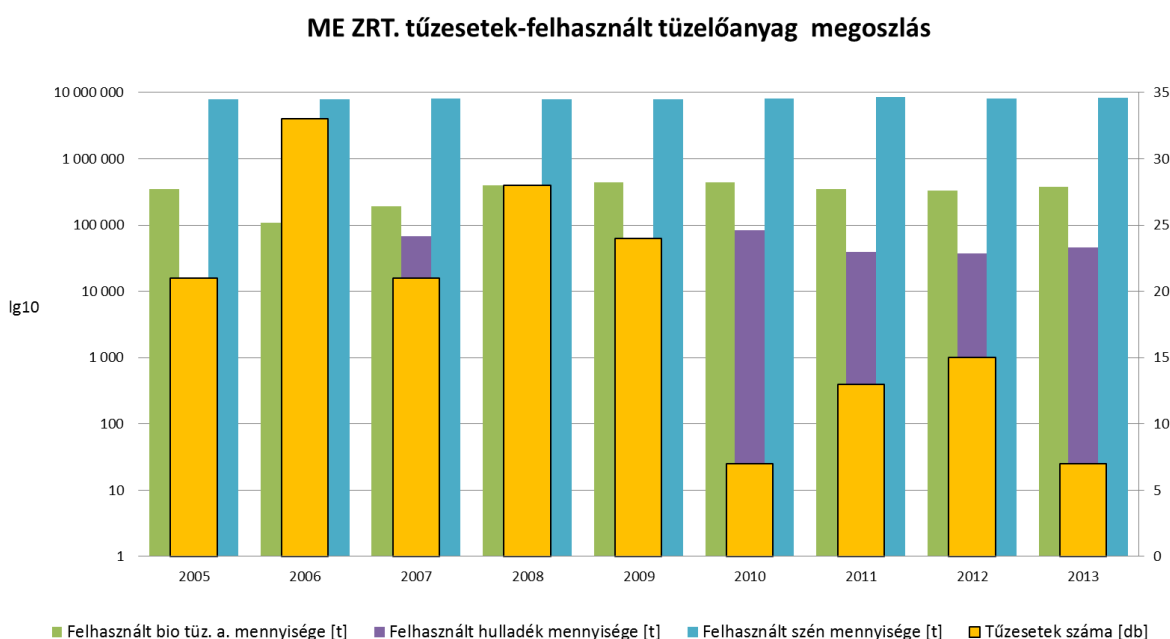
Időjárási sajátosság és tulajdonság lehet a szenek vizsgálatánál a hőmérséklet, szél, páratartalom valamint az esetleges csapadék, amely rendkívül nagy befolyásoló szereppel bír. A korábban folytatott erőműves mintavételezési és elemzési sorozatok alkalmával már megállapították, hogy a kitermelt és tüzelés során hasznosított szén összes nedvességtartalma 46-49% közötti érték tartományba tehető. Ebből egy kisebb hányad az ún. durva, míg nagyobb hányad a higroszkópikus nedvességtartalom. A széntéren tárolt szénből vett mintákon 40%-nál alacsonyabb nedvességtartalmat – a laborral folytatott konzultáció alapján – nem mértek hosszabb állás után sem. Kutatásaimból azonban ez az információ is jelentős eredménnyel bírhat, ugyanis széntárolási megoldások alkalmazásával és a lignit széntéri homogenizálásával, továbbá a szén optimálisnak tekintett tüzeléstechnikai jellemzői alakulásával az idő függvényében elkerülhető mind a túlzott nedvességtartalom, mind pedig az öngyulladás folyamat létrejötte.

A Mátrai Erőmű által végzett korábbi mérésekből és kutatásokból is kiderül, hogy a 2011. évben végzett kísérleti sorozatok alkalmával az erőmű lakossági felhasználása oldalán a szénfeladóról vett mintákból tapasztalati mérések után milyen mértékű tömegvesztés/víz-tartalom-vesztés következett be. A mérési sorozatot három napon keresztül, meghatározott mennyiségű minták esetén folytatták. A jellemzőkről és a környezeti/vizsgálati körülményekről elmondható, hogy kb. 20 °C hőmérsékleten, de naptól esőtől, szélről, védett helyen az egysorosan kitergetett szén az első 24 órában 2,5 %-ot veszített a tömegéből, további 18 óra után az összes tömegvesztés 4,3 % volt a mintaként kivett 33,8 kg tömegű mintán. A szabad levegőn, tehát napnak, szélnek és esőnek kitett mintán az első 24 órában 12,2% volt a tömegcsökkenés, a további 18 után az összes tömegvesztés 16,7% volt a megvett 36 kg tömegű mintán. Az első 24 órában magasabb hőmérséklet és naposabb idő volt, majd utána párásabb, hűvösebb idő következett. A vizsgáló osztály véleménye alapján a depókban (tárolókban) elhelyezett szén esetében ez a nagyfokú tömegvesztés csak a felső rétegre jellemző, alatta a kupac többi része 1-2%-nál többet nem veszít naponta a nedvességtartalmából ill. tömegéből. Példaként hozva, ha van egy 2 m magas, 2 m sugarú kúp formájú depóba rakott lignitünk és feltételezzük, hogy a felület felső 20 cm-e szárad 25-30 °C közötti nappali és 20 °C körüli éjjeli

hőmérsékleten 12 %-ot (csapadék nélkül), a többi része pedig csak 1 %-ot, akkor a kupac kb. 10467 kg-jából 1 nap múlva 10050 kg marad. Ez így 4 %-os átlagos tömegcsökkenést jelent.^{52 53}

1.3 Tűzesetek megoszlása és az emberi tényező befolyásoló szerepe⁵⁴

A következőkben vizsgáltam az emberi tényező szerepét az erőműves tűzeseteknél, mivel kutatásaim alapján ez a balesetek egyik kiváltó oka is lehetett. Az emberi tényező azonban nem csak negatív befolyásoló hatással bírhat, ugyanis fejlesztő vagy megelőző szerepe is lehet a folyamatokban. Jelen esetben pedig célom volt, hogy megvizsgáljam, milyen befolyásoló szereppel bírt szénerőműves tűzeseteknél.



6. diagram – Széntér-kazán transzport vonalon előforduló tűzesetek és azok jellemzői, saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Kalorikus Osztály konzultációk, jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február)⁵⁵

⁵² Konzultációs beszélgetés – Kissné Mezei Ágnes, Mátrai Erőmű Zrt. Visonta, (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel)

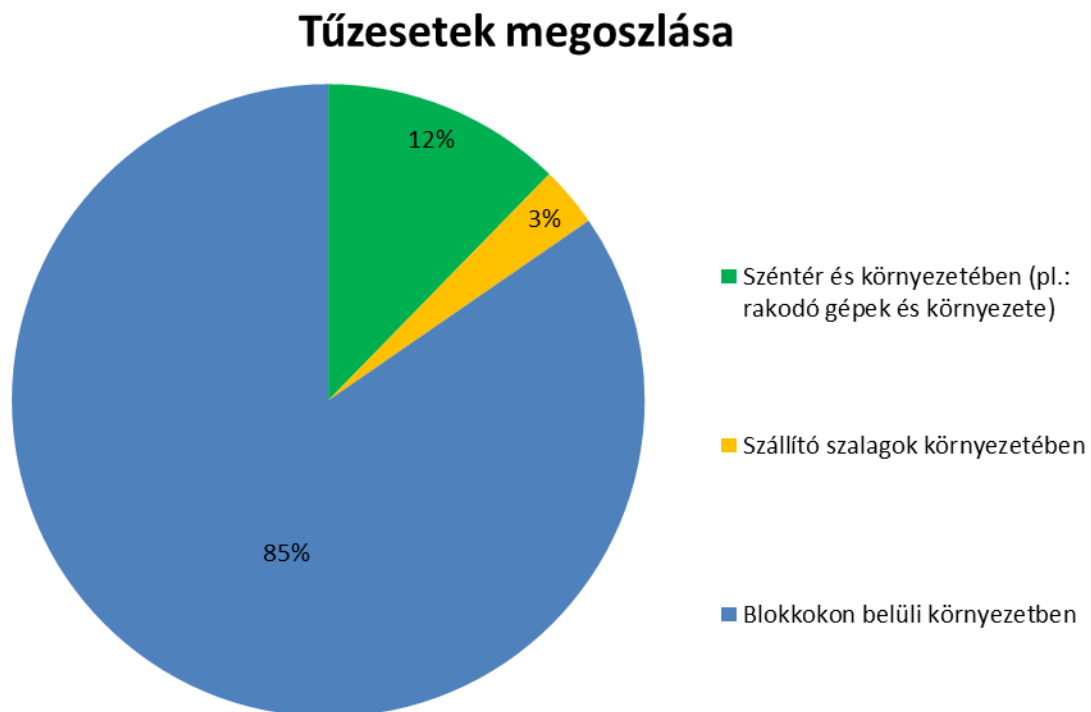
⁵³ MÁTRAJ ERŐMŰ ZRT. által végzett korábbi mérések és kutatások 2011.

⁵⁴ 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>

⁵⁵ Mátrai Erőmű Zrt. Kalorikus Osztály konzultációk, jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február)
Megjegyzés: (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel)

Az erőműves jelentések alapján a vizsgált időszakban keletkezett tüzesetek száma csökkenő tendenciát mutat, vizsgálataim a továbbiakban arra irányulnak, hogy ezen adatok alapján milyen kockázati/befolyásoló tényezőkkel magyarázhatók az egyes esetszámok, mely esetek voltak a leggyakoribbak, illetve van-e összefüggés a mutatószámok megoszlása között.

A rendelkezésemre álló Mátrai erőműves jelentések alapján kijelenthető, hogy az utóbbi 10 évben a leggyakoribb tüzesetek a szénpor kiszóródás okozta, gépészeti meghibásodásokból adódó olaj elfolyás és emberi befolyásoló szerepből adódó esetek voltak. Ezt a megállapítást támasztja alá további elemzésem is, melynek első részében a szénpor szabályozatlan eloszlásból adódó – széntér-kazán transzport vonalon előforduló – tüzesetek jellemző eseteit mutatom be az 7. diagramon.



7. diagram - saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Biztonsági Osztály adatai alapján (2000-2012) ⁵⁶

Az esetek 85%-ánál a blokkokon belüli szénpor kiszóródás okozta vagy szabályozatlan eloszlás keltette tüzesetek voltak. A többi eset főleg a széntér és környezetében valamint a szállítószalagnál és környezetében keletkezett tüzeket jelöli.

Az utóbbi években egyre inkább átalakult és javult az erőmű oktatási és munkavállalók felé irányult elkötelezettsége, (bizonyítja ezt az utóbbi években lecsökkent tüzesetek száma is) tehát

⁵⁶ Mátrai Erőmű Zrt. Biztonsági Osztály adatai alapján saját szerkesztés – 7. diagram (2014. január-február)

bizonyíthatóan az emberi tényező szerepe is befolyásolta – ha közel azonos gépészeti meghibásodási arányt/rátát veszünk figyelembe – a bekövetkezett tüzesetek számát.

5. táblázat - saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Biztonsági Osztály adatai alapján a 2000-2012-es időszakokban bekövetkezett tüzesetek tárgyi megoszlása^{57 58}

Tüzesetek tárgyi okozója (Mátrai Erőmű Zrt.)	Tüzesetek száma (db) (2000-2012)
1. Szénpor szabályozatlan eloszlás okozta tüzek (széntér, blokkon belüli környezetben keletkezett)	130
2. Gépészeti meghibásodás miatti, olaj elfolyás okozta tüzek (jellemzően turbina olaj elfolyás)	66
3. Egyéb emberi tényezők hatása okozta tüzek (pl.: karbantartási hegesztés következtében munka és tűzvédelmi szabályzat elmulasztása – szerelő állványzat meggyulladás)	58
Összesen	254

A tüzesetek az előforduló befolyásoló tényezők alapján legnagyobb arányban szénporeloszlás miatt következnek be, azonban további eseteket képeznek még a gépészeti meghibásodásból – pl.: turbina olaj elfolyás és a környezeti hő következtében keletkezett tüzek – és az emberi befolyásoló tényezőkből adódó esetek is. Ezen esetek figyelmen kívül hagyása és egyéb nem megfelelő magatartási hatások következményeként keletkeztek (pl.: munka- és tűzvédelmi szabályzatok nem megfelelő alkalmazása, ezzel együtt be nem tartása).

Mivel kutatásomban a bekövetkezett erőműves tüzesetek vizsgálatát is célul tűztem ki, így vizsgálom a bekövetkezett tüzesetek számát, és a kiesett termelési kapacitás közötti összefüggést is (6. táblázat).

Az erőmű tűzvizsgálati jelentéseit elemezve az alábbi táblázatban foglaltam össze a különböző esetekben előforduló meghatározó, emberi befolyásoltság szerepét a termelési kapacitás és a kiesési gyakoriság megoszlásával együttesen. Egy általam kiválasztott, több mint 5 éves időintervallumot vizsgálva, a különböző üzemi meghibásodási események sorozata mellett az egyén „hibájából” adódó események bekövetkezését lehet tapasztalni (6. táblázat). A 2005. év

⁵⁷ Mátrai Erőmű Zrt. Biztonsági Osztály adatai alapján saját szerkesztés – 5. táblázat (2014. január-február)

⁵⁸ Szabados Gábor tamás okl. bányamérnök jogi szakokleveles mérnök, A természeti adottságok és az emberi tényezők szerepe a bányászati veszélyekben és az azok elleni védekezésben, Miskolc, 2011. PhD értekezésében leírtak mintáján

utáni időintervallumban az esetek száma csökkenő tendenciát mutatott, míg a 2000-es évek előtti adatokat tekintve a hiányos erőműves feljegyzések és rögzítések miatt ezek nem voltak elemezhetőek.

A nagyobb veszélyt jelentő tüzesetek létrejöttét azonban a tűzvédelmi jelzőrendszerek és a gyors és szakszerű humán erőforrás beavatkozása megfelelően kezelte, tehát időben megakadályozta az üzemzavart és a termelési kiesést (6. táblázat).

6. táblázat - saját szerkesztés: 2000-2005-ig a tüzesetek egyes típusai és ezek megoszlása^{59 60}

Főbb tüzesetek (Mátrai Erőmű Zrt.)	Vizsgált Év	Tüzesetek száma	Erőműves üzemzavar / termelés kiesés (db)	Vizsgálatban megállapított indok(ok)
1. Szénpor szabályozatlan eloszlás okozta (széntér és környezetében keletkezett)	2000	0	-	Felgyülemlett szénpor, öngyulladás létrejött
	2001	3	-	
	2002	0	-	
	2003	0	-	
	2004	2	-	
	2005	4	-	
2. Szénpor kiszóródás okozta (blokkokon belüli, szállító szalagok és környezetében keletkezett)	2000	2	-	Felgyülemlett szénpor, öngyulladás létrejött
	2001	8	-	
	2002	7	-	
	2003	9	1	
	2004	5	-	
	2005	10	-	
3. Gépészeti; villamos meghibásodás miatti (pl.: olaj elfolyás; villamos zárlat okozta tüzek)	2000	14	-	Rendszeres felügyelet (ellenőrzések), karbantartás
	2001	10	-	
	2002	9	4/1	
	2003	2	-	
	2004	5	-	
	2005	4	-	
4. Egyéb emberi tényezők hatása (pl.: karbantartási hegesztés következtében munka és tűzvédelmi szabályzat elmulasztása – szerelő állványzat meggyulladás)	2000	8	1	Emberi magatartási, mulasztási, figyelmetlenségi okok (következmény: egyénre szabott oktatási program fejlesztés, nyílt láng használat szigorított tilalma)
	2001	2	-	
	2002	3	-	
	2003	4	-	
	2004	5	-	
	2005	6	-	

Az erőmű biztonságtechnikailag megfelel a teljesítőképesség általános és gépészeti előírásainak, a tűzbiztonság és a védekezési mechanizmus megfelelő. Azonban az emberi

⁵⁹ Mátrai Erőmű Zrt. Biztonsági Osztály adatai alapján saját szerkesztés (2014. január-február)

⁶⁰ Szabados Gábor tamás okl. bányamérnök jogi szakokleveles mérnök, A természeti adottságok és az emberi tényezők szerepe a bányászati veszélyekben és az azok elleni védekezésben, Miskolc, 2011. PhD értekezésében leírtak mintáján

tényező jelentősen is befolyásolhatja a kialakult állapotok végbemenetelét pozitív és negatív értelemben egyaránt. Így az itt leírtakon túl ez is jelentős befolyásoló hatásnak vehető. Akár az ember által okozott vagy megakadályozott tüzeseteket vesszük alapul.

További felvetés lehet, hogy mennyire függ össze az emberi tényező a biztonsági tűzjelző berendezések együttes működési rendszerének összehangoltságával, működésével.

Az erőműves jelentések alapján az emberi magatartási, mulasztási, figyelmetlenségi okok, amelyek következményeként egyénre szabott oktatási program fejlesztése, nyílt láng használat tilalmára vonatkozó felhívás és szigorítás, vagy az előzetesen megfelelően felkészített tűz és munkavédelmi oktatások voltak azok az emberi tényezők, amelyek a tűz keletkezésének létrejöttét elősegítették, vagy éppen megakadályozták. Ezen kívül jellemző eset a szénpor-kiszóródás okozta veszélyek forrása, melyekre a jövőben is oda kell figyelni. A nemzetközi irodalmak is nagy hangsúlyt szentelnek ennek a kérdésnek, habár az eltérő környezeti és műszaki befolyásoltsági szintet is figyelembe kell vennünk.

Zárásként pedig azt vizsgáltam, melyek azok az emberi faktorok, amelyek a tüzesetek létrejöttékor a leginkább előfordultak. Az ember, mint a működő rendszer egészét alkotó elem, ahogy az adott technológia irányítását és szabályozását kézben tartja, úgy kiváltó okozója/faktora is lehet egy rendszer egyensúlyát megbontó veszély vagy súlyosabb esetben, egy baleset létrejöttének. Ezen megállapítás tudományos hivatkozásban az alábbi megfogalmazásban szerepel: „*az emberi teljesítmény alapvető hatást gyakorolhat a komplex műszaki rendszerek megbízhatósági és biztonsági szintjére.*”⁶¹ A balesetek és azok teljes kockázatbeli relatív fontosságának megértésénél a megbízhatósági- illetve kockázatelemzésekben az emberi kölcsönhatások megfelelő kezelése a legfőbb tényező. Az emberi megbízhatósági vizsgálatok (HRA)⁶² céljai, hogy a kulcsfontosságú emberi kölcsönhatásokat módszeresen beazonosítva elemezzék és így nyomon követhetően építsék be a biztonsági elemzésekbe/vizsgálatokba. Ezen sikerek és kudarcok valószínűségének számszerűsítése mellett olyan kitekintést szükséges nyújtani, amely fejlesztheti az emberi teljesítményt.

⁶¹ 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 Szepe Komplex Rendszerek Kockázatelemzésében Védelmi elektronika (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2007/2/15_kovacsjudit.pdf (letöltés ideje: 2014. 02. 03.)

⁶² Megjegyzés:HRA: Emberi megbízhatósági vizsgálatok

Fontos kiemelni itt is a teljesítmény fejlesztésekor kiemelkedő elemeket. Ilyen lehet

- az ember- gép harmóniájának kiteljesítése,
- a folyamatok és oktatási struktúra fejlesztése,
- a munkakövetelmények és az emberi képességek jobb összehangolása,
- a sikeres helyreállításra vonatkozó tanulmányok széleskörű kiaknázása,
- illetve az egymással korreláló emberi hibák hatásainak csökkentése és javítása.⁶³

Ebben a részben is megfogalmazódik, hogy az emberi teljesítményelemzések rendszerezése és folyamatos tematizálása mekkora jelentőséggel bír, hiszen ezzel hosszútávon kiküszöbölhető a komplex műszaki berendezések biztonságának és üzemképességének indokolatlan emberi tényező általi meghibásodása és veszélyeztetése.

Az emberi tényező szerepét már atomerőművek biztonságos üzemvitele és működése szempontjánál is elemezték, melyben megállapították, hogy *„olyan komplex rendszer, amely technológiai és emberi tényezőkre épül, a biztonság szempontjából is ezt a kettősséget mutatja.”*⁶⁴

Véleményem szerint ebben az összetett rendszerben javítani kell az egyes elemeket, meg kell alkotni az emberi és gépi rendszer kölcsönös összhangját, továbbá szükséges összegezni az oktatási rendszerben ezen elemeket, amelyek az alap tréningeken túl, éves rendszerességű ismétlődő oktatás formájában is beépíthetők egy képzési tervbe.

A fentiekben elkészített elemzésem 2000-2005-évig terjedő időszakában vizsgált esetek számából látható, hogy a szénpor kiszóródások (és egyéb leggyakrabban előfordult esetek) okozta tüzek milyen események következményében oszlottak meg.

Javaslom, hogy az emberi tényezők felülvizsgálata nagyobb hangsúlyt kapjon a jövőben. Az abból fakadó tüzesetek megakadályozása céljából ezeken a területeken különösen érdemes növelni a biztonsági szintet, továbbá csökkenteni az emberi kockázati tényező szerepét amilyen

⁶³ 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 (letöltés ideje: 2014. 02. 03.)

⁶⁴ 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 (letöltés ideje: 2014. 02. 03.)

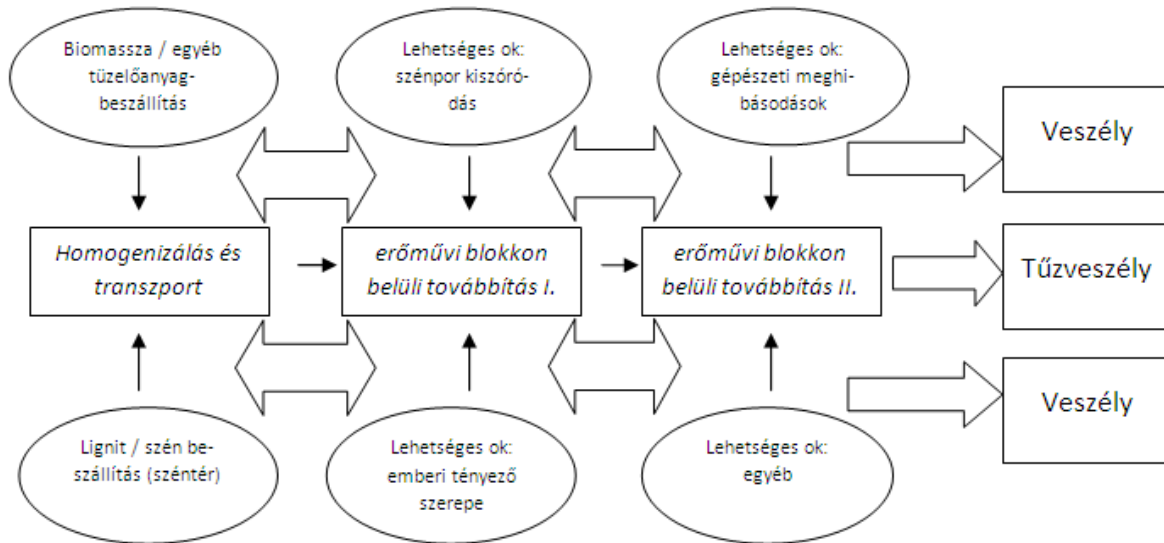
mértékben csak lehet. Ezt alátámasztja az amerikai feljegyzésben összefoglalt szénporrobbanásról szóló gondolatok ismert listája is, azonban a megoszlási arányokat nem írja le, ami helyileg ugyan eltérhet, de az egyes széntípusok alkalmazása esetén azonos lehet.

A 6. táblázat 1. részéből a – szénpor szabályozatlan eloszlás okozta főbb tüzeseteknél, ami a széntér és környezetében keletkezett – leolvasható, hogy a széntértől a kazánokig tartó transzport folyamat során a keletkezett szénporeloszlás okozta tüzesetek száma nagyobb arányban a széntérnél és annak környezetében fordult elő, továbbá a blokkok területén belül villamos rendszerekkel együttesen okozott, vagy okozhatott volna nagyobb veszélyt vagy katasztrófát.

Nemzetközi kockázatelemzési tanulmányok után kutatva megállapítottam, hogy több olyan kimutatás és elemzés létezik, amely az egyes erőműveknél különböző kockázati tényezőket említ és elemez. Azonban olyan kutatás, amely a transzportálási és tüzelési folyamatok között lejajlott eseményeket – szénpor kiporzás, gépészeti meghibásodások, emberi befolyásoló szerep – külön-külön és az ezekből keletkezett tüzeket elemezné, egymáshoz viszonyított arányát és gyakoriságát vizsgálná, nem történt. Az előzőekben bemutatott és elemzett tüzesetek bekövetkezését és ezek csökkentési alternatíváit hivatott bemutatni az általam elkészített lehetséges tűz kialakulási helyek és a hozzájuk tartozó leggyakrabban előforduló/előfordult kiváltó tényezők ábrája is, mely a lehetséges és előfordult események területét mutatja lignit erőművek esetén.⁶⁵

A tüzesetek területi megoszlása, mint az erőművön belüli egységeket tekintve az alábbi ábrán látható.

⁶⁵ 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. (letöltés ideje: 2014. 01. 09.)



4. ábra - saját szerkesztés; Tűz kialakulási helyek és a hozzájuk tartozó lehetséges kiváltó okok tényezői az erőmű nyersanyag szállítási és elosztási folyamatánál

1.4 Részkövetkeztetések

A fejezetben bemutatam és elemeztem a hazai szenes és együttes biomassza felhasználású erőművek teljesítményadatait valamint a hazai energia-előállítási struktúrában elfoglalt helyzetét a mai állapotok és ismeretek szerint. Véleményt formáltam, továbbá számszerű adatokkal alátámasztottam stratégiai helyüket a magyarországi energiaiparban és ezen túlmenően bemutatam a biztonságtechnika és tűzvédelem témakörében történt eseteket, esettanulmányokat. Ezen kívül elemeztem az erőműves gépészeti működés és meghibásodási okokra visszavezethető veszélyeket, tüzek keletkezését, emellett az emberi tényező befolyásoló szerepét is, amely alapján biztonságnövelő alternatív megoldási lehetőségeket vettem fel. Gondolok itt az erőműves szinten is szervezett és rendszeres időközönként alkalmazott oktatási programokra, amelyekkel csökkenthető a veszélyek száma, illetve erőműves területen a teljesítmény fejlesztésére.

Megvizsgáltam az emberi tényező szerepét, és elemző összehasonlítást végeztem a nemzetközi tapasztalatok alapján egy magyarországi erőmű eseteit vizsgálva. Az emberi hibák mellett azonosítottam az emberi gondolkodás, helyzetfelismerés és cselekvőlépesség szerepét is.

A tüzesetek vizsgálata kapcsán el lehet mondani az összetett tényezők és többszörösen egymásra ható rendszerelemek kölcsönhatását, melyből általános érvényben a gépészeti meghibásodási tényezőkön túlmenően az ember befolyásoló és az egész rendszerre nézve kiható

szerepét lehet megállapítani. Ezeken túl véleményem szerint a dominó-elv (egymásra ható befolyásoló szerep) is megjelenik ezen eseteknél, amelyek a jövőben további vizsgálatokat és elemzéseket hivatottak készíteni a témakör kapcsán.

A tüzesetek megoszlását tekintve a széntértől a kazánokig tartó transzport folyamat során a keletkezett szénporeloszlás okozta tüzesetek száma nagyobb arányban a széntéternél és annak környezetében fordult elő. A kiváltó okok között a gyakoriságot tekintve sorrendben a szénpor szabályozatlan eloszlása, a gépészeti meghibásodások és jellemzően az egyéb emberi tényezők játszották a kiváltó szerepet.

A tűzveszélyek megelőzéséhez erőműves szinten akkor lehet leginkább hozzájárulni, ha az általam megalkotott 4. ábrán is látható tűz kialakulási helyek és a hozzájuk tartozó lehetséges kiváltó okokat figyelembe veszik és a tűzvédelmet erre alapozzák.

Összességében megállapítható, hogy ha közel azonos megoszlást mutatnak az esetszámok, és az ember – gép – környezet egymásra jelentős befolyásoló szereppel is bír, az adott tüzelőanyag milyenségén is múlik, hogy milyen mértékű lehet a veszély a szabályozatlan és irányítatlan tüzelési folyamatok lejátszódása közben. A balesetek megelőzésére a fejlesztések jelenthetnek megoldást, így a fokozott biztonsági és tűzvédelmi előírások, strukturált és célzott oktatáspolitikai és erőforrás-gazdálkodás bírhat kulcsszereppel az általános műszaki előírások betartása mellett.

2. Széntárolási megoldások, a szén útja a bányászattól az energiatermelésig

2.1 Széntárolás⁶⁶, széntárolási módszerek^{67 68}

Kutatásaim során megállapítottam, miszerint a szén különböző okok miatt nagy mennyiségben is tárolhatjuk. Energiapolitikai és stratégiai célokat vizsgálva ezen okok lehetnek többek között, hogy a nagyobb mennyiségű szén felhalmozása csökkentheti az energiapiaci folyamatoktól való függést, ezzel együtt az üzemzavart és leállás okozta gazdasági nehézségeket, amelyek a termelés során következhetnek be. A tárolás megvalósítására vonatkozó további okok közé lehet sorolni azt is, amikor enyhébb időjárási és éghajlati viszonyok között kerül sor a kitermelésre, és ezt követően azokon a földrajzi és éghajlati adottságokkal rendelkező területeken épült széntároló létesítmények folytatnak későbbi kereskedelmet, amelyek alacsonyabb hőmérsékleti tartományokkal rendelkeznek a téli időszakban is.

Habár a szénhidrogének ezen fajtájának felhalmozása és tárolása általában nyitott tereken történik, természetesen akadnak zárt terű széntárolási megoldások is. A tárolás időbeli lefolyásától függően csökkenthető a szén nedvességtartalma is, mely a későbbi tüzelési folyamatok végbemenetelét segíti elő, hiszen nem emésztődik fel plusz energia az energiahordozó eltüzelése, hasznosítása során. Ezáltal az ellátásbiztonságot növelő folyamatról is szót kell ejteni, mint olyan biztonsági módszerrel, amely egy széntér mellett létesült erőműnél a folyamatos ellátást hivatott biztosítani.

Hazai vonatkozást tekintve többek között a Mátrai Erőmű alkalmazza, továbbá 2015 előtt az Oroszlányi Erőmű is alkalmazta a széntéren való tárolási módot.⁶⁹

⁶⁶ Mallick, Amiya Ranjan: Practical Boiler Operation Engineering and power plant című könyvben a 7.4. fejezetben leírtak szerint, ISBN: 978-81-203-5139-4

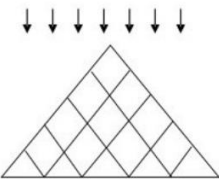
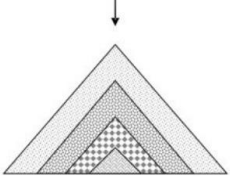
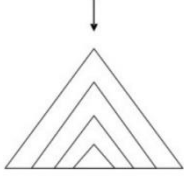
⁶⁷ Zele Balázs: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében, HÍRVILLÁM FOLYÓIRAT, 4. évfolyam 2. Szám, 2013.

⁶⁸ Zele Balázs: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében, HÍRVILLÁM FOLYÓIRAT, 4. évfolyam 2. Szám, 2013.

⁶⁹ Észak-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség Határozat, (online), url: http://www.vert.hu/pdf/eng_ekh_h_302_30_2013.pdf (letöltés ideje: 2015. 04. 20.)

A kitermelt szén leggyakrabban kamionokkal, szállítóvagonokkal kerül elszállításra a bányákban alkalmazott kotrógépektől és a rakodóktól a rendeltetési tárolóegységig. Számos országban különféle tárolási technikákat alkalmaznak erre a célra olyan faktorokat figyelembe véve, mint az éghajlati viszonyok, a tárolók kiterjedése (mérete), építészeti kialakítása és természetesen gépészeti felépítése. Széles körben elterjedt kültéri tároló módszerek számít a Windrow, Chevron és a Cone Shell típusú tárolási rendszer, melyek elvét egy táblázat segítségével foglalok össze. (7. táblázat)⁷⁰

7. táblázat - Windrow, Chevron és a Cone Shell típusú tárolási rendszerek

Rendszer megnevezése	<i>Windrow</i> (Wöhlbier, 1975)	<i>Chevron</i> (Wöhlbier, 1975)	<i>Cone Shell</i> (Wöhlbier, 1975)
Elv	A szénosztályozó homogenizálja a kívánt szénmennyiséget a szemléltető ábra szerint	A szénosztályozó homogenizálja a kívánt szénmennyiséget, méghozzá prizma testekhez hasonló alakban a szemléltető ábra szerint	A szénosztályozó kúp alakban helyezi el a szénmennyiséget a szemléltető ábra szerint
Előny	Kiválóan homogenizált szénmennyiség; és szállítás utáni kedvező tüzelőanyag minőség	A szén lerakási módja szerint az időjárási csapadék (hó, esővíz, stb.) nem növeli a garmada alsó részein elterülő szén nedvességtartalmát	Téli időjárási körülmények között előnyös alkalmazása, időjárási csapadék mennyisége és nedvességnövelő hatása a legkisebb ebben az esetben
Hátrány	Nyílt tárolás miatt az időjárási körülmények következtében „nedves” szén garmadák létrejötte	Nagyobb széndarabok a garmada felső rétegétől könnyebben elválhatnak, ezáltal omlási folyamatot indíthatnak el	-
Szemléltető (keresztmetszeti) ábra⁷¹			

⁷⁰ 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> (letöltés ideje: 2014. 04. 25.)

⁷¹ Megjegyzés: a képek a testek keresztmetszeti ábráját szemléltetik

A Cone Shell típusú tárolási rendszert előszeretettel alkalmazzák nyílt tereken, mivel említést érdemlő hátránya nincs. Egy fedett tároló rendszer kialakításával azonban az 7. táblázatban feltüntetett hátrányok javítását és kiküszöbölését lehetne elérni. Ezáltal az időjárásnak kitett szén nedvességtartalma csökkenthető, így fedett tárolós rendszereknél ezeknek a lerakási technológiáknak is szerepe lenne, amely további (szerkezeti, technológiai) megoldások alkalmazási alternatívát is lehetővé tenné. Emellett az olyan földrajzi területeken, ahol tengeri szállítás útján kerül a széntárolókba a transzportált szén, illetve szeles, esetleg sivatagos területeken működő telepeknél a további időjárásból adódó hátrányokat lehetne megelőzni. Ezáltal biztonságos munkavégzést lehetne elérni, az olyan környezetkárosító hatásokat pedig mint a levegő megnövekedett szénpor tartalma megelőzni.

A tárolás adta pozitív lehetőségek mellett sajnos számolnunk kell a negatív tényezők okozta hatásokkal is. Ahogy az isztambuli egyetem mérnökei is rögzítik, a hosszabb távon szabadon tárolt szénmennyiségeknél az anyag összetételére vonatkozóan különböző kémiai folyamatok beindulása történhet meg (pl. öngyulladás és ebből fakadó tüzesetek).⁷²

Számos olyan ok lehet tehát, amely befolyásolja a lignit spontán öngyulladásának kialakulását. Ezek lehetnek a szén anyagbeli tulajdonságai, a környezeti tényezők, sőt a tárolt szénarmadék mérete, magassága, hőmérséklet és víztartalma is befolyásolhatja.⁷³

Az NFPA (National Fire Protection Association) egy publikációjában azonosította a szén szállításával és tárolásával felmerülő olyan veszélyeket, mint például a szénpor felhalmozódások és ezekből kialakuló porfelhők vagy az ezekből kialakuló szénpor-robbanások. A kutatócsoport olyan alternatívát fogalmaz meg, mely alapján védekezni lehet ezekkel a veszélyforrásokkal szemben. Az 5. ábrán egy kupolás szerkezetű – bár ez formailag, és építészeti szerkezetét tekintve lehetne más kialakítású is – építmény létesítésénél megállapítja, hogy tűzvédelmi és biztonságtechnikai szempontból sem készülhet olyan anyagokból ez az építmény, amely veszélyt jelenthet környezetére. Ezeken túl minimalizálni kell azokat a felületeket az épületen, ahol a

⁷² G. Ökten, O. Kural and E. Alurkaplan (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> (letöltés ideje: 2014. 04.25.)

⁷³ 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> (letöltés ideje: 2014. 06. 14.)

finom szénpor meglepedhet, és ezzel olyan nem kívánatos esetet idézhet elő, amelynek további, akár beláthatatlan következményei is lehetnek pl.: tüzeset vagy porrobbanás.⁷⁴



5. ábra - Kupolás szerkezetű dóm látszati képe, Tajvan⁷⁵

Egy lengyelországi szenes erőművekkel foglalkozó riportban is megtalálhatóak azon veszélyforrások, mint a szénpor felhalmozódások és az ezekből kialakulható robbanásos veszélyek. Különösen igaz ez a szénszállítási útvonalakon kialakuló finom szemcsenagyságú kiszóródott szénpor esetén, ahol a szerzők is felhívják a figyelmet a szükségszerű és szervezett védekezési folyamatra.⁷⁶

„A széntéren tárolt szén mennyiségének különös figyelmet kell tulajdonítani, hiszen nem elég a folyamatos széntartalék biztosítása a további transzportálási és tüzelési folyamatok végbemeneteléhez. A túl nagy mennyiségben tárolt és egymással sűrűlő kölcsönhatásba kerülő széndarabok, valamint az anyag tehetetlensége következtében a különböző méretű darabok között öngyulladás valósulhat meg. Irodalmi vonatkozásban az öngyulladás fogalmán azt a folyamatot értjük, amely külső hőforrás hatása nélkül jön létre. Az anyag a gyulladási hőmérsékletet saját maga hozza létre az anyagban lezajló hőtermelő folyamat eredményeképpen. A folyamat, azaz a felmelegedés történhet vegyi reakció (pl.: szén telítetlensége), vagy biológiai mikroorganizmusok útján. A felmelegedés folyamán az anyag, jelen esetben a lignit elérheti az öngyulladási hőmérsékletet. Ezen okokból kifolyólag a széntéren tárolt lignitet pl. a nyári

⁷⁴ NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (online), url: <http://www.geometrica.com/en/coal-storage-domes> (letöltés ideje: 2013. 08. 30.)

⁷⁵ NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (online), url: <http://www.geometrica.com/en/coal-storage-domes> (letöltés ideje: 2013. 08. 30.)

⁷⁶ 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 (letöltés ideje: 2013. 07.29.)

források idején, kiépített vízpermetező rendszerrel hűtik, hogy ne következhesen be az öngyulladás hőmérséklet elérése és ezzel a tűz folyamatának beindulása.”⁷⁷

„Ezt támasztja alá a szénpor vizsgálatára alkalmazott Glivitzky féle próba is. Ez egy tapasztalati tényezőkre alapozott vizsgálat, amely szerint, ha egy efféle anyag 150°C-on vagy ennél alacsonyabb hőmérsékleten képes meggyulladni a próba során, abban az esetben normál körülmények között öngyulladó anyagról van szó. Azonban ha ez a hőmérsékleti tartomány 180°C, vagy akár ennél nagyobb hőmérsékleten megy végbe, nem kell az öngyulladás folyamatával számolni. Ahogy azt az *Alkalmazott kémia* c. könyv is megfogalmazza, az anyagban fellépő hőfejlődési sebességet csökkentve vagy a frissen kibányászott szenet pl. a Mátrai Erőműben is alkalmazott módon, a széntéren betároljuk és szellőztetjük, azaz „öregítjük”. Fizikai-kémiai háttere alapján ismeretes, hogy a hőfejlődés sebessége tízfokozattal duplájára nő, vagy csökken. Ennek célja, hogy a szén idővel „passzíválódjon”, vagyis a levegőadszorpció folyamat csökkenjen. Másik fontos tényező, hogy az anyagot a lehető legkisebb hőhatásnak kitett módon tartsuk. Gazdasági szempontból, és hőfejlődés-kialakulás céljából is megfelel az erőmű területére a bányákból, a szalagrendszer által beérkező szén betárolása, ugyanis az év nagy részében Magyarország éghajlatának köszönhetően kevés azon hónapok száma, amikor nagyobb mértékű hőmérsékletingadozásnak lenne kitéve a lerakott szén/lignit. A szénre nézve a korábban már bemutatott módon oldják meg az ezen időszak által okozott hőmérsékletnövekedési hatásokat.”⁷⁸

2.2 Munka- és egészségvédelem erőműves tároló- és szállítószalagok környezetében⁷⁹

A munka- és egészségvédelem kérdésköre, ami a biztonságos munkavégzés folytatásához szükséges, fontos szerepet kap mindennapjainkban. A munkahelyi veszélyek és balesetek elkerülése érdekében folyamatos fejlesztésekre van szükség, hiszen a legnagyobb erőfeszítések ellenére is számos eset lehetséges, ami veszélyek sorozatát hordozza magában. A biztonságos munkavégzés növelésének biztosítására folyamatosan vizsgált és fejlesztés alatt álló munkavédelmi ruházat, továbbá kiegészítő eszközök (munkavédelmi szemüveg, hallásvédő stb.)

⁷⁷ Zele Balázs, A tűz kezelés erőművi berkekben, tudományos közlemény, Szolnoki Tudományos Közlemények XVII. Szolnok, 2013.

⁷⁸ Dr. Simon Ákos-Török László E., *Alkalmazott Kémia*. 30/2008.

⁷⁹ Zele Balázs: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében, *HÍRVILLÁM FOLYÓIRAT*, 4. évfolyam 2. Szám, 2013.

állnak rendelkezésre a balesetek és veszélyek elkerülése céljából. Ezen kockázatok folyamatos redukálása érdekében és a további biztonsági hatékonysági mutatók növelésével (pl. zárt széntárolók kialakítása) tovább lehetne növelni a biztonságos munkavédelmi körülményeket általános érvényben, széntárolási valamint szénerőműves szállítózsalagok környezetében egyaránt.

Különböző erőművi szerkezeti felépítéseket tekintve magyarországi viszonylatban, erőművi léptékben is mérhető idősebb építési kivitelezésekről lehet beszélni, így a szükséges üzemidő-meghosszabításokon túl, idővel újabb beruházások lesznek aktuálisak. Ezt a megállapítást támasztja alá többek között *Dr. Stróbl Alajos „Építsetek erőműveket”* címmel megjelent tudományos közleménye is, melyben az aktuális hazai energiapolitikai helyzetet vizsgálva állapítja meg, hogy *„az adott országban szükség van új erőművekre, kicsikre és nagyokra egyaránt. Ebben az országban is elsősorban a következő évtizedben kell sok erőművet építeni, mint Európában, vagy Németországban.”*⁸⁰ A leállítások sebességétől, a gazdasági, környezetvédelmi és jogi kényszerektől teszi ezeket függővé, melyből egyértelműen nem lehet kijelenteni, hogy szenes erőművek működésére ne lenne szükség hazánkban.⁸¹ Gondolatait követve, *„nincs más hátra, mint az erőműépítés: kezdetben a sok kicsi, majd a leállások megindulásával gázturbinás nagyok, a következő évtizedben pedig ismét jöhetnek a menetrendtartó szénerőművek.”*⁸²

Számos olyan terület van a szenes technológiára épült – így napjainkban már előregedőnek tekinthető – szenes erőműben/erőművekben, akár a blokkokon belüli állapotokat vesszük figyelembe, akár az üzemi területet, ahol technológiai szempontból és álláspontom szerint sem állunk megoldhatatlan jelenséggel szemben. Abban az esetben például, ha a bánya vonzaskörzetében helyezkedik el az erőmű, előfordulhat, hogy a szén és szénpor a szénterről szállítózsalag-rendszeren jut el a kazánokig. Ezek a rendszerek technológiailag fedett és leburkolt berendezések, amelyek többek között megakadályozzák a szénpor irányítatlan és nem kívánatos eloszlását az üzem területein belül. Azonban ha mégis megtörténik ez a szabályozatlan eloszlás (pl. tüzeset a szállító rendszerben), azt természetesen mihamarabb orvosolni kell. A mai körülmények szerint egyes erőművek a szállítás utáni tárolási fázisnál többnyire humánerőforrás

⁸⁰ Dr. Stróbl Alajos: *Építsetek erőműveket!*, tudományos közlemény, MAGYAR ENERGETIKA, (2003/6)

⁸¹ Dr. Stróbl Alajos: *Építsetek erőműveket!*, tudományos közlemény, MAGYAR ENERGETIKA, (2003/6)

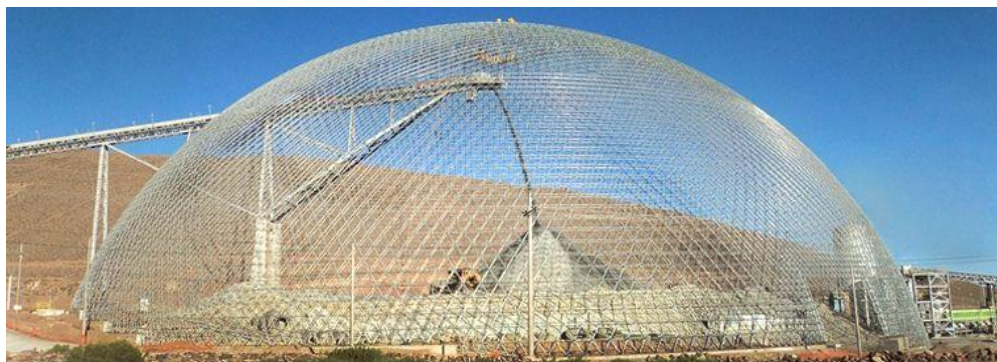
⁸² Dr. Stróbl Alajos: *Építsetek erőműveket!*, tudományos közlemény, MAGYAR ENERGETIKA, (2003/6)

bevonásával próbálják meg minél nagyobb mértékben lecsökkenteni a lignitpor technológiailag szabályozatlan helyre való eljutását, amely akár rendszerbeli hibaként is tekinthető. A széntároló terület lefedésének megvalósításával tehát további kényes kérdések kerülhetnek megválaszolásra, egyúttal emberi tényezők (hibák), ezzel együttesen pedig rendszerbeli hibaforrások is kivonhatóak a folyamatból.

A kialakításnak biztosítani kell egy olyan területet, ahol egy portalanító rendszer beépítésével összegyűjtött por mennyiségét tárolni lehet és később ezt további hasznosításra fel lehet használni. Ezen kívül egy másik területhez is kapcsolódhat ez a portalanító és összegyűjtő rendszer tervezete, ugyanis az erőművek más területeinél felgyülemlett pormennyiséget is hasonló módon kellene összegyűjteni és tárolni. Meg kell szüntetni azokat a réseket és olyan kialakítású területeket, ahol a finom porszemcse megragadhat és összegyűlhet. Ezeken túlmenően biztosítani kell olyan szellőző rendszer kiépítését a kupolán belül, amely meggátolja a porrobbanás és egyéb tüzesetek kialakulását.

A szerkezeti kialakításokon túl, a korábbiakban tárgyaltak szerint az emberre nézve mérgező anyagnak tekinthető, szálló szénpor-koncentráció mértékéről és eloszlásáról egy új, tudományos mérési sorozatából még alaposabb és pontosabb eredményt lehetne felmutatni, mint ezen anyagok fizikai elven működő kimutatására alkalmazható berendezések bevonásával, melyet ajánlok figyelembe venni.

A következő ábrán egy korábban már megépített konstrukció bemutatásával szemléltetem a megvalósított létesítményeket.

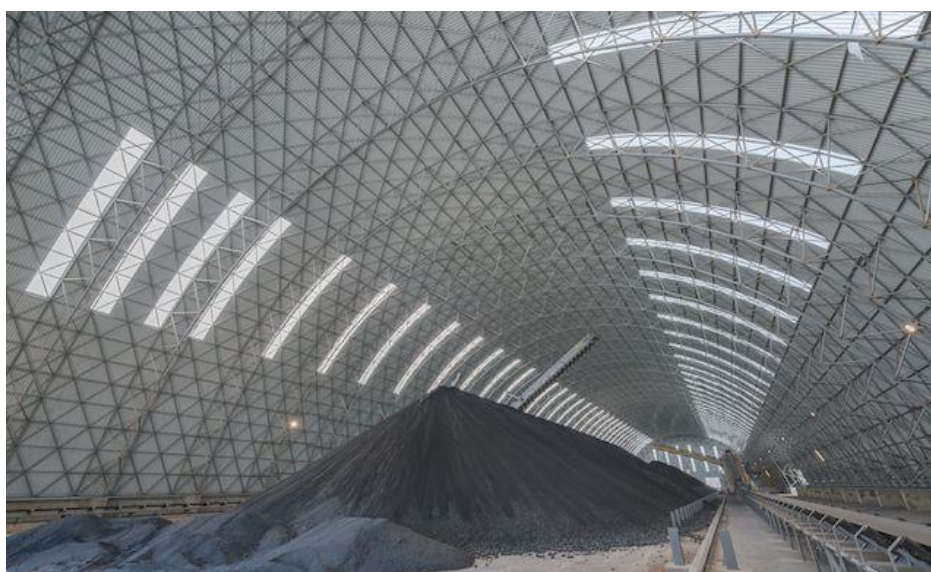


6. ábra - Széntároló csarnok⁸³

⁸³ GEOMETRICA hivatalos honlapja (online), url: <http://geometrica.com/bulk-storage> (letöltés ideje: 2013. 12. 29.)



7. ábra - Széntároló csarnok (Florida)⁸⁴



8. ábra - Széntároló csarnok (Tunézia)⁸⁵

2.3 A logisztikáról általában

A logisztika mint fogalom és vállalati egység napjainkra mind a gazdaságtudományban, mind a mindennapos vállalati gyakorlatban polgárjogot nyert egység, bár fontos, hogy a fogalmat a különböző alkalmazási területeken egymástól eltérő jelentésben szokás használni.

A logisztika mindenesetre nem csak egy, a hétköznapi szókincsbe beépült pont, hanem tudományos alapokon nyugvó szakkifejezés is, amelyhez sajátos tudományos megközelítés vezet. „A logisztika a teljesség elvén alapul, melynek célja, hogy a vizsgálat tárgyát nem

⁸⁴ GEOMETRICA hivatalos honlapja (online), url: <http://geometrica.com/bulk-storage> (letöltés ideje: 2013. 12. 29.)

⁸⁵ GEOMETRICA hivatalos honlapja (online), url: <http://geometrica.com/bulk-storage> (letöltés ideje: 2013. 12. 29.)

elkülönített részletei szerint, hanem - a más tudományterületeknél megszokottól talán fokozottabban – komplex módon, „kerek egészként” kell kezelni. Emiatt is nehéz pl. a Magyar Tudományos Akadémia rendszerében a tudományos osztályba sorolás, hiszen a logisztika tárgykörébe eső (a) műszaki, (b) informatikai, (c) gazdasági-szervezési stb. területeket integráltan kell művelni, emiatt ez a felfogás interdiszciplináris rugalmasságot, sokoldalúságot követel a szakterületen tevékenykedőktől. Még ma is hallható olyan érvelés a logisztika ellen, hogy az csupán megismétli azokat a dolgokat és jelenségeket, amelyeket például az említett három tudományág külön-külön már eddig is vizsgált.”⁸⁶

A logisztika fogalmának konkretizálásakor a vélemények és az összegzések gazdasági és műszaki szakemberek szempontjából eltérőek lehetnek. A tapasztalat azt mutatja, hogy a közgazdászok komolyabb jelentőséget tulajdonítanak a mikrogazdaságok között folyó üzleti folyamatoknak, a marketingnek és az üzleti kultúrának. Ballou (1987) szavaival élve: „*A logisztika feladata az anyag beszerzéstől a végső fogyasztásig terjedő anyagáramlásban előforduló valamennyi szállítási, rakodási, tárolási tevékenység megszervezése és ellenőrzése azzal a céllal, hogy az anyagi eszközök a legkisebb ráfordítással jussanak el rendeltetési helyükre.*” Emellett a műszaki ismeretekkel is felruházott mérnökség nagyobb figyelmet szentel az üzem belüli és kívüli anyagáramlás megszervezésének, irányításának, ellenőrzésének is. A német közgazdasági iskola egyik jeles képviselője, Jünemann (1989) így fogalmazott: „*A logisztika anyagok, személyek, energiák és információk rendszereken belüli áramlásának szervezésével, irányításával és ellenőrzésével foglalkozó tudomány.*”⁸⁷

2.3.1 A szén útja a bányától a kazánokig⁸⁸

Az erőmű két bányájából külszíni fejtéssel bányászott hazai lignitkészlet a visontai bányákból szállítószalag rendszeren keresztül érkezik a törősorra, majd az erőművi kazánokba. Ez az 1. sz. mellékletben található ábrán, az Sz-18 szalag rendszeren látható. Bükkábrányban a törőmű után a tört lignit a vasúti feladást biztosító széntérre kerül, ahonnan a szén beszállítása az erőműbe 55–60 tonnás vasúti kocsikkal történik. A lignit fogadása vagonbuktatókon keresztül valósul

⁸⁶ Hajós-Pakurár-Berde: Szervezés és Logisztika; Kiadó: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar Debrecen, 2007. http://miau.gau.hu/avir/intranet/debrecen_hallgatoi/tananyagok/jegyzet/28-Szervezes_es_logisztika.pdf

⁸⁷ Dr. Benkő János: Logisztika I. – Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, 2009

⁸⁸ Zele Balázs: Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 2015, 6. BBK KONFERENCIA

meg, a buktatótól és Visonta bányából szállítoszalagon történik a szén átadása – 40-60%-os mennyiségi aránytartással – az erőművi szénterre, illetve közvetlenül az erőművi blokkokra.

A széntéri szalagok feladata, hogy az erőműbe érkező szilárd tüzelőanyagot fogadja, azt az erőmű szénterén letárolja és szükség szerint feladja a kereszt- és blokki ferdeszalagokon keresztül a kazánok szénhombárjaiba. A széntéri fogadószalagokra (SZT1, SZT2, SZT4) a szén a 21/A és 21/B szalagokon valamint a vagonbuktató szalagrendszerén keresztül érkezik.

Az SZT1 jelű szalagra a 21/A átvételi szalagról, az SZT2 jelű szalagra a 21/B szalagról érkezik a szén. Az SZT3 jelű szalag csak feladószalagként funkcionál, arra a "B" szénterről lehet szén feladni. Emellett az SZT4 jelű széntéri szalag szintén csak fogadószalagként funkcionál, erre pedig a bányától, a 21/B szalagon érkezik szén valamint a vagonbuktató kihordó szalagrendszeréről, amit az "A" szénterre tárolnak le.

Az SZT1, SZT2, SZT3 szalagok mindegyikéről a szén feladható a felhordó szalagok (ferdeszalagok) bármelyikére a szénútvonal megfelelő beállításával, amit a szénvezénylő kezelő személyzete állít be manuálisan.

A széntéri szalagok vaskiválasztó berendezéssel vannak ellátva, mely szalagok a szénáramba esetlegesen belekerülő mágnesezhető tulajdonsággal rendelkező idegen anyagok kiválasztására szolgálnak, rendeltetésükből adódóan az SZT1-SZT2-SZT3 szalagokhoz rendeltlen folyamatos üzeműek. A vaskiválasztó szalagok indítása az SZT1-SZT2-SZT3 szalagok indítását megelőzően történik és leállításuk csak a szénszállító szalagok tartós (több órás) leállításakor, illetve a konténercsere alkalmával szükséges.

A biztonságos üzemeltetés érdekében a széntéri szalagok kivételével minden szalagon tűzálló heveder van rendszeresítve. A szénfeladási területen automatikus tűzjelző berendezések biztosítják a tűz és egyéb meghibásodási lehetőségek, károk bekövetkezését.⁸⁹

Publikációs tevékenységem során is közöltek szerint „az erőmű a szén szállítására kiépített rendszernél a több éves tapasztalatok alapján a tűzveszélyes tevékenység végzésének biztosításához tűzoltó szakszemélyzet készenléti kötelezettségét írja elő. A biztonsági rendszer kiépítettségét jól jellemzi, hogy automata tűzjelző rendszer és ún. nyitott-szórófejes oltórendszer

⁸⁹ Nyúzó Zoltánnal (főenergetikus, Mátrai Erőmű Zrt.) való konzultációs beszélgetések alapján; 2014. 10. 10-18. Megjegyzés: konzultációs beszélgetés: heti rendszerességgel beállított meeting, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel

van kiépítve ezeken a területeken. Egy esetleges tüzesetnél azonban a többlépcsős tűzvédelmi rendszer – tűzoltóság, riasztó berendezések, vízrendszer, személyzet felkészültsége – kiépítettsége ellenére is bekövetkezhet a katasztrófa, mint ahogy az a 2009-es tüzesetknél⁹⁰ is jelentkezett. A tűz bekövetkezéne, és lefolyásának azonban az aktuális időpillanatban fellépő anyagi kár mellett a jövőbeni károknál is befolyása van. Ilyen lehet, amikor egy szállítószalagrendszer tűz általi meghibásodásánál a szén ellátása illetve transzportálása nem biztosított. A rendszer hiányossága miatt (pl.: szalag hiánya) az aktuális blokk üzemképtelenné válik, azaz kiesik a termelésből. A karbantartói személyzet, illetve az erőmű ebben az esetben, ha rendelkezésre áll javításon vagy nagyjavításon lévő blokk, biztosítani tudja a folyamatos termelést illetve a termelés kiesés megakadályozását, esetleg mérsékelni képes a termelés kiesést.”⁹¹

2.3.2 Rakodási és szállítási periódusok⁹²

A lignit betárolása a széntéren történik, melynek a technológiai rendszeren túl a jogi szabályozási rendszer és a törvényi előírások szabnak határt. Érdekes az egész témakörhöz az ellátási lánc menedzsment szemszögéből vizsgálódva közelíteni. „Az *ellátási lánc menedzsment (Supply Chain Management – SCM) a logisztika alapjain felépült új irányzat a modern logisztikában. Az ellátási lánc folyamata a nyersanyag-kitermeléstől a késztermékek végfelhasználókhöz történő kiszállításáig tart, illetve magába foglalja a termékhez kapcsolódó különböző szolgáltatásokat (szervizszolgáltatások, hulladékkezelés, újrahasznosítás).*⁹³ Az ellátási láncot vizsgálva tehát a szén elégetése után keletkező villamosenergiát kell tekinteni a folyamat végpontjának, mely az ún. *RST folyamat* rendszerét foglalja magában. Ez a raktározás, szállítás és tárolási folyamatok összességét jelenti és jellemzőiket alapvetően az út és idő dimenziók, összetevők alkotják. A folyamatokat tekintve a szállítás és tárolási szakasz jelentősebb, nagyobb időintervallumban ábrázolható, míg a rakodás csekély ideig tartó folyamatnak tekinthető. Az elmozdulást, utat tekintve a szállításnál tehető hosszabb időre a

⁹⁰ 2009-ben az erőmű szénszállító rendszerében két komoly anyagi kárral járó tüzeset történt. Az 5 db erőművi blokk közül az I. blokkban és a IV. számú blokkban volt személyi sérüléssel nem járó, de anyagi kár szempontjából jelentős tüzeset. A tűz kárainak felszámolása, a tűzbiztonságot növelő intézkedések megvalósítása és a hasonló esetek megelőzése érdekében több döntés is született: oktatási és számonkérési tevékenység történt, amely ismereteket később sikeresen is alkalmaztak és alkalmazznak napjainkig is.

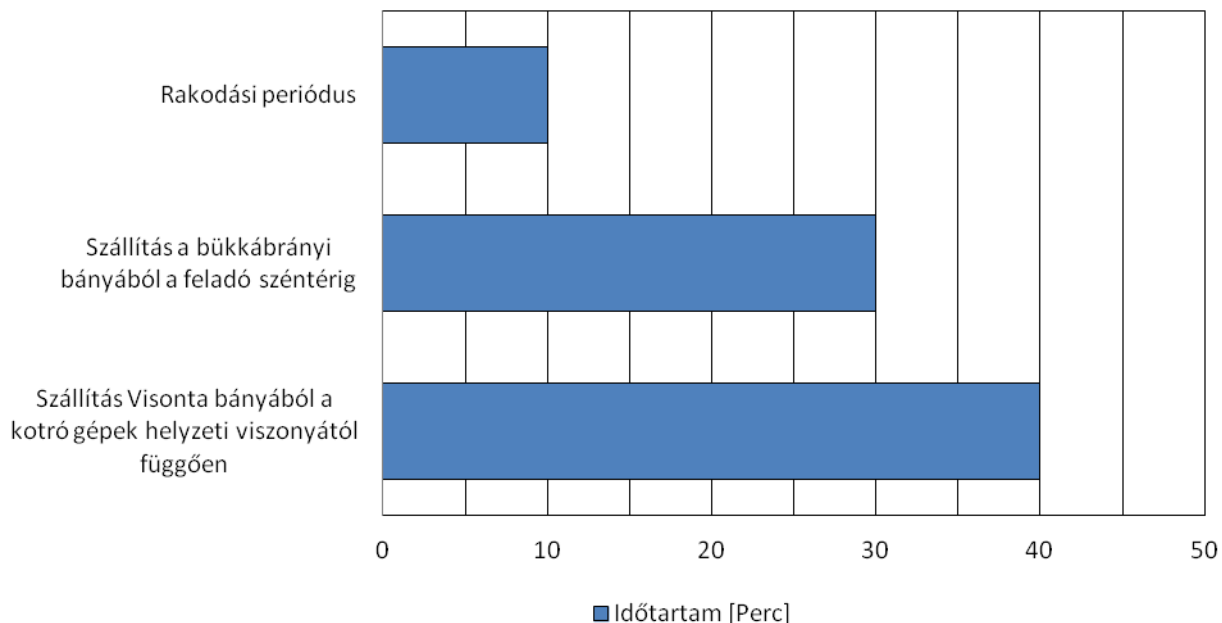
⁹¹ Zele Balázs: A tűz kezelése erőművi berkekben, Szolnoki tudományos Közlemények XVII. Szolnok, 2013.

⁹² Zele Balázs: Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 2015, 6. BBK KONFERENCIA

⁹³ Dr. Szegedi Zoltán: Ellátási lánc-menedzsment, Kossuth Kiadó Zrt., 2012

végbemenetel, a másik két tényezőnél kisebb mértékű a megvalósulási periódus.⁹⁴ Ezt a folyamatot ábrázolja a 8. diagram is, melyben szemléltettem a külszíni fejtés során felszínre kerülő lignit bányákból történő rakodása és szállítási útján eltelt időtartamot a végbemenő és már korábban elemzett szakaszok függvényében.

Szállítási és rakodási idő összehasonlítása



8. diagram - Szállítási és rakodási idő összehasonlítása az RST folyamatok szerint (saját szerkesztés)

A technológiai rendszeren túlmenően fontos a jogszabályi korlátozás is, melyet meghatároz a 44/2002. (XII. 28.) GKM rendeletben foglaltak rendszere is, mely az 50 MW és annál nagyobb teljesítményű erőművek energiahordozó-készletének legkisebb mértékéről és a készletezés rendjéről szól. Kimondja, hogy amennyiben különböző technológiai alapon termel és állít elő villamosenergiát az erőmű, akkor a létesítmény által felhasznált és további energiatermeléshez szükséges biztonsági energiahordozó-készlet tartása kötelező, ami az éves tervezet alapján számított napi átlagos tüzelőhő felhasználása szerint kerül kiszámításra.

A jogszabály rögzíti továbbá azt is, hogy a hagyományos szilárd tüzelőanyag/energiahordozó alapján – ez a magyarországi vonatkozásban szén vagy lignit – működő erőműveknél nyolcnapi

⁹⁴ Miskolci Egyetem oktatási tananyagok, Termelési és szolgáltatási logisztika előadás (online), (online), url: http://web.alt.uni-miskolc.hu/anyagok/TermSzolgLog/2_eloadas.pdf (letöltés ideje: 2014. 10. 26.)

átlagos villamosenergia- és kapcsolt hőtermeléshez szükséges energiahordozót jelent, amellyel tehát nem kerül veszélybe az üzemanyag-rendszer logisztikai folyamata, illetve az ellátásbiztonsági struktúra sem.

Az energiahordozó-készletek mértékéről a villamosenergia-termelő egység – amely pont alá nem tartozik az atomerőmű – negyedévenként, a negyedévet követő 15 napon belül köteles jelentést küldeni a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal részére.⁹⁵

2.4 *Intelligens logisztikai rendszerek*⁹⁶

„Kölcsönös és egymásra ható rendszerelemek képezhetnek egy egységes, önálló és erős kohézióval bíró struktúrát, melyek stratégiaileg együttműködve egy interaktív teret képesek létrehozni.” Ezt a leírást Dr. Estók Sándor megfogalmazásában olvashatjuk, melyet jelen esetben az energetikai iparág erőműves területén értelmezhetünk úgy, hogy szükség van folyamatos innovációs fejlesztésekre, az információs rendszerekre és azok interaktív együttműködésére, alkalmazására.

Ezen feltételrendszerek együttes alkalmazása alkot egy összefüggő rendszert, stratégiai együttműködés esetén interaktív teret képesek létrehozni, amit a jövő egyik még nem teljes körű mértékben kiaknázott energiaforrásával kíván meg összhangba hozni. *„A megújuló energiák az intelligens logisztikai rendszerek hálózatközpontú logisztikai hálózatok, ellátási láncok, logisztikai támogató és szolgáltató központok.”*⁹⁷ Ezen felül rögzíti, hogy az intelligens logisztika összhangban állhat a villamosenergia-termeléssel, melynek megvalósulását a fogyasztói igények határozzák meg. Meglátásom szerint ez a nézet, illetve együttes működés a hagyományos szénhidrogén alapú energiatermelés rendszerénél is alkalmazható: hiszen akár lignit, akár biomassza illetve más megújuló energiahordozók vagy ezek közös energiaátalakítási folyamatai kialakíthatóak – ahogy ezt a Mátrai Erőmű is alkalmazza az együttes tüzelési folyamatában. Ezzel a stratégiával az erőművek a környezetvédelem jegyében folyamatosan törekszenek az innovációra, technológiai viszonylatban pedig rendszerszinten képesek hatékony

⁹⁵ 44/2002. (XII. 28.) GKM rendelet az 50 MW és annál nagyobb teljesítményű erőművek energiahordozó-készletének legkisebb mértékéről és a készletezés rendjéről (online), url: http://www.panenerg.hu/webimages/files/44_2002_XII_28_GKM_rend.pdf (letöltés ideje: 2014. 10. 26.)

⁹⁶ Zele Balázs: Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 2015, 6. BBK KONFERENCIA

⁹⁷ Estók Sándor: Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2009/3/02_estok.pdf (letöltés ideje: 2014.11.19.)

és környezetbarát módon energiát biztosítani a fogyasztói társadalom számára, a kor paradigmájának megfelelő infokommunikációs rendszereket és eszközöket alkalmazva.

2.5 Részkövetkeztetések

Ki kell tehát dolgozni egy olyan alternatív megoldást, mely minden pontra (széntárolás, szénszállítás, intelligens logisztikai rendszerek) megoldást kínál és további veszélyek, többek között a nem kielégített energiaszükségletek bekövetkezését is kizárja.

Az NFPA cikkben összefoglalt javaslatok alapján célszerű kerülni a szén vízi permetezési eljárását, leginkább tűzvédelmi szempontokra hivatkozva. Bár, ahogy más erőműveknél is gyakori, úgy a magyarországi lignittüzelésű Mátrai Erőműben is alkalmazzák ezt az eljárási módot. Alapja, hogy a szén öngyulladás jelenségének kialakulását megfékezzék. Emellett fontos az is, hogy a szénterről az erőmű területén lévő közútra kerüljön a finom szemcsenagyságú lignitpor, mely aztán később az időjárási vagy egyéb környezeti hatásra akár az emberi szembe, tüdőbe kerüljön. Érdekes nem csupán az emberre vett hatást vizsgálni, de a környezetre, a gépi berendezésekre vett kihatásukat is szemügyre venni és ezeket elemzésekkel alátámasztani, hiszen fontos, hogy milyen szemcsenagyságú szénpor okozhat eltömődéseket műszaki berendezések forgó vagy egyéb alkatrészeiben.

A széntároló csarnok elemzéséhez visszatérve egy lehetséges konstrukció megépítést követően további vizsgálatok folytatódnának. Termodinamikai szempontból és ahogy a már említett leírás is foglalkozik a kérdéskörrel, folyamatos mérési sorozatok elvégzése lenne szükséges, elsődlegesen a hőmérséklet alakulása és változása céljából. A széntároló csarnok tartópilléreinek, és azokon a helyeken, ahol a szerkezet kivitelezésétől függően kisebb-nagyobb terhelési pontok keletkeznének, eleinte próbaméréseket, majd rendszeres méréseket lehetne végezni. Tűzvédelmi biztonsági rendszerek kialakítása is növelné a biztonságos tárolási módot, amit erőművi fennhatóság alá tartozó tűzoltóság felügyelne.

Mindent összevetve a tűzvédelem témakörébe tartozik a tüzesetek megelőzése, a tűzoltási feladatok teljesítése és ellátása, továbbá a tűzvizsgálatok (okok feltárása, esetek bekövetkezési mivolta), mint hatósági tevékenység a 44/2011. (XII.5.) BM rendelet alapján.⁹⁸

⁹⁸ Dr. Szabó Gyula – Dr. Szűcs Endre, Óbudai Egyetem: Munkavédelem a szakképzésben, Egyetemi jegyzet, Budapest 2012. (online),

Véleményem szerint amennyiben a fent megjelölt megoldás lehetséges, olyan rendszerben kellene a széntömeget tárolni, hogy egy esetleges lángra lobbanás jelenségénél azonnal el lehessen távolítani az adott mennyiséget, vagyis cellákra, tárolókra kellene osztani a széntér területét, továbbá a szakirodalmi megfogalmazások alapján a nem fedett tárolós eljárásoknál is alkalmazott eljárási modulokat lehetne működtetni. Az erőmű más területein is alkalmazott oltási módok és rendszerek kiépítésével biztonságossá és az azonnali beavatkozás lehetőségének biztosításával a kiépülő struktúrát közel maximális mértékben kockázat és balesetmentes területté lehetne nyilvánítani.

Ismertettem a Mátrai Erőmű Zrt. anyagáramlási folyamatát a bányából kikerülő lignit útján keresztül a kazánokig, bemutatva az egyes szállítószalagok működését. Az elméleti kérdések megtárgyalásánál kitértem az ellátásilánc menedzsment kérdéseire, illetve az RST technikára, amely a raktározás, szállítás és tárolás aspektusait veszi fókuszba. Itt természetesen körbejártam a jogi környezetet és előírásokat is, a betárolásra és készletekre vonatkozóan.

A XXI. század technikai vívmányai és folyamatos fejlődése mellett lényegesnek tartottam, hogy az intelligens logisztikai rendszerekről is szóljak, amely fő céljának leginkább a megbízhatóságot, a biztonságtechnika fejlesztését, és a környezetvédelem jegyében történő innovációt tartom.

3. Primer kutatás: önálló labormérési projekt

3.1 Háttérinformáció⁹⁹

A kutatás ezen részében a gyakorlatban vizsgáltam a Mátrai Erőmű közreműködésével a lignit fizikai változását az idő függvényében.

A már meglévő adatok vizsgálata mellett élmény volt saját, önálló mérési adatokkal színesíteni a munkámat, amely remélhetőleg a jövőben akár hasznára is válhat a Mátrai Erőműnek. Kutatásom során ugyanis kísérletet végeztem illetve laborméréseket produkáltam az erőmű segítségével.

A kutatás során előzetes elvárt eredményeket állítottam fel, melyeknél alapnak tekintettem a Mátrai Erőmű laborjában elemzett adatokat és ehhez viszonyítva indultam el kutatásomban. Kutatásomnál az előzetesen elvárt eredmények a következők voltak:

1. A *fás* és *átlagos* szerkezetű szenek nagyobb mértékű tömegvesztéséget (nedvességcsökkenést) produkálnak egységnyi idő alatt az *agyagos* szerkezetűhöz képest.
2. A 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 várható el.
3. A szenek tárolási módjára vonatkozó előzetes elvárásom az volt, hogy a kiterített tárolási mód jár a legnagyobb mértékű tömeg/nedvességcsökkenéssel, az elzárt (zsákos) tárolási mód pedig a legkisebbel.

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. Alapvető célom volt, hogy különböző típusú szénmintákat vizsgáljak különböző módú széntárolási módszert alkalmazva. Ennek megfelelően agyagos, fás és átlagos szénmintákat vizsgáltam kiterített, zsákos és kiterített széntárolási módok során előbb nem

⁹⁹ Zele Balázs: Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése XXIV. évfolyam, 2015/2. szám BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA

laboratóriumi körülmények között. Később pedig ugyanezek a mintákon végeztünk el laborvizsgálatokat az erőmű kutató laboratóriumában.

Az elemzésben meghatározott összetevők közül valójában csak az illékony anyagok és a fix szén-rész égnek és szabadítanak fel hőenergiát. Mivel a szenek nedvesség- és hamutartalma igencsak változatos lehet széntípustól függően, illetve függhet attól is, hogy a szenet részlegesen szárították-e annak érdekében, hogy néhány szerves anyagot eltávolítsanak belőle, bármely széntípusok éghetőségi összehasonlításánál figyelembe kell venni a nedvesség- és hamutartalmat. Összehasonlítva a szenek csak éghető részét, az összehasonlítás megköveteli, hogy tudjuk, hogy a nedvesség és a hamu befolyásolja a fűtőértéket. Ahhoz, hogy ilyen összehasonlításokat tudjunk végezni, meghatározzuk a szenek fix-szén értékét, az illékony anyagokat és a kalória¹⁰⁰/hőenergiát egy nedvesség- és hamumentes bázishoz képest. Ezek alapján tehát a szenek csoportosítása és osztályozása igen jó pontossággal megadható, melyet a 8. táblázatban feltüntetett és megadott előzetes vizsgálati adatok is jól alátámasztanak.¹⁰¹

¹⁰⁰ „Az energia mértékegysége a kalória (jele cal, eredete latin, calor = hő) az a hőmennyiség, amely 1 gr 14,5°C víz hőmérsékletét 15,5°C-ra emeli, 1 atmoszféra, azaz 101,325 kPa nyomáson.” – SOLRAONICS hivatalos honlapja, (online), url:http://www.solaronics.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=97&lang=hu (letöltés ideje: 2014. 06. 12.)

¹⁰¹ 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> (letöltés ideje: 2014. 02. 07.)

8. táblázat- Szenek osztályozása és csoportosítása^{102 103}

<i>Osztály és csoport</i>	<i>Fix-szén (%)a</i>	<i>Illóanyag-tartalom (%)b</i>	<i>Fűtőérték (BTU/lb)c</i>
Antracit			
• metaantracit	>98	>2	
• antracit	92-98	2-8	
• semiantracit	86-92	8-14	
Bitumenes			
• alacsony illóanyag tartalom	78-86		
• közepes	69-78		
• magas A	<69	>31	>14,000
• magas B			13,000-14,000
• magas C			10,500-13,000
Sovány			
• sovány A			10,500-11,500 ^c
• sovány B			9,500-10,500
• sovány C			8,300-9,500
Lignit			
• lignit A			6,300-8,300
• lignit B			<6300

3.2 Szénminta elemzés¹⁰⁴

Elvégzett kutatásomban, a korábbiakhoz közel hasonló módon, kiterített széngarmada esetében a tapasztalati tényezőim szerint kismértékű eltérés volt észlelhető a kiterített, kb. 30 cm magasságban felrakott lignit vizsgálata esetén. Azonos hőmérsékleti és páratartalmi viszonyok mellett (átlagosan 13°C hőmérsékleten és 72 %-os páratartalom mellett), az első hét napos

¹⁰² Jelmagyarázat:

A: száraz ásványianyag-mentes bázisra vetítve;

B: ásványianyag-mentes, nedvesség tartalom alapján;

C: „ha nem durva szemcsenagyságú”

¹⁰³ 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> (letöltés ideje: 2014. 02. 07.)

¹⁰⁴ Zele Balázs: Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése XXIV. évfolyam, 2015/2. szám BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA

megfigyelésem után vett mintáknál már csak kevesebb, mint 2 %-os átlagos tömegcsökkenés jelentkezett. Kiegészítő információként mindenképpen el kell mondani, hogy a széntereken alkalmazott homogenizálási folyamatok nélkül, zárt tárolási körülményeket szimulálva történt a megfigyelés.

Kutatómunkám során az erőműtől kapott meghatározott tömegű és minőségű lignit mintát 3 hetes periódusban figyeltem meg és elemeztem. A mintát Visonta Déli bánya, lakossági szénkiadó rendszertől mintavételeztük, 61,7 kg össztömegben, amely a mérési periódus befejeztével 47,1 kg tömegűre csökkent

A továbbiakban ismertetem kutatásom során felhasznált mérőműszereket, a felállított előzetesen elvárt eredményeim igazolását, továbbá a folyamat végeztével megállapított következtetésem.

A mérés során felhasznált berendezéseim és azok műszaki adatai az alábbiak voltak:

- JSHIP-332 típusú digitális labormérleg, melynek mérési pontossága 0,1kg; méréshatára 150kg.
- Precíziós analóg hő-és páratartalom mérő, típusa: TFA- 45.2020
- INOX típusú tolómérő (DIN862)

9. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálata a ME Zrt. laboratóriumban: Kalorikus adatok¹⁰⁵

Kalorikus adatok			
	Fűtőérték	Hamu	Nedvesség
Minta megnevezése	Q_i^r	A^r	W_t^r
	(kJ/kg)	(%)	(%)
üzemi állapot			
2014. május 12.	10287	5,99	49,37
lakossági szénminta			

¹⁰⁵ Alkalmazott szabványok jegyzéke: MSZ 24000-23: 1977, MSZ 24000- 5: 1978, MSZ ISO 1171: 1993 (letöltés ideje: 2014. 06.01.)

10. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálata a ME Zrt. laboratóriumban: Elemi összetétel

Elemi összetétel							
	Carbon	Hidrogén	Nitrogén	Kén	Oxigén számított	Fűtőérték	Carbon
Minta megnevezése	Ct^r	Ht^r	N^r	St^r	O_d^r	Qi^d	Ct^d
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kJ/kg)	(%)
	üzemi állapot					száraz állapot	száraz állapot
2014. május 12.	30,23	3,20	0,59	0,78	9,84	22707	59,71
lakossági szénminta							

11. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálata/2 a ME Zrt. laboratóriumban: Kalorikus adatok¹⁰⁶

Kalorikus adatok			
	Fűtőérték	Hamu	Nedvesség
Minta megnevezése	Qi^r	A^r	Wt^r
	(kJ/kg)	(%)	(%)
	üzemi állapot		
2014. június 2.	14258	9,29	29,41
lakossági szénminta			

¹⁰⁶ Alkalmazott szabványok jegyzéke: MSZ 24000-23: 1977, MSZ 24000- 5: 1978, MSZ ISO 1171: 1993 (letöltés ideje: 2014. 06.01.)

12. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálat/2 a a ME Zrt. laboratóriumban: Elemi összetétel

Elemi összetétel							
	Carbon	Hidrogén	Nitrogén	Kén	Oxigén számított	Fűtőérték	Carbon
Minta megnevezése	Ct ^r	Ht ^r	N ^r	St ^r	O _d ^r	Qi ^d	Ct ^d
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kJ/kg)	(%)
	üzemi állapot					száraz állapot	száraz állapot
2014. június 2.	40,54	4,29	0,92	0,73	14,82	21219	57,43
lakossági szénminta							

A fenti (9-10-11-12. táblázat) táblázatokból láthatók az eredmények a saját kutatásomat megelőző és követő eröműves laborvizsgálatokról. A Mátrai Erömű laborjában a kutatómérnökökkel együttműködve megvizsgáltuk az általam nem laboratóriumi körülmények között is vizsgált szénmintákat és elmondható, hogy a laboratóriumi vizsgálatok hasonló eredményeket hoztak. Az általam közölt eredmények megfelelnek az elemzés elején Radovic szerző, az Energy and Fuels in Society Chapter 7, The Global Value of Coal - Working Paper 2012 feldolgozásában is ismertetett pontoknak. Ennek megfelelően a laboreredmények is alátámasztják a nedvességtartalom csökkenését, ezáltal a fűtőérték hatékonyságának javulását.

Az erömű bányáiból a szénterre és ezek után a kazánokba való felhasználás (tüzelés, energiaátalakítás) során a tüzelőanyag transzport-folyamata zajlik, melynek számomra kiemelt fontosságú része a széntéren összegyűjtött majd további homogenizáláson átesett szén mennyiségének és minőségi paramétereinek analízise. A széntér vagy a szállítószalag egy-egy adott helyéről összegyűjtött lignitminta mind szerkezetét, mind összetételét tekintve is változatos szemcsékből állhat. Megfigyelésem során szemrevételezéssel három különböző szerkezetű mintát választottam ki az előzetesen levett visontai déli bányából kikerülő szén adagból, melyeket ezek után külön kezelve vizsgáltam. Ezek sorrendtől függetlenül *agyagos*; *átlagos* szenes szerkezetű; és *fás* szenek egyes mintái voltak. A különböző definíciókat az alább fogom ismertetni:

- *Agyagos szerkezet*: a szénminta szerkezetét tekintve annak felületén nincs faanyag (xilit), színe és felülete pedig fényes összképet mutat.

- Átlagos szerkezet: a szénminta szerkezete tömör, színe pedig sötétbarna vagy fekete, felülete matt.
- Fás szerkezet: a szénminta szerkezete fás, színe és felülete világosbarna.¹⁰⁷

További megfigyelési eljárási módszereket dolgoztam ki, melyet szintén három különböző állapotú mintára állítottam fel. Egy, az erőmű szénteréhez hasonló területet képezve, ún. kísérleti szénteres garmadát képeztem, mely a valós és alkalmazott technológiát képviseli a visontai széntereken alkalmazottakhoz hasonlóan. Különbség viszont, hogy az adott területen valós módon alkalmazott eljárás túlmenően, esőtől és erős napsugárzástól védett, fedett területen végeztem a mérési sorozataim, ezzel is azt elősegítve, hogy az időjárási körülmények ne befolyásolják a szénteres tárolást. Ezeket túl minden mérési sorozat alkalmával rögzítettem a környezeti levegő hőmérsékletét, a páratartalmat és a mérési időszakot is. A másik két állapotról elmondható, hogy az előző esethez mérten egy szélsőségesebb struktúrát alakítottam ki, melyek egy egyenletesen elosztott és közel azonos lefedettségű, kiterített minta eljárási módot képeztek. Ezen kívül egy, a levegőtől elszeparált zárt térben (zsákban) elhelyezett tárolási eljárási módot alkalmaztam még. Az általam kialakított garmadákat az összehasonlíthatóság miatt egységes, tehát azonos tömegek halmazára osztottam szét. A széndarabok nagyság eloszlásának megegyezőségére a kapott minta megfelelőnek bizonyult, ugyanis azok a Visonta Déli bányájának lakossági szénkiadó rendszeréből érkezett, ahol már közel azonos méretű széndarabok tárolása jellemző. A mérési sorozatot egyszer végeztem el, azonban a naponta többszöri mérési számok miatt úgy véltem, nem célszerű a mérési pontatlanságokkal számottevően kalkulálni, hiszen 22 nap alatti napi többszöri mérési ismétlés egy ilyen mintanagyságnál megfelelő mennyiségnek tekinthető. Összesen 4 különböző mérési illetve megfigyelési módot végeztem el, ami a három különböző minta, azaz átlagos, fás és az agyagos szerkezetű szénminta volt. A másik három mérésnél a kísérleti szénteres garmadák voltak vizsgálat alatt, zsákos, kiterített és nyílt szénteres kialakításokkal.

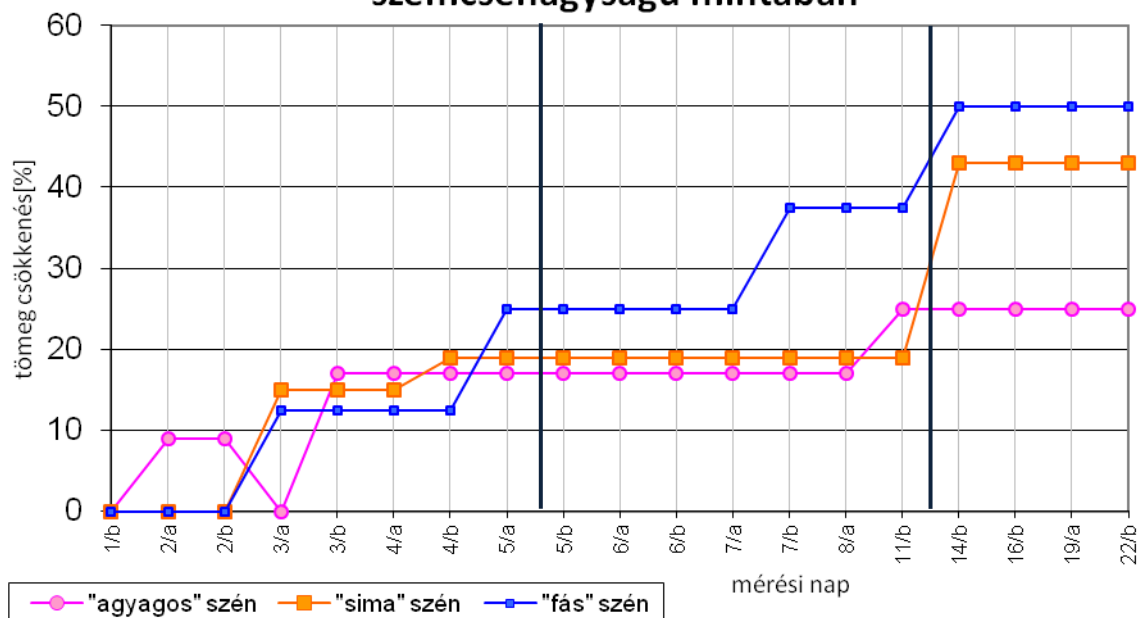
Az előzetesen elvárt eredményekhez képest a következő lényegi eredményekre jutottam.

1. A lignit víztartalom- és ezzel együttesen az anyag tömegének kapcsolati elemzése során kapott eredmények azt igazolják, hogy kb. 25 %-ot meghaladó tömegcsökkenés ment

¹⁰⁷ Belláné Pelsöczy Márta: Szénközetek. - In: BALOGH K. (szerk.): Szedimentológia III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 219-264.; 1992. alapján; (online), url: <http://www.gekko.ro/files/Szenkozetek.pdf> (letöltés ideje: 2016. 05. 08.)

végbe a vizsgálat első periódusában mindhárom szénmintánál. A fásabb szerkezeti kialakítású lignitminták esetében az idő előrehaladtával a második periódusban nagyobb mértékű tömeg és ezzel együttesen nagyobb arányú víztartalom-csökkenés volt megfigyelhető, mint a másik két minta esetében. Amint az 9. diagramon jól látható, a harmadik periódusban újra egy nagyobb nedvességtartalom-vesztés történt, majd a folyamat ezután nem változott jelentősen. A három szénminta vizsgálati ideje alatt tárolási szempontból zárt széntér kialakítást alkalmaztam, ahol a hőmérséklet és páratartalmi viszonyok közel azonosak voltak a mérési periódus során. A zárt széntárolási módszer ezekből fakadóan hozzásegít azon időpont könnyebb meghatározásához, mikor a tárolási folyamat végeztével a lignit eléri a felhasználási feltételeknek megfelelő állapotot. Reflektálva az előzetesen felállított elvárt eredményre (1. pont), a diagramról leolvasható, hogy a fás és átlagos szerkezetű szenek nagyobb mértékű nedvességcsökkenést produkáltak az agyagos szerkezetűhöz képest.

Lignit száradási folyamata terítés esetén, lakossági szemcsenagyságú mintában

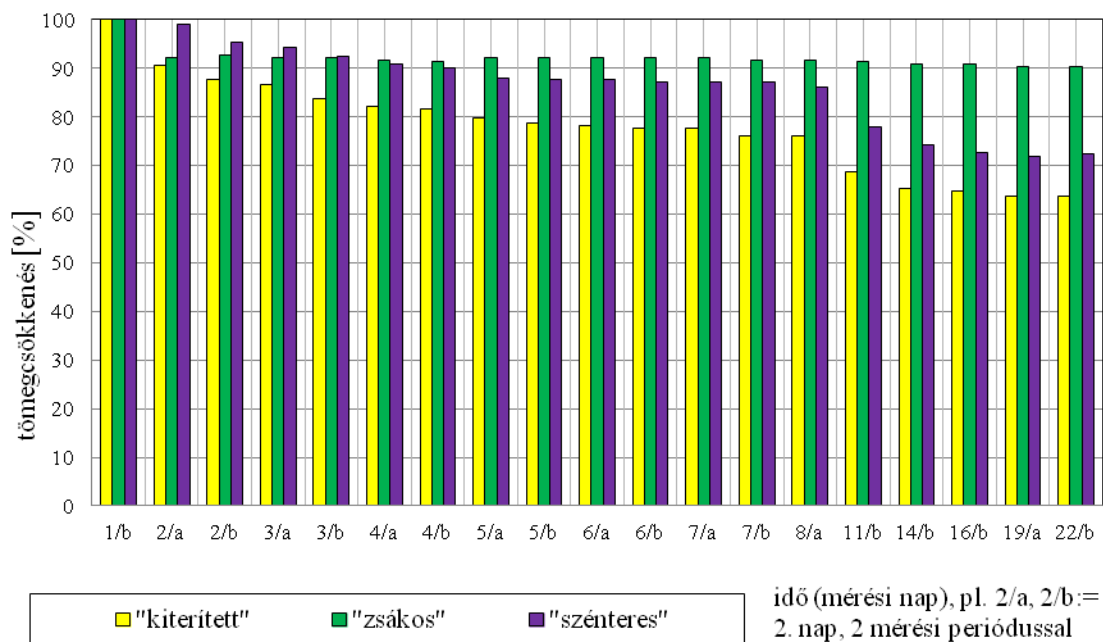


9. diagram – A vizsgált lignitminta száradási folyamata (saját szerkesztés)¹⁰⁸

¹⁰⁸ Megjegyzés: egy mérési napon belül 2db mérés történt, ami az „a” és „b” jelöléseket foglalja magában – itt „a” átlagosan a 10:00-12:00-ig terjedő időszakot, „b” pedig a 20:00-22:00 intervallumot jelenti.

2. Meghatározó tényező lehet a földtani társulások kiszámíthatóságán túlmenően, hogy a tárolási és későbbi széntéri homogenizálási folyamatoknál célszerű lenne külön kezelni és ezzel együtt nagy hangsúlyt szentelni a különféle anyagbeli társulásoknak. Ezek víztartalmának elvesztése és ezzel együtt a tárolási módszere ugyanis befolyással lehet a folyamatra. A gyakorlatban ennek megvalósítása azonban sajnos szinte teljességgel lehetetlen, mivel a kotrógépek együtt, keverten szedik ki a fás, agyagos és átlagos minőségű lignitet. Az *átlagos* szénminta vizsgálata során megállapítottam, hogy a kísérleti szakasz első periódusaiban, az első 24-48 órában nem volt lényegre törő változás a tömeg alakulásában, majd a második 72 órában történt lényegi tömegvesztés. Érzékeltethető, hogy energetikailag és biztonságtechnikailag ilyen vagy ehhez hasonló minőségű lignit esetén a tárolás, a vizsgálat második szakaszában biztosítottan mondható, környezetét nem veszélyeztetné a hirtelen anyagbeli vagy szerkezeti megváltozása és így további tulajdonságai mellett biztos módon tárolható. A folyamat során ezek után nagyobb mértékű változás csak a következő hosszabb periódus után, a 264. óránál volt. Ezekre alapozva az előzetes elvárásom, miszerint szakaszos módon indul be a nedvességtartalom csökkenése, beigazolódott, hiszen az szakaszos módon, leegyszerűsítve több lépcsőben valósult meg.
3. A három különféle tárolási esetről („szénteres”, „elzárt”, „kiterített”) az idő függvényében figyelhető meg a tömeg- és víztartalom csökkenés, ami a diagram felső részében látható kb. 10%-os tömegcsökkenést jelentett. A nyolcadik diagramon látható változásokból leszűrhető, hogy az előzetes elvárásoknak megfelelően a kiterített tárolási mód jár a legnagyobb mértékű nedvességcsökkenéssel, illetve az elzárt, zsákban tárolt eljárás hozza magával a legkisebb mértékű csökkenést. Ebből következtethetően a tárolás módjával összefüggésbe hozható a száradás, továbbá az időjárási adatok befolyásoló hatásán túl (pl. páratartalom alakulása) az is, hogy a fedett széntér eljárási módszer alkalmazásával milyen mértékű tárolási időtartammal lehet vagy érdemes kalkulálni a tüzelésre továbbított vizsgált lignitminta esetében. Ezekből arányosan következhet, hogy előre számítható módon tudjuk jelezni a leginkább kedvező, és alkalmazási teret nyitó tüzeléstechnikai paraméterek alakulását, nem utolsósorúként az öngyulladás jelenségére, elkerülésére is oda figyelve.

Lignit tömegcsökkenés (víztartalom/nedvességtartalom vesztes)



10. diagram – A vizsgált lignitminta nedvességtartalom vesztes (saját szerkesztés)

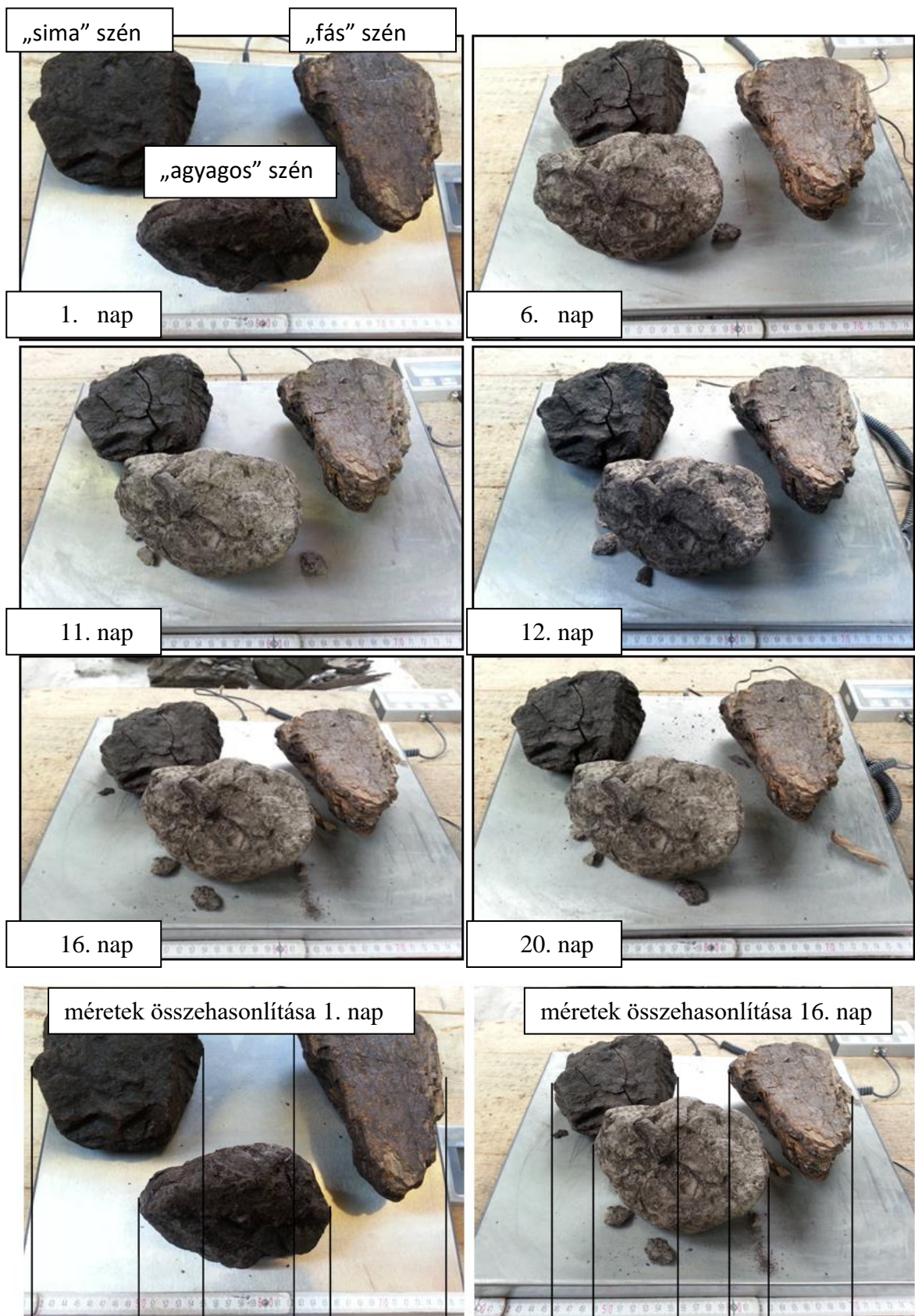
A következő részben a kutatási megfigyelésem során különböző időpontokra szétosztva a kísérleti sorozatot, szemléltető ábrákat is készítettem, amely a vizsgált lignitminta zárt tároló alatt történő kiszáradási és nedvességcsökkentő folyamatait is hivatott szemléltetni. Egymástól független, előre nem meghatározott időpontokat kiválasztva készítettem képeket a három vizsgált szénmintáról. Ez a következő ábrán (9. ábra) látható: megfigyelhető, hogy milyen kisebb mértékű alakbéli és nagyobb mértékű külszíni és felületi szerkezeti változások következtek be a kísérleti periódus alatt. A megfigyelés 1., 6., 11., 12., 16. és 20. napján készült felvételek mutatják a folyamat előrehaladtával végbement változásokat. Véleményem szerint az első szembetűnő változás a szín és felületi szemcse alakulásában mérhető, míg a másik a 3 különféle (átlagos szén, fás szén, agyagos szén) összetételű anyag méreteiben történt. Itt is igaznak bizonyult az a megállapítás, miszerint az azonos mintavételezési helyeken belül az anyagbéli és szerkezetbéli változásokban is közrejátszik az adott lignit darab földtani kialakulása miatti nedvességtartalom alakulása az idő függvényében. Ugyanis a kezdeti és végfázisban kialakult méretbeli különbségek is igazolták, hogy az arányokhoz mérten a legkisebb méretbeli és ezzel együtt nagyságbeli változás szintén az *agyagos* szén, míg legnagyobb mértékű módosulás, habár

nem nagy arányban, de a *fás* szén esetében jött létre. Az ezt személtető ábrák a következő képeken, azaz a 9. ábrán láthatóak. A mérési sorozat első periódusában, valamint a végső szakaszban (2. periódus) is végeztem egy általam kijelölt befoglaló ponti mérést, melyet tolmérővel rögzítettem. Ezek összefoglaló adatai a 13. táblázatban találhatóak, melyből leolvasható, hogy a fás szerkezetű minta vesztített méreteiből leginkább. Leolvasható továbbá, hogy a széndarabok nagyság eloszlásának aránya egymáshoz képest összehasonlítható volt.

A 9. ábrán látható méretek összehasonlítása részről tüntettem fel azokat a befoglaló méreteket, ahonnan a leolvasott értékek adódtak.

13. táblázat - Minták méretváltozása

Vizsgált lignitminta szerkezet megnevezése	méret (átmérő) 1. periódus – 1. nap	méret (átmérő) 2. periódus – 16. nap	%-os tömegvesztés (csökkenés)
	(cm)	(cm)	(%)
„sima”szén	13	10	23,07
„agyagos” szén	15	14	6,6
„fás” szén	14	10	28,57



9. ábra - Vizsgált lignitminták fizikai változását szemléltető ábra (saját szerkesztés)

A korábbi, 8. táblázatban is látható módon, a szenek kora és az anyagukban lévő összetétel alapján általánosságban igaz, ha egy széntípus „fiatalabb”, úgy magasabb nedvességtartalommal/víz-tartalommal bír, fűtőértéke pedig ezen a tényezőn is alapulva alacsonyabb. A nedvességtartalom fogalma alatt kétféle típust különböztetünk meg, melyek a durva nedvesség (bányanedvesség) és a higroszkópos (adszorpciós, kapilláris) nedvesség. Durva nedvesség vizsgálatánál, amelynél a szén szobahőmérsékleti állapotát vizsgáljuk, a szenet kiterítik és állni hagyják. Ez a tartalom a légszáraz állapotot elérve távozik a mintából, míg a higroszkópos nedvesség egy bizonyos hőmérsékleti tartományon, 105 °C hőmérsékleten tartással és szárítással vész csak el. Vizsgálatom során ezen megállapítási tényezőkre is alapoztam.¹⁰⁹

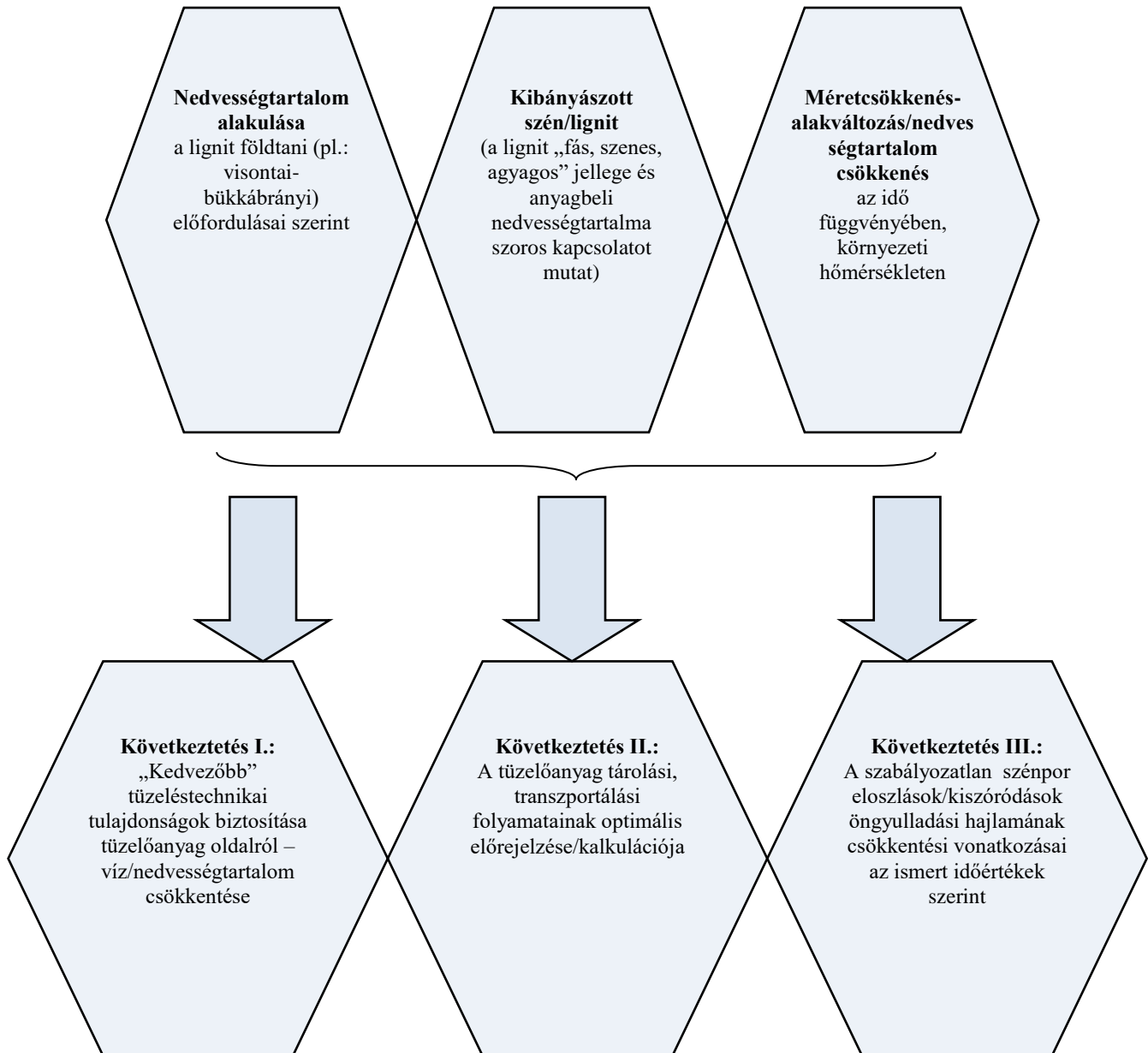
Ezekből a kísérletekből is megállapítható volt, hogy az idő és a nedvességtartalom összefüggése szerint az itt előforduló kőszén társulások nedvességtartalmának elvesztése a vizsgálati periódus első negyedére (első 5 nap) tevődött. Ebből következően a már korábban is részletezett széntárolási megoldások javasolhatók a későbbi kedvezőbb tüzelési folyamatok, így a „fölsleges energia-befektetés” – amit a szén nedvesség/víz-tartalmának csökkentésére kell fordítani – elkerüléséhez.

3.3 Részkövetkeztetések – a kutatás eredményeinek hasznosítása

A kutatás eredményei, a meghatározott összefüggések, a lignit bányászata utáni fizikai és kémiai szerkezet változása (elsősorban a nedvességtartalom alakulása) az idő függvényében lehetőséget nyújtanak a szénerőművek tüzelőanyag ellátásának optimális megvalósítására mind a biztonságos ellátás, mind pedig a tüzelőanyag tüzeléstechnikai paramétereinek maximális és a lehető optimális hasznosítása érdekében. Ezzel elősegíthető a tüzelés és anyagtranszport folyamatok maximális környezet- és technológia adta biztonságos ellátása, és nem utolsósorban a tüzelési folyamaton belüli lignit nedvességtartalom csökkentésre vonatkozó fölsleges energiabefektetés elkerülése is. Az anyag környezeti hőmérsékleten való változása, azaz nedvességtartalmának elvesztése is megfigyelhető volt a kísérletek során. Ezen témakör hasznosítási lehetőségeit a szállítás során kialakult, finom szemcsenagyságú és szabályozatlan eloszlású lignitpor öngyulladás hajlamának kérdéskörénél látom leginkább. Emellett pedig lényeges szempont a szállítórendszerek mellett a zárt széntéren lévő szénmennyiség biztonságos tüzelési-tárolási tulajdonságok szerinti előrejelzésnél is.

¹⁰⁹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem belső honlap (online), url: <ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/energetika...Energiahordozók/szén.pdf> (letöltés ideje: 2014. 04. 10.)

Az alábbi ábrán szemléltetem visontai és bükkábrányi szeneken (vizsgált lignitminta) történt elemzésem alapján az általam legfontosabbnak ítélt következtetéseket.



10. ábra – Anyagáramlási folyamatok fejlesztési javaslatai (saját szerkesztés)

A fenti ábrán (10. ábra) látható, melyek azok az input-tényezők, melyeket kiemelten kezeltem a következtetések levonásánál annak függvényében, hogy milyen hatással vannak a lényeges fejlesztési következtetésekre. Ennek megfelelően fontosnak tartottam kiemelni a nedvességtartalom alakulását, amelyet meghatároznak a szénfajta földtani tulajdonságai is, ezáltal lényeges, hogy milyen bányaterületről, milyen idős szenet vizsgálunk. Emellett szintén központi kérdés a kibányászott szénfajta kőzettani összetétele is, amely az előző ponttal szoros összefüggésben áll. Értem ezalatt, hogy jelen kutatásom során egy mintavételezési projekten belül is megkülönböztettem három széntípust, annak agyagos, fás vagy inkább szenes mivolta alapján. Ezen tényezők és jellemzők pedig szoros összefüggésben állnak a nedvességtartalommal, ezáltal a száradási folyamattal. A harmadik lényeges szempont a különböző szénfajták méret-, alakváltozása és nedvességtartalom valamint tömegcsökkenése az idő függvényében a különböző időjárási viszonyokhoz képest.

3.4 Részkövetkeztetések

Az előzetes várakozásaimmal nagyrészt megegyező eredményeket hozott a mérési sorozat: így elmondható, hogy lényeges szempont a lignit felhasználása és tárolása szállítása során az időjárás befolyásoló szerepe, a tárolás módja, a szén nedvességtartalma és annak csökkentése. Ezen felül a szén kora és maga a szén anyagbeli adottsága is, azaz hogy milyen szerves vegyületek találhatóak benne nagyobb arányban.

A jövőre tekintve pedig ezeken túlmenően olyan következtetéseket vontam le, amelyek elősegítik az erőmű biztonságos működését és az optimális energiaellátást. Többek között kiemeltam a szén nedvességtartalmának fontosságát égési hatékonyság szempontjából, de abból az aspektusból is, amely a tárolás során fellépő szénporrobbanási kérdéseket veti fel. Fontosnak tartottam megjegyezni még az előzetes kalkulációkat a szénkészletek betervezésére vonatkozóan a szállítási és tárolási kérdések szempontjából, amellyel elkerülhetők a termelés kiesések. Ezen három pont alapján három lényegi javaslatot foglalom össze:

1. Fontos, hogy tüzelőanyag oldalról kedvező körülményeket biztosítsunk az égéshez, így el kell érni a szén optimális szárazanyag-tartalmát, különböző módszerekkel csökkenteni kell a nedvességtartalmat a hatékony égés elérésének érdekében.

2. Emellett lényeges a transzportálási folyamatok optimalizálása is. Nem csak a változó igények reális kielégítése, de a felhalmozott szén megfelelő szárazságának elérése és a tárolók kapacitásának előrejelzése, így logisztikai okok miatt is. A tárolók kérdése energetikai biztonság szempontjából is lényeges, mivel pl. egy szállítószalag-rendszer meghibásodásra felkészülve, egy nagyobb mértékű termeléskiesést spórolhatunk meg megfelelő mennyiségű szénkészlet betárazásával.
3. Végül, de nem utolsó sorban pedig nem elhanyagolható az sem, hogy folyamatosan monitorozni kell a szabályozatlan szénpor eloszlások/kiszóródások öngyulladás hajlamát és annak csökkentési lehetőségeit is. A biztonságos energiatermelés rendkívül fontos szempont, így a szénpor-robbanások és nagyobb tüzesetek elkerülése mindenképp

4. Kockázatok

Manapság a kockázatmenedzsment számos szakkifejezése ismert, melyeket a sorrendben elfoglalt helyüktől függetlenül összegezhethetünk. Ezek a kockázat (risk), kockázatmenedzsment (risk management) és a kockázatmenedzsment folyamata (risk management process). Kockázat alatt olyan eseményeket érthetünk, ahol a bizonytalanság hatása befolyással van a célkitűzésekre. A bizonytalanság hatása lehet pozitív vagy akár negatív kimenetelű. A cél pedig többféle vonatkozású lehet, akár környezeti, egészségügyi, pénzügyi vagy biztonsági is. A kockázatmenedzsment olyan összehangolt tevékenységek szervezését jelenti, ahol a tevékenységek egy szervezet vezetésére, szabályozására irányulnak a kockázat szempontjából.

4.1 *Kockázatcsökkentő módszerek és gyakorlati alkalmazásaik*¹¹⁰

A kockázatmenedzsment folyamatának erőműves gyakorlati alkalmazása (pl.: kommunikáció, kockázatok meghatározása és ezek kiértékelése) az egyes szervezeti tevékenységekre levetítve azok egyéni szintjén valósul meg. Ezekre a folyamatokra illetve intézkedésekre erőműves szinten is több olyan példa volt már a múltban, melyek befolyásolták és segítették a biztonságos üzemi termelést, ezzel megakadályozva a negatív események létrejöttét.

Egyetértek Schubert Anikóval, aki *Kockázatmenedzsment az ellátási láncok működésében* c. műhelytanulmányában elemző módon tárgyalta és mutatta be az ellátási láncok működéséhez kapcsolódó kockázatokat, elemeket. Mentzer et al (2001) többek között állást foglalt abban a kérdésben, hogy az ellátási lánc tagjai, egymás között hogyan osszák szét az ellátási láncolathoz kötődő kockázati elemeket, kockázatokat, ugyanis a kockázat mértéke különböző az egyes tagok esetében. Nincs ez másképp erőművi energiatermelési esetekben sem, ugyanis nem mindegy, hogy egy zavaró eseményt, kockázati tényezőt milyen veszély vagy kár követ.

Több tanulmány is született már a témában, azonban talán lényegi definícióját tekintve a legjobban a következő rövid összefoglaló (Zoltayné ed, 2002) ragadja meg a lényegét. E szerint a *kockázat* egy negatív esemény létrejöttének, bekövetkezésének a valószínűségét foglalja magában. Három legfontosabb dimenziója a *valószínűség*, *komplexitás* és *következmény*. A

¹¹⁰ Zele Balázs: Future responsibility of risk management in fuel transport process mechanism at power plants, HADMÉRNÖK FOLYÓIRAT

komplexitás köre a választás lehetőségét mutatja meg az egyes scenáriók között majdnem minden esetben azonban gátat szabnak környezetük vagy saját képességük határai. A valószínűséget lehet becsülni, pontos információt azonban sohasem tudunk mondani róla, hiszen kockázatok esetében soha sem biztos eseményekre kell gondolnunk. Következmenynél a kockázat kimenetelét tekintve, ahogy már korábban is meghatározásra került, pozitív és negatív következmény is teljesülhet.¹¹¹

Hazai vonatkozású erőműves példák esetén is számos olyan esemény említhető, amikor a tüzesetek okainak kivizsgálásánál megállapították, hogy az emberi magatartás okozta és az üzemi működés során fellépő szénpor öngyulladására játszott a főbb szerepeket. Természetesen a folyamatos ellenőrzéssel és rendszeres karbantartási munkálatokkal csökkenthető az ilyen és ehhez hasonló események bekövetkezésének valószínűsége. Ezen kívül az emberi magatartást is elemezni kell annak érdekében, hogy az nyomon követhető és beépíthető legyen a biztonsági elemzésekbe/vizsgálatokba.¹¹²

Ezen hazai Mátrai Erőműves rövid példán keresztül is tapasztalható, hogy milyen fontos a kockázatokat feltérképezni és gyakorlati csökkentési módszereket kidolgozni illetve alkalmazni erőműves területeken is.

A kockázatmenedzsment alapelveit, folyamatait szabvány írja elő (ISO 31000/1), melynek legfontosabb pontjai az alábbiak:

- A kockázatmenedzsment értéket teremtsen, védje a már meglévőket;
- döntési folyamat részét képezze;
- bizonytalanságokat kezeljen;
- a szervezeti folyamat alkotórész legyen;
- strukturált, módszeres és időben ütemezett tevékenység legyen;
- legyen testreszabott, a rendelkezésre álló legjobb információkat használja fel a folyamata során;
- emberi és szükség esetén kulturális tényezőket is vegyen alapul;

¹¹¹Schubert Anikó: Kockázatmenedzsment az ellátási láncok működésében (online), url: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/295/1/Schubert101.pdf> (letöltés ideje: 2014.07.10.)

¹¹² 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

- áttekinthető, dinamikus, a változásokra mindig időben reagáló legyen;
- segítse a fejlesztést, a szervezet növekedését.

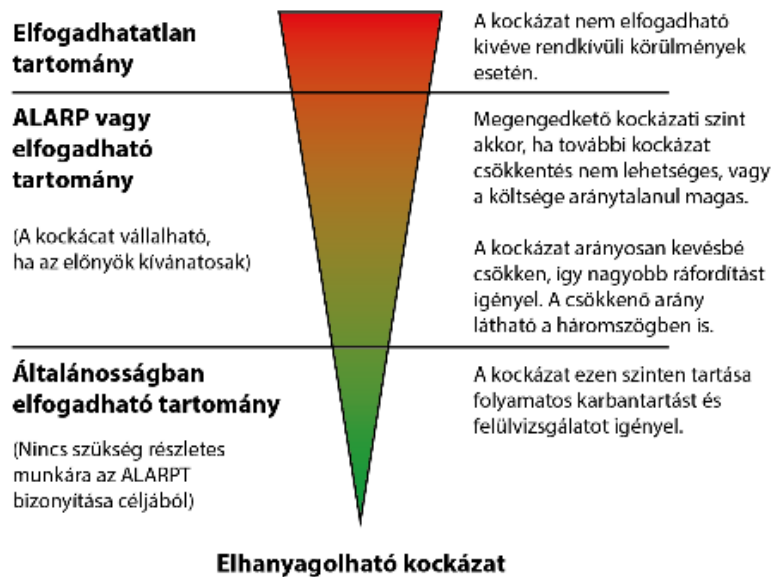
Ha ezeket a pontokat mindig szem előtt tartjuk és a folyamat során visszacsatolásokat tudunk adni a helyes menetről, a kockázatmenedzsment elérheti célját, képes kézben tartani és felügyelni a rendszer működését.¹¹³

Dr. Abonyi János, Dr. Fülep Tímea: Biztonságkritikus rendszerek tananyagukban a kockázatelemzés alapjainak meghatározásakor alapdefinícióként rögzítik a kockázat illetve a kockázatcsökkentés fogalmait. Eszerint nem szüntethető meg egy kockázat teljes mértékben, ugyanis vannak köztes megoldások illetve arányosság van a kockázatok és az azok irányultsága felé mutató intézkedések kapcsolatainál. Azonban a kockázat lehetőség szerinti legnagyobb mértékű csökkentése érdekében, a műszaki struktúra tervezőjének és működtetési irányítójának általános kötelezettsége és érdeke a kockázat lehetőség szerinti legkisebb szinten tartása. (angol rövidítésben ALARP: As Low as Reasonable Possible) Ennek felépítése és struktúrája az alábbi, 11. ábrán látható.¹¹⁴

¹¹³ Magyar Minőség folyóirata 2011/3. XX. évfolyam 03. szám, elektronikus kiadvány: Dr. Balogh Albert: Kockázatmenedzsment és kockázatértékelés (online), url: http://www.quality-mmt.hu/adat/fajlok/letoltesek/magyar-elektronikus-folyoirat/mm_2011/2011_03MM.pdf (letöltés ideje: 2014. 03.18.)

¹¹⁴ Dr. Abonyi János, Dr. Fülep Tímea: Pannon Egyetem Biztonságkritikus rendszerek (online), url: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/index.html (letöltés ideje: 2014. 04.13.)

ALARP és elfogadható kockázat koncepciója



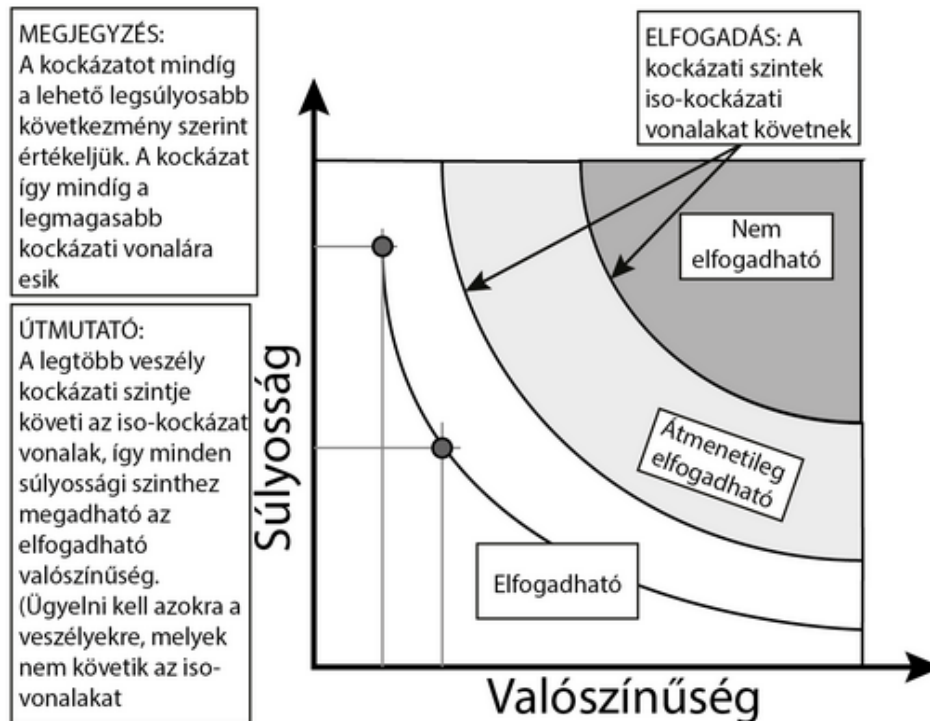
11. ábra – Az ALARP (As Low as Reasonable Possible) szemléltető ábrája¹¹⁵

Látható, hogy a műszaki rendszert tervező mérnök alapvetően háromféle kimenetellel szembesülhet. Először is, amikor a kockázat elfogadására nincs mód, és feltételezzük, hogy rendkívüli körülmények állnak a háttérben. A következő esetről a megengedhető tartományban a kockázat elfogadható abban az esetben, ha a további kockázatcsökkentés nem kivitelezhető, illetve ha az előnyök kellően elfogadhatóak. A harmadik és egyben utolsó szint az elfogadható tartomány, ahol a kockázati szint megtartása folyamatos felülvizsgálatot, továbbá karbantartást is igényel.

Ezen felül további alapvető kockázatelemző módok létezhetnek még (pl. kockázati mátrix, kockázati térkép, stb.). Kockázati mátrix esetében a kockázat alapvető meghatározásán alapuló kvalitatív kockázatértékelési eszközzel élhetünk, mely alapján kockázati térképet készíthetünk el. Ennek szemléltető ábrája a 12. ábrán figyelhető meg. A vázolt görbesereg útmutatóul szolgál a kockázati szintek egymástól való elkülönülésére és az egyes szintek közötti mozgás segítségére is lehetőséget kínál. Előzetes kockázatelemzésre szolgál ez a módszer, a nem kívánatos veszélyhelyzet és következménye súlyosságával, továbbá a bekövetkezésének valószínűségével

¹¹⁵ Dr. Abonyi János, Dr. Fülepi Tímea: Pannon Egyetem Biztonságkritikus rendszerek (online), url: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/index.html (letöltés ideje: 2014. 04.13.)

jellemezve. Ezt követően kockázati mátrixokat is alkalmazhatunk értékelésként, amely amellet, hogy a mérnöki feladatokat jól támogatja és megfelelő módon egészíti ki, még a kockázatok csökkentési módját is könnyen lehet a segítségével ábrázolni. Hátránya viszont, hogy csupán előre rögzített veszélyhelyzeteket tudunk segítségével elemezni és legtöbbször szubjektív módon lehetséges összehasonlító elemzéseket végezhetünk a módszerrel.



12. ábra – A kockázati térkép szemléltető ábrája¹¹⁶

4.2 A kockázati menedzsment jövőbeni működése szénérőművek tüzelőanyag transzport folyamatainál

4.2.1 Tüzelőanyag ellátási rendszerek meghibásodásának vonzatai a logisztikai rendszerben¹¹⁷

A tüzelőanyag ellátási rendszerek meghibásodásának tanulságait összefoglalva a korábbi fejezetekben már szó esett a rendszer összetettségéről, a paraméterek, és fontos területek jelentőségéről. Összetett szerepkör hárul a menedzsment területére is, hiszen az ő működési rendszeréhez tartozik a rendszer felügyelete, ami összetett feladat. A felmerülő hibák térbeli és

¹¹⁶ Dr. Abonyi János, Dr. Fülep Tímea: Pannon Egyetem Biztonságkritikus rendszerek (online), url: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/index.html (letöltés ideje: 2014. 04.13.)

¹¹⁷ Zele Balázs: Future responsibility of risk management in fuel transport process mechanism at power plants, HADMÉRNÖK FOLYÓIRAT

időbeli kiterjedését a betárolt tüzelőanyag mennyisége, optimális környezeti paraméterek és a felhasznált mennyiség együttesen határozzák meg. A menedzsment feladatköre az esetleges ellátási zavarok elhárítása (szállítószalagok sérülése, biztonságvédelmi beavatkozások következtében fellépő zavarok utáni helyreállítás, emberi tényezők szerepe) és a zavartalan termelés folytatásának biztosítása. Ebből következően mindig felkészültnek kell lennie a menedzsmentnek, az ellátási zavarok fellépése elleni védekezés, illetve az esetleges káresemények utáni azonnali üzemmenet zavartalan ellátásának biztosítása kiemelt figyelmet igényel. A hazai energiaszektor második legjelentősebb és legnagyobb villamosenergia-termelő egységénél, a Mátrai Erőműnél pl., több olyan esemény is bekövetkezett már története során, melyet az erőmű humán erőforrás állománya megfelelően kezelt, és megakadályozta a hosszú távú termelés kiesést, a nem tervezett leállást. Továbbá a hagyományos logisztikai rendszereknél a vasúti szállítás és kikötői csomópontok, vagy autópályák szállítási útvonalait tekintve is hasonló esetekkel találkozhatunk. Ahogy Bajor Péter is elemezte azt disszertációjában: a tranzit forgalom növekedése a kritikus hálózatok, hálózatrészek telítődéséhez fog vezetni. Az ellátási zavarok megelőzésére ki kell építeni egy megfelelő tartalékot biztosító, szabályozó szintű rendszert.¹¹⁸

Ezt a folyamatot továbbgondolva a logisztikai rendszerben, menedzsmentközpontú logisztikai rendszert lehet kialakítani a tüzelőanyag transzport folyamatok felügyeletére is, amely a logisztika egyik alrendszerét képezheti. Ez a felügyeleti struktúra egy sajátos részét képezné a villamosenergia-termelő egységek logisztikai körének, így ennek fő szabályozó és beavatkozási lehetőséget biztosító eleme a menedzsment rendszere, illetve felügyelete lehetne.

Az alternatív megújuló energiaforrások felhasználása és hasznosítása terén is hasznosul a menedzsment felügyeleti rendszer, csakúgy, mint a biomassza tüzelőanyaggal kiegészített tüzelése esetén is. Szintén hasznosul a rendszer a napjainkban megkezdett naperőműves beruházás megvalósulásával, ami hazánk legnagyobb naperőmű rendszerét valósítja meg az ország legnagyobb lignittüzelésű erőművével, azaz a Mátrai Erőművel. Ez hozzájárul a kiemelt fontosságú menedzsmenti szerepkörhöz a biztonságvédelemben és ezzel együtt az energetikában

¹¹⁸ Bajor Péter: Vezetékes ellátási hálózatok logisztikai rendszer-modellezése Doktori tézisek 2013. (online), url: http://mmti.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Tezisfuzet_2013.pdf (letöltés ideje: 2014. 05. 20.)

is.¹¹⁹ A menedzsment szervezi és irányítja a folyamatot a jövőben eddig még nem meghatározott szerepkörrel felruházva, amellyel megtartja az egyensúlyt, vezérli az összetett tüzelőanyag transzport folyamatokat az erőmű területén és akár azon kívül is. A jövőben a két erőművi rendszert is felügyelné a rendszer, természetesen a műszaki támogatói és irányítói folyamatok mellett. A kockázati menedzsment a megelőző intézkedések és az elektronikai-mechanikai védelem mellett megtervezi, irányítja a tüzelőanyag transzport folyamatokat. Ez állhat lignit (szén) tüzelésből, biomassa tüzelőanyaggal kiegészített energia-hasznosításból is. A folyamat tervezése és felügyelete nagy szervezést és odafigyelést igényel, amelyre egy külön egységet képezhet a menedzsmenti, kockázati menedzsment felügyelő rendszer. Több kérdés és a folyamat közben megoldandó probléma is jelentkezhet, melyekre amennyire lehetséges fel kell készülni, kidolgozott stratégiának kell rendelkezésre állnia. Véleményem szerint a kockázati menedzsment folyamatban az alábbi kérdésekre érdemes kiemelt figyelmet szánni:

Tárolás:

- Milyen és mennyi beszállítótól kerül az erőmű területére a biomassa;
- feldolgozás, homogenizálás folyamatainak megtervezése, optimális hely kijelölése a folyamat teljesítésére;

Szállítás:

- szállítási útvonalak hossza, az azt körülvevő felügyeleti, biztonságnövelő és védelmi rendszerek (kamera, tűzjelző és riasztó berendezések);

Adagolás biztonsága, mechanika és vezérlés:

- munkafolyamatba bevont emberi erőforrás ráhatás, befolyásoló szerep kockázata;
- a folyamat (szállítás, kezelés és feldolgozás, homogenizálás, továbbítás) költségei (szervezési rendszer és struktúra költségei).¹²⁰

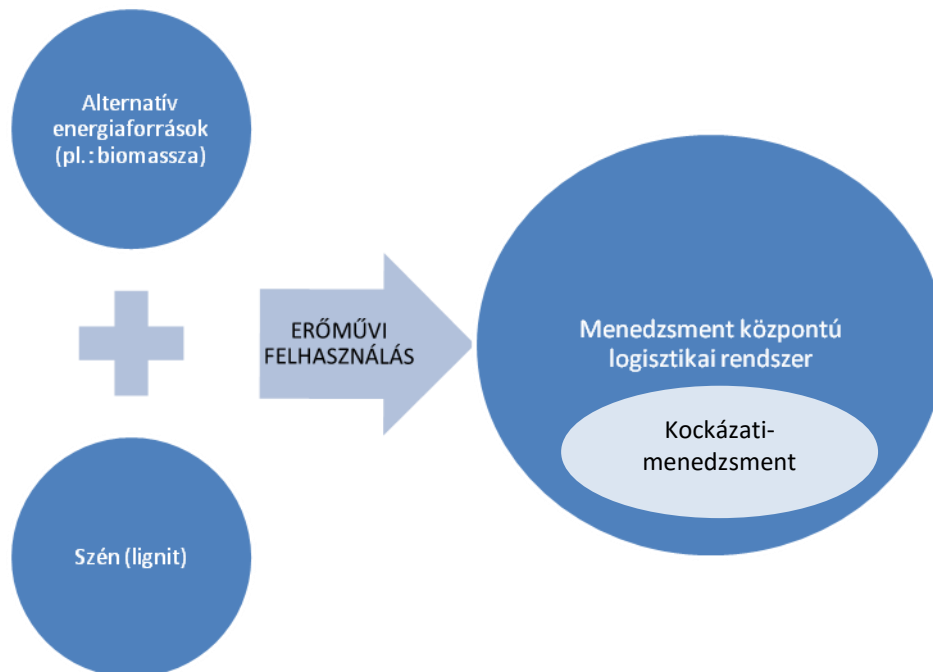
A menedzsment feladata tehát, hogy ezeket a tételeket számba vegye, és megfelelő struktúrát állítson fel a rendszer felügyeletének ellenőrzésére, a folyamat minden pontjának biztosítására.

¹¹⁹ Mátrai Erőmű Zrt. hivatalos honlapja (online), url: <http://www.mert.hu/hu/merfoldko-a-hazai-zoldenergiaban> (letöltés ideje: 2014. 05. 25.)

¹²⁰ Zöld Társadalom, Zöld Gazdaság, Innováció Konferenciakiadvány, (online), url: http://innovacio.karolyrobert.hu/download/Konf_2012_06_07_harmadik%20innovacios%20konferencia.pdf alapján, (saját szerkesztés) (letöltés ideje: 2014. 06. 07.)

Értem ez alatt nemcsak a biztonságtechnika és védelmi rendszerek felügyeletét és irányítását, hanem a logisztikai rendszer költségtervezeti oldalát is. Ide vehetőek a szállítmányozással kapcsolatos kiadások, a rendszer védelmi struktúrájának költségfedezeti oldala is. Szerződésekkel biztosítani kell, hogy az erőművel kapcsolatban álló partnerek a mindenkori megállapodásuk értelmében teljesítsék az elvárásokat, ezen túl pedig felügyelni kell, hogy mikor és milyen beszállítótól érkezik, illetve érkezhetsz a területre a felhasznált biomassa. Ezek arányában ha lehetséges, előre kell tervezni a homogenizálni kívánt mennyiséget. Az idő közben meghiúsult szállítást, a kiesett szállítókkal és szállító partnerekkel számolni kell, így az itt felmerült kockázati tényezőket is be kell vonni a kockázati kérdések közé a menedzsmenti szerepkörnek. Kockázati tényező lehet még a szállítási útvonalak biztosítása (az erőmű területén belül), valamint a tárolás, szállítás, adagolás biztonság, mechanika és vezérlés területen felmerülő költségek is.

Ezek alapján egy összefoglaló ábra a logisztikai rendszerközpontú struktúráról, ami az alábbi módon épülhet fel.



13. ábra - Logisztikai rendszerközpontú struktúra (saját szerkesztés)

4.2.2 Logisztikai támogatás a menedzsment és a kockázati menedzsment területén¹²¹

Széntüzelésű és egyéb megújuló tüzelőanyaggal működő erőművek esetében a szén útja a bányától az erőművi kazánokig hosszú, és több folyamaton átívelő szakaszokra osztható fel. A kezdetektől szükség van tehát felügyelet alá vonni a rendszert, akár gépészeti, akár biztonságtechnikai folyamatokat és felügyeleti struktúrát is veszünk alapul. Az ember, mint a rendszer egyik fontos meghatározó eleme, képes felügyelet alá vonni és irányítani is a folyamatot. Ebben a felépítésben a logisztikai rendszerközpontú struktúra működése folyamatos, ahol a kockázati menedzsment mindig készenlétben van, de csak abban az esetben avatkozik a rendszer működésébe, ha az szükségessé válik. A kockázati menedzsment tevékenységi körét egy adott szervezet fogja végezni, amely nem lehet rendszerközpontú, azonban állandó struktúrájú és mindig párhuzamosan működik a rendszer részeként.

Az IGCC (integrált elgázosító kombinált ciklusú széntüzelés)¹²² technológiai oldalról is hasznosnak tűnhet, illetve alkalmazandó az itt megfogalmazott széntárolás, szállítás és továbbítás a kazánokig terjedően. Kiegészítő, illetve megújuló energiaforrások folyamatosan növekvő alkalmazása során is hasznosulhat az itt megfogalmazott irányítási és felügyeleti rendszer. A jövőre vonatkozóan, bárhogyan alakul is a mindenkori energiapolitika, a primer energiaforrások szállítása és ezek biztonságos tárolása valószínűsíthetően megoldandó feladatunk lesz. A technológia fejlődik, így az embernek is fejlődnie kell a felügyelet terén, hiszen a rendszer egyik kritikus, mindig felügyeletet igénylő és biztosító eleme lesz.

Kockázat merülhet fel egyes tevékenységek kiszervezése kapcsán, illetve kiszervezett munkafolyamatok esetében, amikor külsős munkavállalók lépnek erőműves környezetbe. Azonban akár a folyamat kezdetét is tekinthetjük, amikor a szállítási folyamat kezdetén alvállalkozók tehetik ezt meg, közúti vagy esetleg egyéb szállítási útvonalakon, amikor a

¹²¹ Zele Balázs: Future responsibility of risk management in fuel transport process mechanism at power plants, HADMÉRNÖK FOLYÓIRAT

¹²² Megjegyzés: tiszta szén alapú eljárási mód, ahol a szenet oxigénnel és vízgőzzel reagáltatják, így többnyire olyan fűtőgáz jön létre, amely szén-monoxidból és hidrogénből tevődik össze. A fűtőgázt megfelelő tisztítás után gázturbinában hasznosítják, azaz elégetik. A képződött hő megfelelő hasznosítása után elektromos energiává alakítható. Jelentős előnye az eljárásnak, hogy a technológiát alkalmazó erőművek magas hatásfokkal bírnak.

Dr. Pátzay György: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Tüzeléstechnikai alapismeretek oktatási tananyag (online), url: <http://www.kankalin.bme.hu/Dok/eloadasok/energiatermeles/energia4.pdf> (letöltés ideje: 2014. 06. 10.)

<http://www.kankalin.bme.hu/Dok/eloadasok/energiatermeles/energia4.pdf> (letöltés ideje: 2014. 06. 14.)

különböző tüzelőanyagok áramoltatása történik az erőmű területére. Megemlíthetők még azok az esetek is, amikor a folytonossági menet sérül akár jogi, akár technológiai oldalról nézve.

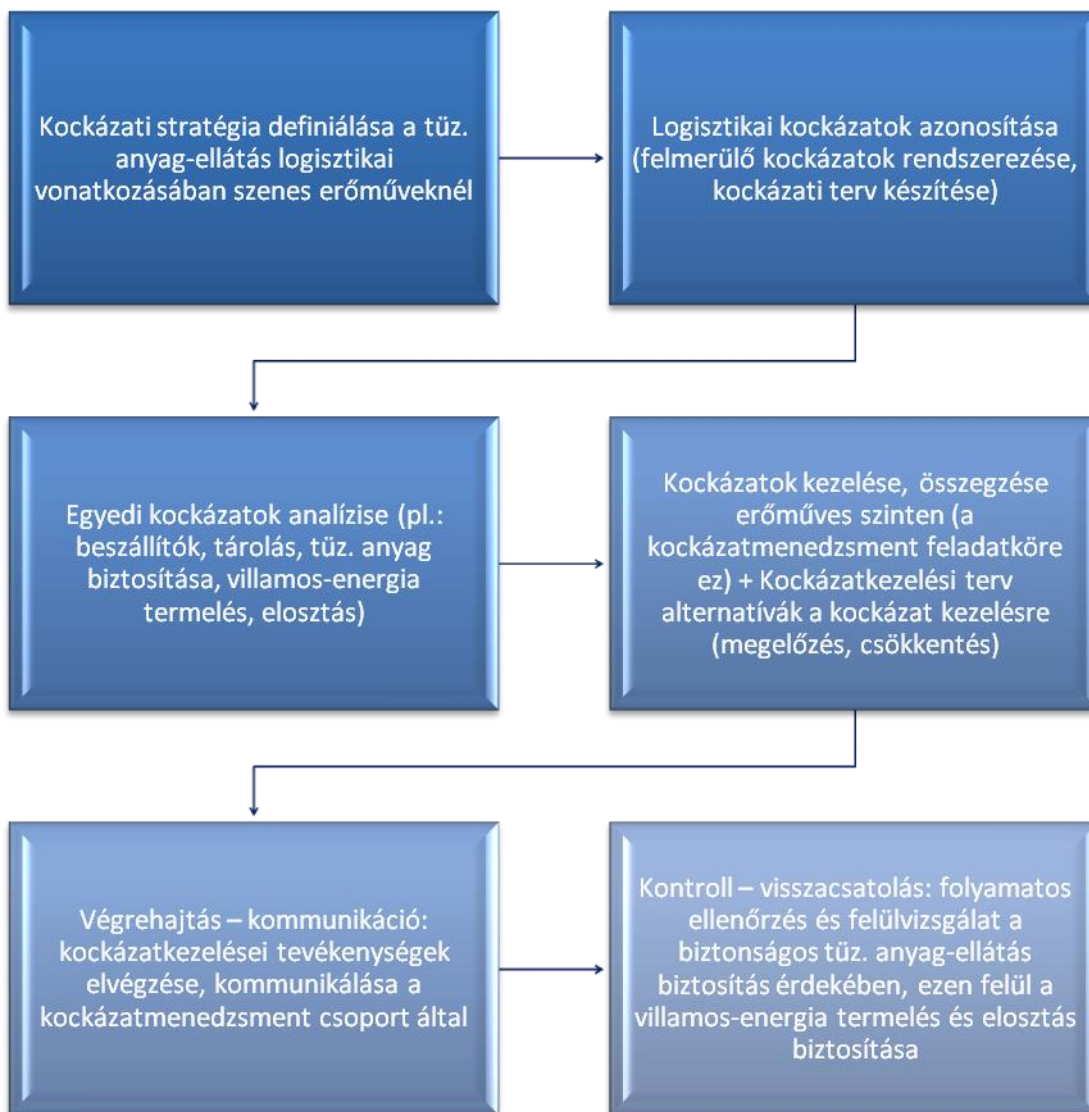
Említhető itt a kontroll elvesztése mint fogalom, amely szerződés biztosítása esetén az üzemeltető részlegnek, egységnek számításba kell venni, fel kell készülnie olyan, hosszú távon jelentkező esetekre is, amikor kieshet az irányítása alól a tevékenység feletti ellenőrzés és ezzel együtt a befolyásolási, beavatkozási alternatíva is. Ennek célszerű megoldása lehet a betárolás, a tüzelőanyagok biztosítása a megfelelő és biztonságos energiaigény kialakításához.¹²³

A szén betárolásának folyamata már a korábbiakban is létezett a Mátrai Erőműben, ahol a biztonságos energiaellátás érdekében történő tüzelőanyag-tárolás a széntéren már biztosított.

A kockázati menedzsment kapacitás terveinek megtervezéséhez a fenti folyamatot kell szem előtt tartania, ezzel csökkentve a kitétséget és növelve az ellátási biztonságot. Fontos tehát, hogy a kockázati menedzsment irányítsa és felügyelje a tüzelőanyag-ellátás és biztosítás folyamatát, hiszen az egyik legfontosabb dolog egy széntüzelésű és akár ezzel együtt biomassza tüzelőanyaggal kiegészített erőmű esetében a biztonságos üzemeltetés és zavartalan energiaellátás biztosítása. A kockázatok csökkentése szempontjából tehát az előfordulható kockázati lehetőségek feltérképezése és megismerése után csökkenteni kell ezeket a kockázati tényezőket, amely a kockázati menedzsment működési rendszerébe fog tartozni. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy egy teljes folyamatot vizsgálunk, hiszen az energiatermelés és szolgáltatás egy összetett rendszer, ennek egyik alapvető pillére a megfelelő alapanyag-ellátás, azaz a tüzelőanyag és az alapvető biztonság biztosítása.

Elképzelésem, és a Mavir Magazin 2013. II. évf. 1. számában megjelentekre hivatkozva erőműves szinten is érvényesülhetnek a kockázati menedzsment módszertan alapjai, hiszen napi és gyakorlati folyamatokra alapozva érvényesülhet a módszer kialakítása. Ez általánosságban szén-erőműves tüzelőanyag-ellátó rendszereknél az alábbi (14.) ábra alapján épül fel.

¹²³ Schubert Anikó: Kockázatmenedzsment az ellátási láncok működésében (online), url: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/295/1/Schubert101.pdf> (letöltés ideje: 2014.07.10.)



1. ábra - Kockázati kezelés erőművi szinten (saját szerkesztés: MAVIR ZRT. magazin alapján) 2013. II. évfolyam 1. szám alapján)¹²⁴

Ezek után a folyamat véget ér, illetve az elejétől indul újra.

4.3 Részkövetkeztetések

A logisztikai rendszerben egy menedzsmentközpontú logisztikai rendszert lehet kialakítani a tüzelőanyag transzport folyamatok felügyeletére is, amely a logisztika egyik alrendszerét

¹²⁴ 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=ZzmjSq3GXy4pYGIyth26hD5fFhp9yICXmvCBDP2nknC0PBQ2TPB2!1946093811!N ONE!1382725574484?version=1.0> (letöltés ideje: 2014. 01. 24.)

képezheti. Ez a felügyeleti struktúra egy sajátos részét képezné a villamosenergia-termelő egységek logisztikájának, így ennek fő szabályozó és beavatkozási lehetőséget biztosító eleme a menedzsment lehetne.

A tüzelőanyag transzport folyamatokat a kockázati menedzsment szervezi és irányítja lignit és alternatív energia felhasználó egységeknél. A logisztikai támogatás vagyónvédelmi rendszerének felépítését egy részletesebb elemzés alá vettem, kitértem a menedzsment és a kockázati menedzsment szerepkörére, lényegi folyamataira. Összetett működési rendszert képez a menedzsment területe, amikor a tüzelőanyag ellátási rendszerek meghibásodásának vonzatairól beszélünk a logisztikai rendszerben, hiszen az ő komplex és összetett szerepkörébe tartozik felügyelni a rendszert, a biztonságtechnika jellemző aspektusait is szem előtt tartva.

Kifejtettem a logisztikai rendszerközpontú struktúra értelmezését az erőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél, rendszerint szenes és alternatív energiahordozókat felhasználó villamosenergia-termelő egységeknél.

A kockázati menedzsment módszertan alapjai erőműves szinten is érvényesülhetnek, hiszen napi gyakorlati folyamatokra alapozva kell a módszert kialakítani. Eddig nem definiált módon hoztam létre ennek modelljét, ami megmutatja, hogy általános érvényben széné erőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél ez hogyan épülhet fel a jövőben. Ennek alapja, hogy az erőműves tüzelőanyag-ellátó rendszereknél a felmerülő kockázatokat azonosítani kell, ezeket összegezni kell az erőműves területen, majd egy kockázatkezelési terv keretén belül kockázatkezelési tevékenységeket kell végrehajtani. A folyamat végén folyamatos kommunikáció szükséges a kockázatmenedzsment csoporttal.

Ebben a felépítésben a logisztikai rendszerközpontú struktúra működése folyamatos, ahol a kockázati menedzsment mindig készenlétben van, de csak abban az esetben avatkozik a rendszer működésébe, ha az szükségessé válik. A kockázati menedzsment tevékenységi körét egy adott szervezet fogja végezni, amely nem lehet rendszerközpontú, azonban állandó struktúrájú és mindig párhuzamosan működik a rendszer részeként.

5. Szénerőművek tüzelőanyag-rendszerének helye a logisztika tudományában

5.1 Az ellátási lánc és a logisztika értelmezése erőművi termelési szinten¹²⁵

Dr. Estók Sándor értekezése,¹²⁶ előadásainak anyagai és konzultációs beszélgetései¹²⁷ alapján kijelenthető, hogy lignitet és biomasszát feldolgozó erőművi logisztikai rendszereket, továbbá ezek szinergiáját, azaz együttes működési mivoltukat és a logisztikában elfoglalt helyüket az eddigiekben ilyen megközelítésben nem tanulmányozták korábban sehol sem. Véleményem szerint egy széntüzelésű erőmű rendszerében ez rendkívül fontos, ugyanis a folyamatok zavartalan biztosítása minden esetben a lehető legnagyobb biztonsággal kell, hogy végbemenjen. Ennek kapcsán több együttes dolog egymásra való hatásáról és a rendszerelemek együttes működéséről is beszélhetünk, ám az egyes elemeknek nemcsak összességében kell megfelelniük, hanem minden egyes részegységnek önállóan is biztosítania kell a szilárd alapot a biztonságos termelés érdekében.

Az alábbi ábrán így összefoglaltam, hogy egy széntüzelésű erőmű életében az ellátási-lánc mentén melyek azok az elemek, amelyeknek önmagukban és együttesen is szilárdan kell működniük. Értem itt a folyamat végpontjául szolgáló és esetünkben valamint egy energia előállító egység tekintetében a rendszerelemek egymásra hangoltságát és a folyamatok megfelelő áramlásának biztosítását. Az optimum, vagyis a végcél elérése ebben az esetben a fogyasztói igények kielégítését jelenti villamosenergia-vételezési és termelési oldalról, úgy ahogy az erőmű kapacitási és biztonsági viszonyai ezt a leginkább lehetővé teszik, a biztonságos és kiszámítható ellátási biztonság mellett. Az alábbi két fő strukturális részre lehet felbontani a folyamatot:

- infokommunikációs rendszerek: ezalatt a különféle számítástechnikai hálózati rendszereket érthetjük,

¹²⁵ Zele Balázs: Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE

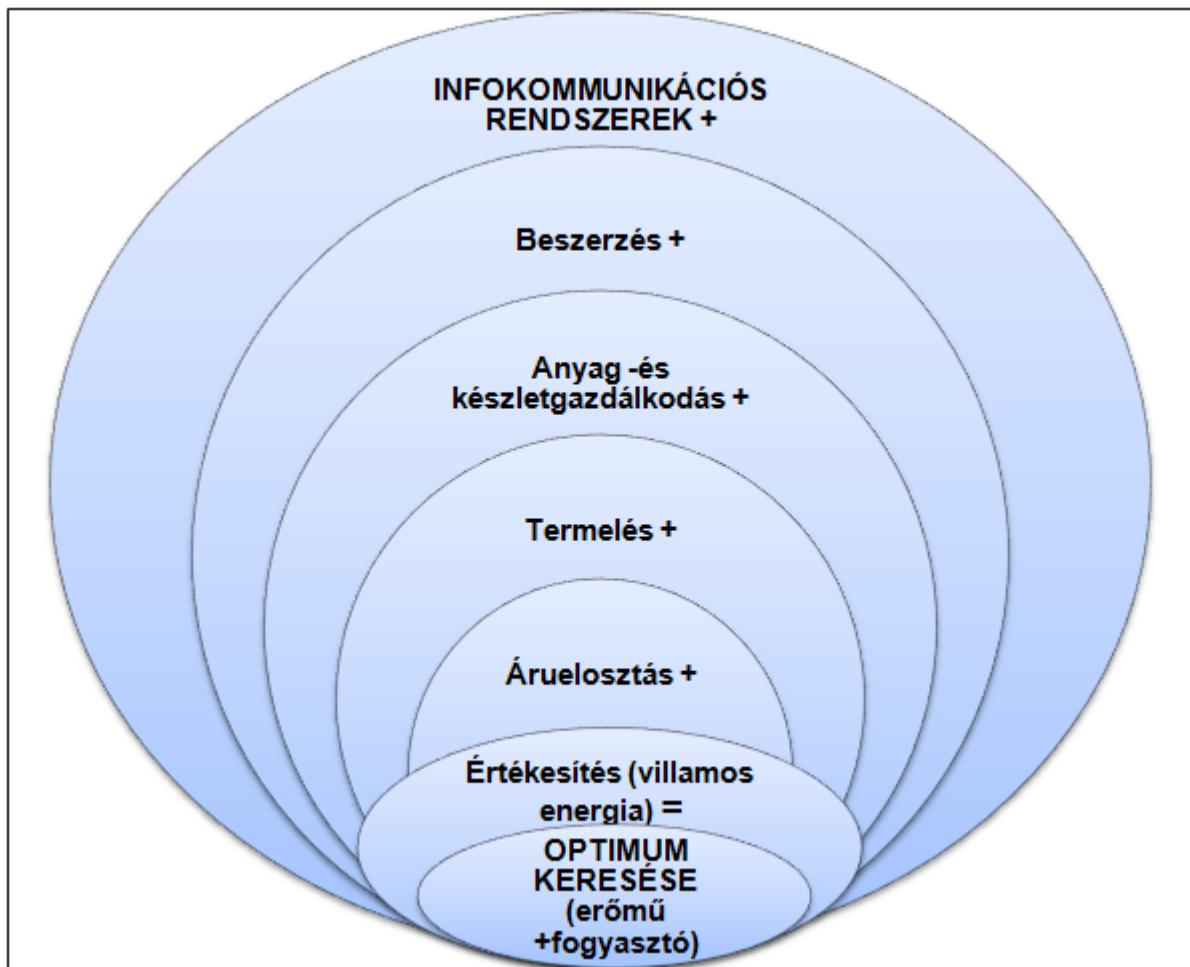
¹²⁶ Dr. Estók Sándor értekezése (online), url:

http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf (letöltés ideje: 2014.11.19.)

¹²⁷ Konzultációs beszélgetés: heti rendszerességgel beállított meeting, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel

- optimalizálási folyamatok: a további folyamatok biztosítására szolgáló tüzelőanyag beszerzését, illetve az ezzel való készletgazdálkodási-elosztás optimalizálási folyamatokat értjük alatta.

Természetesen a második egységnél a logisztikai folyamatok útján (ld. 15. ábra: beszerzés – anyag-és készletgazdálkodás – termelés – áruelosztás – értékesítés) jut el a termék – jelen esetben a villamos energia – a fogyasztókhöz.



15. ábra - Ellátási lánc és a logisztika értelmezése szenes erőművek esetében (saját szerkesztés, Dr. Estók Sándor ea. alapján)

5.1.1 Hálózatos és hálózatközpontú logisztikai rendszerek alkalmazása erőműves területen¹²⁸

A XXI. század logisztikai együttesét nézve két típusú logisztikai rendszert különböztetünk meg: a hálózatos és hálózatközpontú logisztikai rendszereket.¹²⁹ A hálózatközpontú rendszer vertikálisan, míg a hálózatos struktúra horizontálisan szervezett felépítésű rendszer. Lényeges és szembeötlő különbségként tekinthető, hogy a hálózatközpontú rendszer tulajdonságainál a valós idejű anyagáramlás jelenik meg, melyben a hálózatok rendszerbe szervezve, továbbá egységes szinergia – áramlási folyamatként játszódnak le. Új rendszernek tekinthető ez a modern logisztika tudományában, ahol felgyorsulhat a hálózat reagáló képessége, növelhető a hatékonyság és ezzel együtt csökkenthető a folyamat ideje. Több alrendszer már integráltan kapcsolódik össze, jelen esetben a lignit tüzelési konstrukció kialakítása mellett az energiatermelő és előállító erőmű tüzelőanyag rendszere biomassza tüzelőanyag ellátó szisztémával is kiegészül. Ez az információs vezérlésű és irányítású rendszer azonban a modern szemléletnek megfelelően kiegészülhet egy biztonsági növelő és biztonságközpontú elemmel is. Ez meglátásom szerint ugyanolyan lényeges és fontos rendszerelemnek tekinthető, mint az információs áramlási rendszer.

Kardinális szereppel bír napjainkban a verseny, a versenyelőny, az üzleti stratégia, az információ és tudás megfelelő szintű kapcsolata és együttműködése, azonban ezeket könnyedén háttérbe szoríthatja egy nem várt jelenség, egy nem megfelelően felkészült stratégia, vagy egy stratégiai elem hiánya. Itt a biztonság és egy annak megfelelő szintű rendszer kell, hogy képezze a folyamatos és zavartalan energiaellátást, ami kiemelt szereppel bír egy energiaszegény és egyre inkább energiatudatos kor hajnalán.

A logisztikai hálózati strukturált együttes és a hálózatközpontú logisztikai rendszer kiegészíthető tehát egy újabb szinttel, mely a biztonság és biztonságvédelem hálózati megnevezést kapta. Ezen megállapítás szerint a hálózati kapcsolatok ábrája, Estók Sándor következtetése és meglátása alapján az alábbi ábra szerint fog felépülni.

¹²⁸ Zele Balázs: Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE

¹²⁹ Dr. Estók Sándor értekezés: Információvezérlésű – hálózatközpontú logisztika, (online), url: http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf (letöltés ideje: 2014. 11. 18.)



16. ábra - Módosított hálózati kapcsolatok ábrája (saját szerkesztés, Dr. Estók Sándor ismeretei alapján)

Az alábbiakban kerül ismertetésre a hálózati kapcsolatok ismeretköre: „...a gazdasági és a társadalmi rendszer eredményességének hátterét egy jól közreműködő logisztikai folyamat képezi, de egy ellátási lánc, ellátási láncrendszer vagy háló alapozza meg. Ehhez kiindulásképpen a legfőbb elemeket össze kell illesztenünk.”¹³⁰ Kölcsönös értelemben tehát a vizsgált és a jelenben alkalmazott technológiákon túl, a gazdasági, társadalmi és a környezetünket körülvevő hatáselemeket kell megismernünk, hogy a rendszer egészét a biztonság tudományi ismeretekkel kiegészítve optimális egész részt alkossunk.

5.1.2 A biztonságközpontú és egy kijelölt körzet köré épülő logisztika

Az információközpontúságra épülő logisztikából kiindulva lényeges szempontnak tartom a rendszer egészét tekintve a folyamatos és alapos átvizsgálásokat, egy felügyeletre és megbízhatósági alpra építhető továbbfejlesztést, mely a biztonságos energiaellátást analizálja. Az esetleges károk és még inkább a személyi sérülések megakadályozására nemcsak az emberi oldalról kell kulcsfontosságú kérdésként tekinteni, a munkahelyi, erőműves területen is

¹³⁰Estók Sándor: Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2009/3/02_estok.pdf (letöltés ideje: 2014. 11.18.)

alkalmazni kell a már megszerzett tudást, az információk és biztonságvédelmi előírások folyamatát.

A gyors és hatékony helyzetfelismerés, az információk megfelelő áramlása mellett fontos szempont egy-egy veszélyhelyzet bekövetkezésekor, hogy egy krízisre kidolgozott folyamat és stratégia álljon rendelkezésre a károk megfékezése és azok minimalizálása érdekében. Irodalmi vonatkozásban krízisnek nevezhető minden olyan szituáció, amely veszélybe sodorja a szervezet működését, esetleg reputációját. Ilyen helyzet meglehet jogi vita, lopás, baleset, tűz, árvíz és egyéb ember okozta károk, melyek a szervezet nevéhez köthetőek.¹³¹ Ilyenkor nem csak az a fontos, hogy a megfelelő krízismenedzsment és a krízisterv életbe lépjen – ez minden esetben előre el kell, hogy készüljön a lehetséges vésztervekkel, menekülési útvonalakkal, felelősök megjelölésével, stb. – hanem rendkívül lényeges szempont a megfelelő kríziskommunikáció is. Ha nem közöljük időben, pontosan a megfelelő információkat a stakeholder-ekkel, az rendkívül negatív hatással lehet a szervezet reputációjára és kapcsolataira, ezáltal forgalmára, árbevételére is. Gondoljunk a médiára vagy a munkatársakra, de akár a részvényesek vagy a beszállítók is megemlíthetőek.¹³²

Fontos, hogy egy szenes erőmű üzemanyag áramlási folyamatában a széntéri öngyulladás, a szénszállító szalag rendszer vagy az erőművi kazánoknál történő kritikus helyzeteket, tűzeseteket elkerüljük. Központi helyen és kiemelt fontossággal kell tehát kezelni az energiatermelési folyamatot, az egymásra hangoltság és egymásra utaltság rendszerét, mely alól nem lehet kivétel egyetlen energiatermelő- és továbbító egység sem. Dr. Estók Sándor már rámutatott, hogy a logisztika tudományában kiemelt fontossággal bír az informálódás képessége és tudatos alkalmazása, amely a döntések meghozatalában elengedhetetlen. Ezen túl a biztonságtechnika tudományában is igaz lehet a gyors és hatékony helyzetfelismerés, de mindenekelőtt központi rendszerelemként tekinthető a minél kisebb kárkeletkezés, akár gazdasági akár emberi vonatkozásokat is vizsgálunk.

Üzemeltetési és rendszerhatékonysági tényezőket is figyelembe véve a nyitott széntéri tárolás felváltása, kiegészítése zárt széntárolási technológiával, amely a tüzeléstechnikai folyamatokra lehet kedvező hatással mindenképp jövőbeli stratégiai pont. Sőt, ahogy már korábban is

¹³¹ Sandra K. Clawson Freeo: Crisis Communication Plan: A PR Blue Print (online), url: <http://www3.niu.edu/newsplace/crisis.html#1> (letöltés ideje: 2015. 03. 08.)

¹³² Kővágó György, Barlai Róbert: Krízismenedzsment, kríziskommunikáció, Budapest, Századvég Kiadó, 2004

rávilágítottam, az ellátásbiztonságot is befolyásoló területről van szó, így mindenképp fontos a téma innovációs kutatása.¹³³

Rohanó mindennapjaink során gyakran van jelen a veszély, mely ellen minden körülmények között védekeznünk kell, még hozzá a logisztika köré csoportosítva is, akár az egyes al folyamatokat, akár az egész rendszert tekintjük. Az információs rendszert kiegészítve tehát kialakulóban van a logisztikában a biztonság szerepe is, mely erőművi területeken a következő pontokban valósul meg:

- az anyagáramlási és szállítási folyamatok technológiája
- összehangolt és együttes működés az energiatermelési folyamatnál
- a rendszerelemek egymásra hangoltsága a körzeten belül és kívül egyaránt; erőmű - bányá – széntér integrációja
- a gyors helyzetfelismerés veszély (baleset, tüzeset) esetén
- a biztonságos rendszer megléte, kritikus rendszerelemek kiiktatása, emberi tényező befolyásoló szerepének csökkentése
- a rendszerelemek önállóan is üzemelő/funkcionáló megléte

Látható tehát, hogy jövőnk fejlődésének és előrehaladásának fő irányvonala energiatermelési szempontból, hogy a különféle elemek összehangoltan tudjanak együttműködni, és működésük középpontjában a biztonságos üzemelés, üzemeltetés álljon.¹³⁴

A villamosenergia-termelés szénerőművi előállítására esetében az ellátásbiztonság és a logisztikai rendszer összehangoltságát és egymásra irányultságát vizsgáltam illetve fogalmaztam meg, amelyet a 18. ábrán foglaltam össze. Kiemelkedő szerep jut a rendszer-együttest tekintve az energiaellátás biztosításának, melyben fontos a fosszilis energiahordozók felhasználása mellett a megújuló energiák biztosítása és az új innovációs technológiák kutatása, rendszerbe való építése is. Mindemellett a biztonságtechnika kérdésköre és biztonságos energiatermelés

¹³³ Forrás: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében; Zele Balázs publikációs cikk szerint

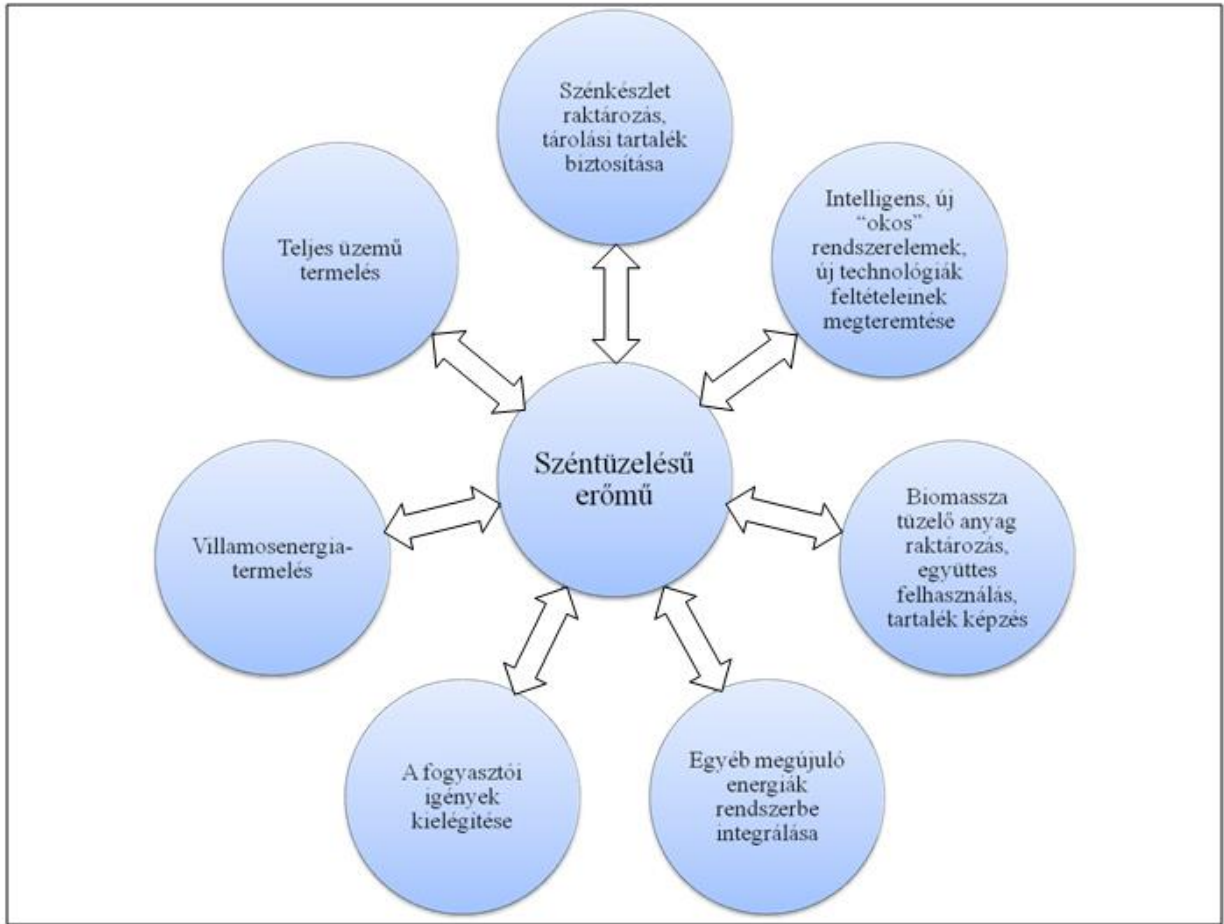
¹³⁴ Forrás: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében; Zele Balázs publikációs cikk szerint

megléte is alapvető a rendszer energiatermelő folyamataiban, hiszen ezzel lesz képes az együttes az összehangolt működésre.¹³⁵

A logisztikai ellátó körzetben, amely a fosszilis tüzelésű erőművi rendszer köré épülhet, a jövőben is biztosítani kell a tartalékképzést, melynek alappillére a blokkok és szállító rendszerek meglétének biztosításán túl a különféle rendszerek akár önálló és kiszámítható üzemideig működő rendszerlemeinek kiépítése és biztosítása is. Ez alapján, valamint jövőnk energiaellátásának és igényeink kielégítése érdekében célszerű lehet akár a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés területére is továbbfejleszteni, illetve megalkotni az ellátási láncolat és az újkori logisztikai rendszerek együttes, tudatos alkalmazását. Ez amellet, hogy szinergikus rendszert hoz létre, fontos kérdést boncolgat, hiszen nemcsak egy jól együttműködő rendszert definiálhatunk, hanem energiát takaríthatunk meg, sőt, egyes új innovációs technológiák fejlesztésére lehetünk hatással és tovább erősíthetjük a mai társadalom szemléletét, ami a tudatos és környezetvédő energiaellátást illeti. Ezek alapján a logisztikai rendszerszemlélet erőműves alkalmazási területének még inkább tudatos összekapcsolásával erősíthetjük tehát jövőnk biztonságos, és fenntartható energetikájának rendszerét. Az ellátó körzetben a teljes üzemű termelés esetében értem azt az üzemállapotot, amikor a maximális kihasználtság mellett képes működni és üzemelni az erőmű, azaz névleges teljesítményen lehet működtetni azt. Az intelligens új rendszerlemek alatt pedig a hálózatos működés kulcsát értem, amit az információ és annak áramlása biztosít, valamint az olyan eddig nem ismeretes rendszerlemek alkotják, amik a jövőben ezen csoportba sorolhatóak majd. Az ellátó körzet többi eleme magától értendő módon alkotja meg a szinergikus rendszert, melyben a szoros kapcsolatot a 17. ábrán szemléltetett oda-vissza nyilak alkotják meg.¹³⁶

¹³⁵ Forrás: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében; Zele Balázs publikációs cikk szerint

¹³⁶ Forrás: Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében; Zele Balázs publikációs cikk szerint



17. ábra - Logisztikai ellátó körzet ábrája (saját szerkesztés, Dr. Estók Sándor ea. alapján)

5.1.3 Részkövetkeztetések

Bemutattam a Mátrai Erőmű Zrt. anyagáramlási folyamatát a bányából kikerülő lignit útján keresztül a kazánokig, bemutatva az egyes szállítószalagok működését. Az elméleti kérdések tárgyalásánál kitértem az ellátásilánc-menedzsment kérdéseire illetve az RST technikára, amely a raktározás, szállítás és tárolás aspektusait veszi fókuszba. Itt természetesen körbejártam a jogi környezetet és előírásokat is, a betárolásra és készletekre vonatkozóan.

A XXI. század technikai vívmányai és folyamatos fejlődése mellett lényegesnek tartottam, hogy az intelligens logisztikai rendszerekről is szóljak, amely fő céljának leginkább a megbízhatóságot, a biztonságtechnika fejlesztését, és a környezetvédelem jegyében történő innovációt tartom.

Az ellátásilánc-menedzsment kapcsán egy összefoglaló ábrát készítettem, amely az erőművi egységekre nézve bontja le az anyagáramlás és ellátás folyamatát. Itt jelen aspektusból tekintve

az optimum kereséséig és eléréséig két lábon jut el a termelés: az infokommunikációs rendszerek fejlesztésén illetve az aprólékos logisztikai láncon át.

A hálózatos és hálózatközpontú logisztikai rendszerek tárgyalása kapcsán kitértem a biztonságtechnika fokozottabb bevonására a rendszerbe, amely megléte nélkül rendkívül komoly problémák adódhatnak a termelésbe. Ebből kifolyólag pedig szintén említést tettem a krízismenedzsment és az adott esetben szükséges, megfelelő kríziskommunikációs teendőkről. Végül, de nem utolsó sorban pedig összefoglaltam a logisztikai ellátó körzet elemeit az erőmű életében.

Ennek alapján levonható a következtetés, hogy a logisztikai rendszerszemlélet erőműves alkalmazási területének még inkább tudatos kihasználásával erősíthetjük meg jövőnk biztonságos és fenntartható energetikai termelését.

5.2 Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben

5.2.1 Infokommunikációs- és hálózatközpontú rendszerlogisztika-támogatás energiatermelő erőművekben¹³⁷

Az eddigi fejezetekben szenes erőművekben a biztonságtechnika mentén jártam végig az egyes alternatívákat, amelyek a biztonságos energiaellátást és a fogyasztói társadalmi igények teljesítését ölelik fel a környezetvédelem vonatkozásában. Mi történne Magyarország energiaellátásával, ha a Mátrai Erőmű termelési egysége meghatározott időre kiesne a rendszerből? Egy szénerőmű ellátásilánc-menedzsment szemszögéből a biztonságtechnika kérdéskörét körbejárva érdemes minden egyes szóba jöhető szempontot körbejárni, ami a biztonságos energiaellátást hivatott védeni. Ami a magyar villamosenergia-ellátást és a hozzá kapcsolódó szabályozást illeti, egyértelműen elmondható, hogy hazánk energiapolitikáját legnagyobb lignittüzelésű erőműünk, a Mátrai Erőmű erőteljesen befolyásolja.

Az ellátásbiztonság kérdésköre, a széntárolás az erőművi területen belül, a tüzelőanyag biztonságos ellátási hálózatának biztosítása és a mindenkori villamosenergia-igény kielégítése mellett a termelt energia fogyasztókhoz való eljuttatása és ennek biztonságos megvalósítása is az energiatermelő és ellátásbiztonság-központú folyamat részét képezi. Ennek akár a legkisebb mértékű akadályoztatása is súlyos következményekkel járhat, a rendszerbe való rendszerirányítás azonnali beavatkozását idézheti elő. Súlyosabb esetben olyan nem várt helyzet is kialakulhat, amely energiaellátási oldalról nézve is hatalmas károkat okozhat, ami a rendszer egészét és összetettségét tekintve egy láncreakciót indíthat el az ellátási folyamatokat tekintve. Eddigi vizsgálataim tüzelőanyag-ellátási oldalról elsősorban a lignit bányászata után a lignit hasznosításáig tartó energiatermelési folyamatig terjedt. Azonban ehhez a kapcsolódva érdemesnek tartottam egy, a villamosenergia-termelés elosztási rendszere felőli további lehetőség-elemzést is, melyet jelen fejezetben fejtek ki részletesen. Ezen túl az olyan ellátásbiztonságot növelő alternatív lehetőségeket is megvizsgáltam, amelyeket egy ilyen típusú energia-termelő egység alkalmaz, amivel akár energiaellátási biztonságot növelő eredményt is elérhet.

¹³⁷ Zele Balázs: Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE

Egy alapvetően lignit korú szén hasznosítására és villamos-energia termelésére épített erőmű esetében az ellátásbiztonság és a tüzelőanyag ellátási lánc megbontását okozó vagy előidézhető lehetőségek számát a minimumra kell csökkenteni. Ebben a részben olyan rendszerszemléletű modellt alkotok meg, amely alkalmas lehet a függőségek átvilágítására. Egy erőmű ellátási láncában bekövetkező veszélyek és a sérülékenységek felmérése, védelmi mechanizmusok létrehozása mind-mind komoly feladat elé állítják a területükön dolgozó szakembereket. A folyamat átvilágítása, felülvizsgálata még a távoli jövőre nézve is kihívásokat jelenthet. Egy erőmű különféle rendszerlemeinek tárgyalásánál az egymásra irányultság szerepe az, amit mindenkor figyelembe kell venni és az ezekhez kapcsolódó mechanizmusok megfelelő arányú és minőségű ellátását biztosítani. Nem elég azonban a rendszer egészének stabil egységet képeznie, az elemeknek önmagukban is megbonthatatlan rendszert kell alkotniuk.¹³⁸

A Mátrai Erőműnél is alkalmazott EU direktíva¹³⁹ alapján már a korábbi években is bevezetett biomassza-lignit együttes hasznosításán túlmenően ezt a kölcsönhatást célszerű bővíteni. Így egy műszaki, katasztrófa- vagy biztonságvédelmi kérdéskört végigjárva a biomassza minél nagyobb arányú meglétének biztosítása kiemelt fontossággal bírhat. A megújuló energiák rendszerbe integrálása tehát növelheti, és ahogy jelen állás szerint is működik az erőműben, – a kettős, biomassza-lignit együtt tüzelés miatt – növeli is az ellátási oldal forrásait.

5.2.2 Energiabiztonság rendszerei¹⁴⁰

Bajor Péter disszertációjában az ellátási hibák felmerülésére hívja fel a figyelmet és rögzíti is egyben, hogy a forrásoldali hiány bekövetkeztekor milyen korlátozások léphetnek fel. A biztonságtudomány, biztonsági folyamatok és szállításbiztonság fogalmi csoportkörére építve ismerteti egy erőműves (Mátrai Erőmű) példa alapján, hogy 2013. 01. 13-án, – amely akkor az ország villamos-energia szolgáltatásának 13%-át tette ki – 95%-al csökkent le az erőmű teljesítménye, melyet egy nem várt esemény bekövetkezése idézett elő. Az esetről az időjárási adatok alapján a hazai viszonylatban extrémnek mondható -25 °C-os hidegben a szállítószalag-

¹³⁸ Varga Péter János: disszertáció: Kritikus infrastruktúrák vezeték nélküli hálózatának védelme, 2013., (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2013/varga_peter_janos.pdf (letöltés ideje: 2015. 02. 09.)

¹³⁹ 2020-as EU direktíva tartalmi része alapján, (online), url: http://ec.europa.eu/energy/renewables/targets_en.htm

¹⁴⁰ 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

pályák – melyek a lignit üzemanyag transzportálását biztosítják az erőmű bányája és a széntérkazán útvonal között – a hideg következtében befagytak.¹⁴¹

A leírtak alapján az energiatermelő létesítmény blokkjai közül, melyek névleges teljesítményen 830 MW energiát képesek előállítani, a befagyott szénútvonalak miatt csupán a 100 MW teljesítményű blokk tudott 50%-os kihasználtsággal üzemelni.¹⁴²

Véleményem szerint az ellátási hibák felmerülésének ezen fázisát – azaz a tervezhetőség ezen szakaszát – nehéz és bizonytalan dolog előre jelezni, legyen szó a forrásoldali hiányról vagy akár a korlátozásokról. Megfelelő biztonságtechnológiai és krízismenedzsment, továbbá kríziskommunikációs eszközök bevonásával és felhasználásával azonban a jövő egyik megoldandó kérdésköre lehet *a biztonság* körének kialakítása energiatermelő egységek anyagáramlási rendszereiben.¹⁴³

Az importigények lekötését és ezzel együtt a másnapi várható szükséges energia mennyiségét a rendszerirányítónak egy előre (többnyire tapasztalati) meghatározott struktúra szerint mindig a következő napra előírt módon jelezni kell, mely elosztja az erőművek és energiaellátó egységek közötti várható és megkívánt másnapi előállított kapacitásbeli mennyiséget. Így az ellátásbiztonság kérdésköre véleményem szerint teljes mértékben megoldható és biztosított. Adott időben azonban az így kiesett kapacitás miatt a MAVIR ZRt., mint rendszerirányítási és mérlegköri felelős, részleges villamosenergia-korlátozást rendelt el.¹⁴⁴

Véleményem szerint és Bajor Péter disszertációjában megfogalmazottak alapján a logisztika – biztonságtechnika – biztonságos energiaelőállítás és ezek továbbítás kapcsolati rendszerei a példa alapján szoros egységet alkotnak. Ezeket az elemeket egy egységben összegezve egy új, *energiabiztonság központú rendszerlogisztikai struktúra* hozható létre.

¹⁴¹ Bajor Péter: disszertáció, 2013., (online),

url: http://mmttdi.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Disszertacio_2013.pdf (letöltés ideje: 2015. 02. 06.)

¹⁴² Bajor Péter: disszertáció, 2013., (online), url:

http://mmttdi.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Disszertacio_2013.pdf (letöltés ideje: 2015. 02. 06.)

¹⁴³ Zele Balázs: Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 2014. alapján

¹⁴⁴ Bajor Péter: disszertáció, 2013., (online),

url: http://mmttdi.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Disszertacio_2013.pdf (letöltés ideje: 2015. 02. 02.)



145

18. ábra - Energiabiztonság központú rendszerlogisztika felépítése, forrás: (saját szerkesztés) ¹⁴⁶

Az energiabiztonság központú rendszerlogisztika egy folyamatirányító menedzsment köré épülő rendszert képez, amely szervezi, vezeti és alapjaiban irányítja a logisztikai folyamatokat. Emellett központi szereppel bír az infokommunikációs rendszerelemekkel egyetemben, így egy egész struktúráként felfogható egységet képezhetünk, amellyel a folyamat biztonság elérése könnyedén megvalósíthatóvá válik.¹⁴⁷

A villamosenergia-tárolási irányokat és módokat tekintve a szakirodalomban is összefoglaltak alapján, centralizált és decentralizált rendszereket különíthetünk el. A centralizált rendszer a nagy mennyiségben jelentkező távvezeték és tranzit útvonalakat öleli fel, a decentralizált rendszernél pedig a helyi egyensúlyt biztosítja a tárolásra alkalmazott egységek összekapcsolódása (microgrid, smart grid és egyéb intelligens hálózati elemek).

Mai ismereteink szerint a villamosenergia-tárolás nem teljes körűen megoldott, igaz a folyamatos fejlesztések és a szakemberek aktív működése révén már léteznek erre irányuló

¹⁴⁵ * Az erőműben biztonság alatt leginkább a következőket értem: széntárolás erőművi területen belül, a tüzelőanyag biztonságos ellátási hálózatának biztosítása, a mindenkori villamosenergia-igény kielégítése, a termelt energia fogyasztóhoz való eljuttatása és ennek biztonságos megvalósítása.

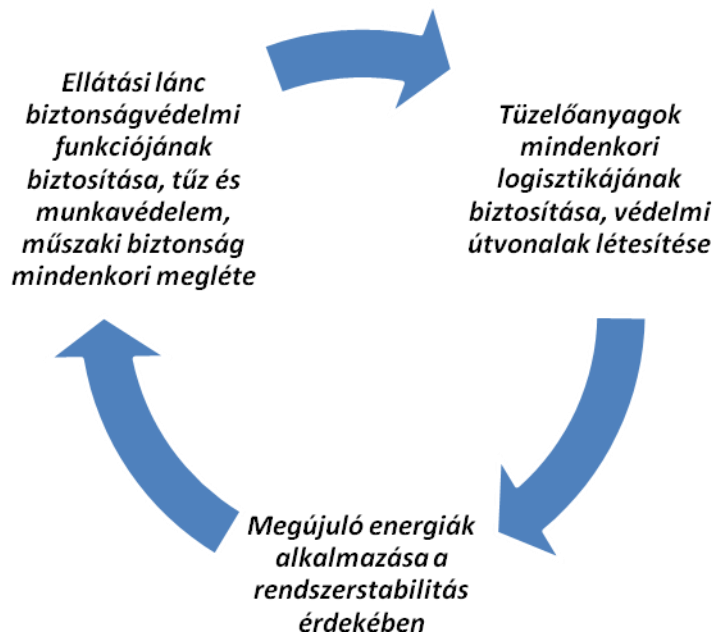
¹⁴⁶ Saját kidolgozás és szerkesztés

¹⁴⁷ Dr. Estók Sándor: Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika c. munkája alapján (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2009/3/02_estok.pdf (letöltés ideje: 2014. 11. 12.)

különböző kutatási és fejlesztési projektek. Azonban amíg ezek a rendszereket nem lehet teljes mértékben biztonságos módon kezelni, addig érdemes lenne a tüzelőanyag-ellátó rendszerek fejlesztési lehetőségeit és a bennük rejlő irányokat felszínre hozni. Dr. Estók Sándor is előre vetíti az új technológiák minél korábbi bevezetését és fejlesztési irányát a közeljövőre vetítve, melyet alább fogalmaz meg. „...*a logisztikai rendszerhez hozzátartozik több ellátási lánc, amely az anyagi jellegű ellátást végzi a teljes termelő elosztó rendszerben. Feladatuk a beszerzés, szállítás, tárolás, raktározás, működtetési támogatás, szállítási tevékenység a fogyasztókig és cserék elvégzése.*” Figyelemmel kísérve az együttműködést, megállapítja, hogy a megújuló energia hasznosításának bármely területén, a logisztikai támogatás és szolgáltatás soha nem önmagáért jön létre, mivel támogatni és szolgáltatni mindig partnereket lehet.¹⁴⁸

A jövő megújuló energiáit egy rendszerben alkalmazva meglátásom szerint egy ellátásbiztonság központú struktúra hozható tehát létre, amely stabilitást képezhet és erősíthet egy országos villamos hálózati rendszert.

¹⁴⁸ Dr. Estók Sándor értekezésében foglaltak szerint (online),
url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf (125. old.) (letöltés ideje: 2014. 11. 12.)



19. ábra - Ellátásbiztonsági struktúra stabilitását mutató folyamatára erőművi, energiaelőállító szinten, (saját szerkesztés) ¹⁴⁹

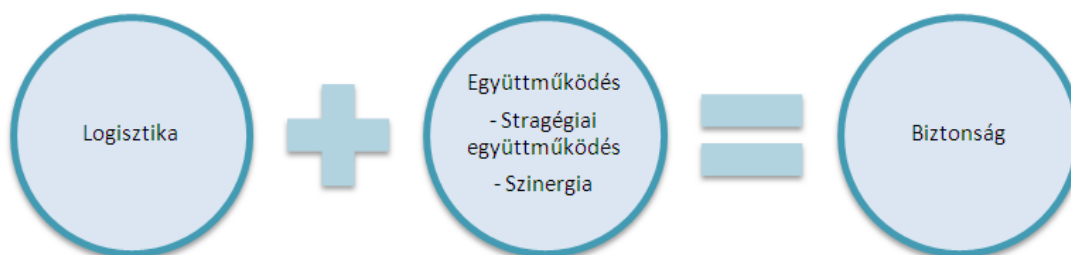
Alapjait tekintve az ellátásbiztonságnak energetikai értelmezés szerint napjainkban több változata és megfogalmazása ismert. Azonban jelen dokumentációban kísérletet teszek egy, a modern kornak és mai tudásközpontú világunk elvárásainak megfelelő tudásbázissal az ellátásbiztonság folyamatainak bemutatására, annak logisztikai hierarchiában beépült és elfoglalt helyével.

Alapjait tekintve, az ellátásbiztonság fogalma alatt külső és belső ellátási biztonságra tagolható aspektusokat ismerünk. Külső ellátásbiztonságnál a nemzetközi szinten elosztott energia elosztását, az energetikai relevanciájú külkapcsolatok alakulását értjük. A belső ellátásbiztonság megfogalmazásánál a „nemzeti szinten” történő technológiai szemléletű folyamatok történnek: egyrészt az energiapiaci szereplők működési kereteinek, másrészt pedig az ehhez kapcsolható energiainfrastruktúra kialakítása és fenntartása zajlik.

¹⁴⁹ Saját kidolgozás és szerkesztés

5.2.3 Biztonság – Villamosenergia-infrastruktúra¹⁵⁰

A leírtakon túlmenően, az ellátásbiztonság fogalmi meghatározásánál érdemes figyelni a sokrétű és több tudományágon átívelő ismeretre, melybe beletartoznak a politikai, környezeti, katonai, társadalmi és gazdasági dimenziók is.¹⁵¹ Az ellátásbiztonság fogalmi meghatározásába beletartozik az energia szállítási és elosztási rendszere is. Azonban a logisztika fogalmi körével összekapcsolva, illetve egymásba ültetve a két meghatározást egy új, megtámadhatatlan és *biztonsággal* üzemelő egységet képezhetünk, mellyel meghatározhatóvá válik az általam értelmezett biztonság fogalmi tárgyköre is.



2. ábra - A biztonság fogalmi meghatározását felépítő szemléltető ábrája, forrás: (saját szerkesztés)¹⁵²

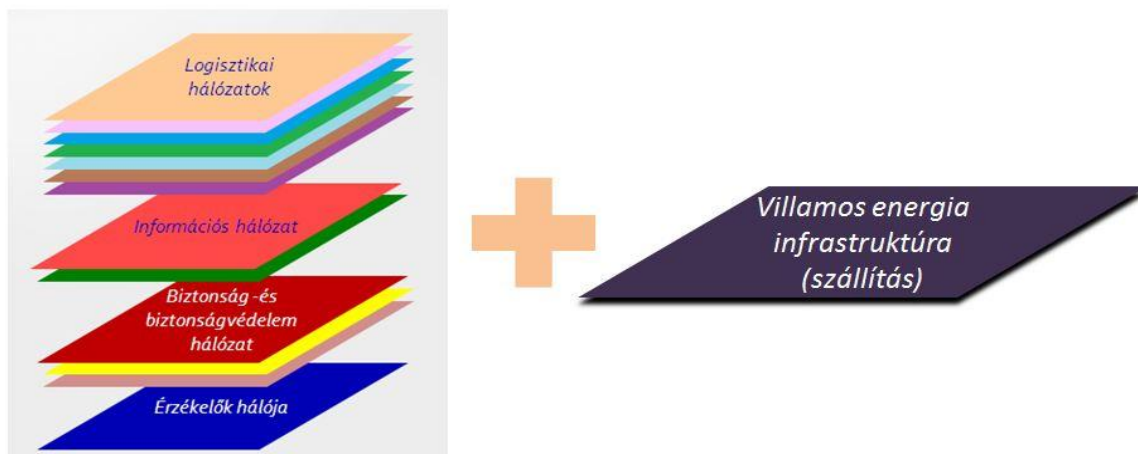
Villamosenergia-transzportálási és elosztói oldalról nézve a felépítést, a biztonságos és mindenkor biztosított energia-termelés és továbbítás csak akkor valósul meg, ha az egyes részfolyamatok megléte mindenkor biztosított a termelői oldalon. Azonban nem csak ebben a folyamatban, hanem a beszerzéstől a teljes ellátásig kell értelmezni a rendszert. Ezen szinteknek a rendszer minden eleménél jelen kell lennie, legyen szó akár a bányáról, az erőművi blokkokról vagy akár a fogyasztókról. Az alapanyag (tüzelőanyag) kitermelés, tárolás és energiává átalakítás után egy korábbi publikációmban is rögzítettek szerint¹⁵³ a módosított hálózati kapcsolatok ábrája további részegységgel bővíthet ki, mely az energia-infrastruktúra szállítási oldalát a villamosenergia-átviteli vezetékes rendszerben lesz hivatott értelmezni. A 21. ábrán látható a kapcsolati rendszer ábrája.

¹⁵⁰ Zele Balázs: Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE

¹⁵¹ Dobos Edina: Az energiaellátás biztonságának elméleti kérdései (online), url: http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/dobos_edina-az_energiaellatas_biztonsaganak_elmeleti_kerdesei.pdf (letöltés ideje: 2014. 11. 01.)

¹⁵² Saját kidolgozás és szerkesztés

¹⁵³ Zele Balázs: Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 2014. alapján



3. ábra - Villamosenergia-átviteli vezeték rendszerre alkalmazott módosított hálózati kapcsolatok ábrája, forrás: (saját szerkesztés)¹⁵⁴

Dr. Estók Sándor megfogalmazásban és N. A. Utyenkov leírásában¹⁵⁵ is szerepelt már, hogy „[...] az energiahordozókat felhasználó erőművek (szén-, olaj-, földgáztüzelésű erőművek, atomerőművek) nem tartoznak az infrastruktúra fogalmkörébe, ezek ugyanolyan termelőüzemek, mint az ipar más termelő létesítményei. Az általuk előállított energia szállítására szolgáló hálózatok, és az azokon található különböző funkciójú létesítmények azonban már az infrastruktúra részét képezik..”¹⁵⁶

Napjainkban még az infrastruktúra fogalmi meghatározása sem teljesen egyértelmű, illetve több megfogalmazása is ismeretes. Azonban állásfoglalásom szerint az infrastruktúra energia-környezetben értelmezett fogalmát összekapcsolva a logisztika hálózati kapcsolati részével, egységes kialakítást érhetünk el a megtermelt és elosztásra szánt villamosenergia-vonatkozásában.

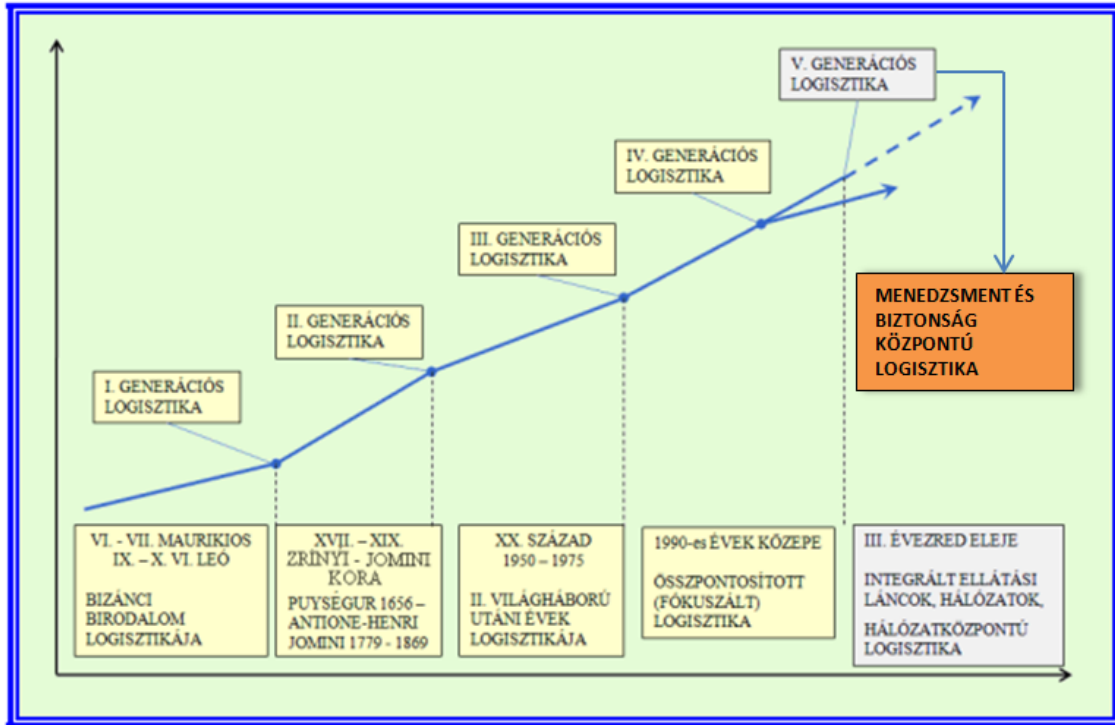
Ezek után a fejezet végső következtetésében fontosnak tartom a XXI. századi normáknak is megfelelő megfogalmazását és ismertetését is, melyet egy egész folyamat átölelő menedzsment-bázisú és az ellátásbiztonság összetett fogalmi értelmezésére épülő

¹⁵⁴ Saját kidolgozás és szerkesztés; N. A. Utyenkov, Dr. Estók Sándor értekezésében a 82. old. lévő 19. ábra (logisztikai hálózatok + Információs hálózat + érzékelők hálója, továbbá Zele Balázs: Szénerőmű tüzelőanyag-rendszerének helye a logisztika tudományában, 2014.

¹⁵⁵ Az infrastruktúra szerepe a területi fejlődésben, a térszerkezet és az infrastruktúra fogalmai, (online), url: http://www.terport.hu/webfm_send/295, (letöltés ideje: 2014. 11. 06.)

¹⁵⁶ Az infrastruktúra szerepe a területi fejlődésben, a térszerkezet és az infrastruktúra fogalmai, (online), url: http://www.terport.hu/webfm_send/295, (letöltés ideje: 2014. 11. 06.)

rendszerlogisztika képez. Értem ez alatt a logisztikai szemlélet és gondolkodás újabb innovációs mivoltát, mégpedig az V. generációs logisztikai rendszer megerősítését, és egyik alpontjaként is felfogható szerepét, amit a 22. ábrán részletesen is bemutattam.



4. ábra - Újkori logisztika fejlődése a XXI. században, forrás: (saját szerkesztés)¹⁵⁷

A 22. ábra alapján azon munkálkodom, hogy az itt található szintek közül az erőművet az ötödik generációs logisztikai szintre emeljem, így a cél az, hogy az ott működő logisztikai és informatikai rendszereket is ugyanerre a szintre tudjam léptetni. Ez azért lényeges, mert jelenleg az erőmű még csak a második szinten helyezkedik el, ugyanakkor az újkori menedzsment- és biztonságközpontú logisztikát már nem lehetne ezen a szinten értelmezni, elemezni. Ez a menedzsment és biztonság központú logisztika, az újkori logisztika fejlődésének, azaz az V. generációs logisztikának egy következő szintjét fedi le. Itt az újkori menedzsment- és biztonságközpontú logisztika általam kifejtett modellje jelenik meg, amely egy egész folyamat átfogó menedzsment-bázisú és ellátásbiztonság struktúrájú rendszert alkot. A menedzsment központú logisztikai rendszeren belül működik tehát a kockázati menedzsment struktúra, mely a rendszer elemeként párhuzamosan működik. A biztonság központú logisztikai rendszeren belül

¹⁵⁷ Saját kidolgozás és szerkesztés, Dr. Estók Sándor értekezésében foglaltak szerint (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf (letöltés ideje: 2014. 11. 17.)

pedig az energia és ellátásbiztonság vonal képviselteti magát, amelyek működését már a korábbiakban kifejtettem. Látható tehát, hogy az egyes elemek együttese hogyan képes megalkotni az V. generációs logisztika következő szintjét.

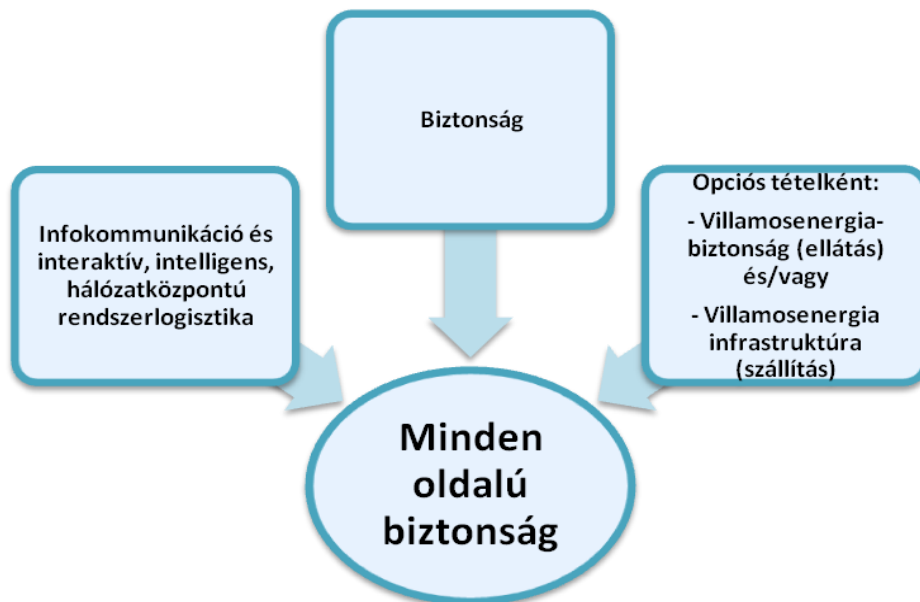
5.2.4 A villamos energia ellátás vezetékek-logisztikai modelljén végzett vizsgálatok eredményei alapján¹⁵⁸

Bajor Péter disszertációjában is megjelenik, hogy a „[...]a vevői nézőpont helyett az ellátási lánc szereplőinek a fogyasztók és a beszállítók között képviselt partnerségét középpontba állítva a logisztikai vállalatok teljesítményének értékelésekor is érdemes kiemelt figyelmet fordítani a vevőkkel egyidejűleg a beszállítókra is.”¹⁵⁹

Ezt a tényállást saját nézőpontommal kiegészítve megállapítottam, hogy ha a rendszerben az ellátásbiztonságot helyeztem fókuszba, a logisztikában a szükségletek kielégítésén túl annak biztonságos és minden igényének megfelelő rendszerét lehet kialakítani a villamosenergia-előállító és villamosenergia-átviteli vezetékes rendszerekben. Így egy olyan tétel is felállítható, mely komplex ellátásközpontú logisztikai rendszer néven a biztonság és az infokommunikációs egységek mellett a fogyasztók és beszállítók partnerségi viszonyairól sem megfeledkezve, illetve a villamosenergia specifikus rendszerei közül opcionális választással élve ismételten csak összetett rendszerstruktúra létesülhet. A kapcsolati felépítéséről alkotott ábrám a 23. ábrán látható.

¹⁵⁸ Zele Balázs: Az energiabiztonság innovációs területei a villamosenergia-termelő erőművekben BOLYAI SZEMLE

¹⁵⁹ Bajor Péter disszertáció: Kritikus infrastruktúrák vezetékek nélküli hálózatának védelme, 2013., (online), url: http://mmtdi.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Disszertacio_2013.pdf, (letöltés ideje: 2014. 11. 06.)



5. ábra - Minden oldalú biztonság fogalmi meghatározása villamosenergia-rendszerek vonatkozásában ¹⁶⁰

5.3 Logisztikai iparbiztonság erőművi tüzelőanyag-ellátó rendszereknél

Villamosenergia-termelő egységeket vizsgálva a következő részben továbbra is a tárgyalt erőmű tüzelőanyag-ellátó logisztikai rendszerét és a körülvevő védelmi rendszereket valamint védelmi struktúrájukat csoportosítom, foglalom össze. Megvizsgálom a rendszerek jellemzőit, ezek egymásra gyakorolt hatását és összegezem a lehetséges jövőbeni meglátásaimat.

Célom a fejezetben, hogy egy erőmű életciklusában az összetett és egymásra komoly hatással lévő rendszerek illetve rendszerelemek közül a biztonságos tüzelőanyag-ellátás útvonal meglétén keresztül vizsgálat alá vegyem a különféle védelmi funkciókat az alapanyag beszerzéstől (bányászat) a hasznosításig terjedően (villamosenergia-termelés). A tervezés, beruházás és építés valamint üzemeltetés, végül a leszerelés fázisait egymástól elkülönítve tanulmányozom a rendszer stabilitási lehetőségeit, ezen felül megfogalmazom a folyamat egyes részeinek egymásra utaltságát.

5.3.1 Logisztikai vagyonvédelmi rendszerek¹⁶¹

Az Utassy Sándor értekezésében foglaltak alapján a komplex vagyonvédelem köre szorosan kapcsolódik az általam megfogalmazott téma aktualitásához és munkám ezen fejezetének

¹⁶⁰ Saját kidolgozás és szerkesztés

¹⁶¹ Zele Balázs: A MÁTRAI ERŐMŰ LOGISZTIKAI TÁMOGATÁSÁNAK VÉDELME A BIZTONSÁGOS TÜZELŐANYAG-ELLÁTÁS ÉRDEKÉBEN X. évfolyam 2. szám - 2015. Június

kiindulási pontját is ez adta. Ezen felül objektumok integrált biztonságtechnikai rendszereivel mint komplex villamos rendszerekkel is véleményt formált, továbbá alapos kutatási munkája során megfogalmazta, hogy az egyes objektumok, épületek és az azokat körülvevő berendezések, szervezetek működését több kockázati tényező is befolyásolja. Ezen kockázati tényezők között a technológiai paraméterek, a szándékos károkozás, az emberi tényezők és a környezeti paraméterek (pl.: hőmérséklet, nedvesség stb.) csoportjait különíthetjük el egymástól. Ezek megelőzésére, kockázatcsökkentő eljárás módjára többféle megvalósítási mód létezik, melyek egy rendszert létesítve komplex vagyonvédelem néven egy egymásra épülő piramisszerű rendszert alkotnak. Összetevői a megelőző intézkedések, biztosítás, élőerős védelem, elektronikai védelem és a mechanikai védelem.¹⁶²

Erőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél véleményem szerint kiemelt fontossággal bír a megelőző intézkedések köre, hiszen elsődleges szempont, hogy a gazdasági, technikai és emberi tényezők, hibák lehetőségét a lehető legminimálisabb szinten tartsuk. Utassy Sándor értelmezésében a mechanikai védelem elsődleges célja, „[...] a behatolás késleltetése, az elektronikai védelem jelzőrendszerei által értesített élőerős védelem helyszínre érkezéséig, beavatkozásáig.”¹⁶³ A tűzjelző rendszereket az elektronikai védelem körébe értjük. Csakúgy, mint a mechanikai védelem esetében, az elektronikai védelemnek is megvannak a maga funkciós területei, továbbá a szinergia hatás biztosításával és kihasználtságával az egyes területek produktivitása nagymértékben növelhető. Biztosítani kell tehát, hogy a védelmi rendszerek megfelelő működésén túl az esetlegesen bekövetkező kockázati események száma is a lehető legkisebb legyen.¹⁶⁴

Álláspontom szerint az egyes üzemi illetve az erőmű környezetét lefedő területi adottságoktól függően kell megválasztani a helyes megelőző, mechanikai, elektronikai védelmi struktúrát a szentes erőművek tüzelőanyag-ellátó rendszereinek függvényében, azonban a legfontosabbak ezek közül is az alábbi elemek lehetnek.

Megelőző intézkedések:

¹⁶² Dr. Utassy Sándor: Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései; értekezés: (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/utassy_sandor.pdf letöltés ideje: (2014. 11. 20.)

¹⁶³ Dr. Utassy Sándor: Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései; értekezés: (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/utassy_sandor.pdf (13. old.), (letöltés ideje: 2014. 11. 20.)

¹⁶⁴ Dr. Utassy Sándor: Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései; értekezés: (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/utassy_sandor.pdf (letöltés ideje: 2014. 11. 21.)

- Rendszeres és naprakész tűzmelegelőzési és védelmi ismeretkör a tűzvédelmi jogszabályok alapján, illetve ezek alkalmazásával;
- beépített tűzvédelmi berendezések működésének ismerete, meghibásodásokkal kapcsolatos ismeretkör, időszakos felülvizsgálat akár az előírásokban rögzített időn belül is;
- elméleti és gyakorlati ismeretek mindenkori összekapcsolása, együttes vizsgarendszer és időszakos tudásbázis frissítés.

Elektronikai és mechanikai védelem:

- Több szinten biztosított, összetett és egymással kölcsönös információs struktúrával rendelkező tűzvédelmi rendszer (élőerős - azaz őr személyének biztosítása, mechanikai, elektronikai tűzvédelmi eszközök összekapcsolása).
Mechanikai védelem alatt érthető akár a kerítés, akár a bejáratoknál elhelyezett teherkapu mechanikai szilárdsága, míg elektronikai védelem esetén az ellenőrzött beléptetési pontokkal rendelkező rendszerek vagy távvezérelt kapuk biztosítása;¹⁶⁵
- Monitoring: távfelügyelet, pl.: kamerarendszerek biztosítása szénzállítási és tárolási útvonal meghatározott szakaszainál elhelyezve, kockázati besorolás mértékétől függően, akár hővédelmi megfigyelőkkel és füstérzékelőkkel együttesen.

Kockázat:

- Kockázatok pedig adódhatnak az Utassy Sándor által is leírtak szerint a következő tényezők alapján: technológiai paraméterek, szándékos károkozás, emberi tényezők és környezeti paraméterek. Kiemelkedő szereppel bír továbbá az logisztikai kockázatok egyedi csoportja is úgy, mint a beszállítókkal kapcsolatos kockázatok, vagy a tüzelőanyag tárolásával és biztosításával azonosítható kockázatok.

A következő szemléltető ábrán foglaltam össze a fent leírtakat ezzel egy átfogó képet alkotva a folyamat rövid, lényegre törő elemeinek összekapcsolásával. (24. ábra)

¹⁶⁵ 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 (letöltés ideje: 2014. 11. 28.)



24. ábra - (saját szerkesztés): Szénerőművi logisztikai vagyonvédelmi rendszer felépítése a tüzelőanyag-ellátás rendszerénél

Az általam értelmezett logisztikai vagyonvédelmi rendszereknél – melyet szénerőművi energiaellátó rendszerek, ezen belül is a tüzelőanyag transzportrendszereknél értelmeztem – leszögezhető, hogy a rendszerek működési területe behálózza a világ szenes erőműveinél a logisztikai és biztonságtechnikai területet és az egyes megújuló, egyéb tüzelőanyaggal kiegészített egységek technológiai kapcsolatait. Ezen felül a különféle és kiemelt fogalmi körök átértékelik a korábbi, vagy még meg sem fogalmazott védelmi szervezést szénerőműves területen, ezzel kiszámíthatóvá téve az egységes vagyonvédelmi logisztikát szénerőműves környezetben.

Erőmű-védelmi rendszer tervezésénél a biztonsági szempontból veszélyes anyagok tárolásával, vagy az őrség és védelmi rendszerek kialakításával, esetleg az ún. „blackout” – teljes üzemszünet – során bekövetkező eseményekkel és azok következményeivel is számolni kell. Már a tervezés fázisában kiemelt figyelmet kell szánni a helyszín kijelölésére ahol a létesítmény épül, de az erőmű útburkolattal és vagy vasútvonallal történő biztosítására is. Az

építmény feladatköre a hozzá legközelebbi elosztó állomásig tart, a biztonságos működés további részéről a rendszerirányító (MAVIR) gondoskodik.¹⁶⁶

Kiss Sándor és Vass Attila tudományos közleménye alapján is látható, hogy a téma elég összetett, melyben véleményem szerint kiemelt szerepet tölt be a logisztika és annak vagyonvédelmi rendszere a biztonságos tüzelőanyag-ellátás során.

A logisztikai folyamatokat vizsgálva, a lignit-tüzelőanyag transzport folyamat a bányától az erőműig több pontból tevődik össze, amíg a villamosenergia-termelés és elosztás megtörténik a fogyasztók irányába. Ilyen termelési egységet vizsgálva mind más és más üzemi körülmények és környezeti hatások kerülhetnek az *üzemelés* témaköre alá: így a beruházás, normál üzem vagy az üzemidő meghosszabbítás, amely a változó környezeti hatások miatt következhet be felújításkor, vagy a leszerelési továbbá a bezárási fázisban is. Egy erőmű tervszerű működése során fontos a tüzelőanyag mindenkori biztosítása, mind a tűzvédelmi szempontokat figyelembe véve, mind pedig vagyon és biztonságvédelmi alternatívákat előtérbe helyezve. Nem szabad figyelmen kívül hagyni az embert, mint olyan faktort, amely a rendszer stabilitását veszélyeztetheti, megbonthat. Ezen kívül, ahogy Berek Tamás és Horváth Tamás megfogalmazásában is olvashatjuk, építőipari beruházások során, felújítások alkalmával változó környezeti hatásokról beszélhetünk – melyekre erőművi környezetben is fel kell készülni – így az egyes emberi tényezők befolyásoló hatása itt is érvényesülhet, hiszen „külsős” munkavállalók lépnek erőművi környezetbe.¹⁶⁷ Összekapcsolva ezeket az elemeket, egy általam elképzelt védelmi rendszert lehet kialakítani és a figyelmet felhívni a tüzelőanyag biztosításának maximális elérhetőségének lehetőségére továbbá biztosítására, erőműves szinten.

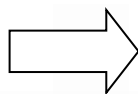
A védelmi rendszert befolyásoló tényezők folyamatábrája és struktúrája erőműves szinten ábrázolva a 25. ábrán látható.

¹⁶⁶ 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 (letöltés ideje: 2016. 05. 10.)

¹⁶⁷ 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 (letöltés ideje: 2014. 11. 28.)

Védelmi rendszert befolyásoló tényezők szén-erőművi tüzelőanyag-ellátás esetén

- Szoros kapcsolat a védendő területek (bányász- és széntér-szalagrendszerek) és az emberi tényezők között
- *Üzemelés és a logisztikai vagyónvédelmi rendszer kapcsolata*



"Új típusú" tervezési mód?

6. ábra - (saját szerkesztés): Erőművi védelmi rendszert befolyásoló tényezők a tüzelőanyag-ellátás során változó környezeti hatások függvényében

Akár tüzelőanyag-ellátó rendszerekben bekövetkezett eseményeket, károkat veszünk vizsgálat alá, akár egy (szén)tárolási megoldást vagy a biztonságos energiaellátást nézzük, a rendszerek és területek egymásra utaltságától minden esetben szót kell ejteni, ezeket együttesen kell kezelnünk. Utassy Sándor komplexitás-csökkentési elvéhez kapcsolódva az „új típusú” tervezési mód megfogalmazása alatt azt értem, hogy a jövőben a fentiekben leírtakkal különös és körültekintő módon számolni kell. Gondolok itt a tüzelőanyag-transzport folyamat mindenkorai biztosítására, ezzel együtt a fogyasztói igény kielégítésére, valamint a folyamatban részt vevő rendszeres elemek egymásra utaltságára. Különösen igaz ez akkor, amikor a tüzelőanyag-ellátással kapcsolatos transzport folyamatokat, és az emberi ráhatás következményeit vizsgáljuk, akár a beruházás, felújítás, leszerelés fázisait vagy a földrajzi területeket is vesszük alapul. Beruházás esetében az épülő erőműhöz kapcsolódó bányaterület kiművelése és feltárása, a bezárás fázisánál pedig a rekultiváció módjaira kell nagy hangsúlyt és figyelmet szentelni, továbbá biztosítani a zavartalan munkavégzési és tüzelőanyag-áramlási folyamatokat.

További felvetés lehet, hogy mennyire függ össze az emberi tényező a biztonsági tűzjelző berendezések együttes működési rendszerének összehangoltságával, működésével. Az ember,

mint a működő rendszer egészét alkotó elem, ahogy az adott technológia irányítását és szabályozását kézben tartja, úgy kiváltó okozója/faktora is lehet egy rendszer egyensúlyát megbontó veszély vagy súlyosabb esetben, egy baleset létrejöttének. Ezen megállapítás tudományos hivatkozásban az alábbi megfogalmazásban szerepel: az emberi teljesítmény alapvető hatást gyakorolhat a komplex műszaki rendszerek megbízhatósági és biztonsági szintjére. A megbízhatósági illetve kockázatelemzésekben az emberi kölcsönhatások megfelelő kezelése a legfőbb tényező a balesetsorozatok és azok teljes kockázatbeli relatív fontosságának megértéséhez. Az emberi megbízhatósági vizsgálatok (HRA) céljai, hogy a kulcsfontosságú emberi kölcsönhatásokat módszeresen beazonosítva elemezzék és így nyomon követhetően építsék be a biztonsági elemzésekbe/vizsgálatokba. Ezen sikerek és kudarcok valószínűségének számszerűsítése mellett olyan kitekintést szükséges nyújtani, amely fejlesztheti az emberi teljesítményt.

Fontos kiemelni itt is a teljesítmény fejlesztésekor kiemelkedő elemeket. Ilyen lehet az ember-gép egymáshoz illesztése, a folyamatok és oktatási struktúra fejlesztése, a munkakövetelmények és az emberi képességek jobb összehangolása, a sikeres helyreállításra vonatkozó tanulmányok széleskörű kiaknázása, illetve az egymással korreláló emberi hibák hatásainak csökkentése és javítási vonatkozásainak vizsgálata.¹⁶⁸ A szándékos emberi károkozás lehetősége ebben a folyamatban nem került elemzés alá, javaslatom szerint azonban későbbi felvetésként akár egy ilyen szemléletközpontú vizsgálati elemzés is elvégezhető.

Manapság egyre gyakoribb megoldási mód az egyes cégek és üzemek munkafolyamataink működése során, hogy alvállalkozók bevonásával egészítsék ki a megfelelő mértékű és minőségű kivitelezés biztosítását. „Új típusú” szemléletű világunkban az emberi tényező nagyfokú ráhatása, és befolyásoló szerepe itt is megjelenhet, mivel akár az esetleges kultúrabeli különbségekből, vagy az egyes cégek más és más szemléletű adottságaiból fakadóan a munkavégzési folyamatokat összehangoltan érdemes kezelni, mely a közös érdekek megvalósításán alapul.

¹⁶⁸ 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>

Erre alapozva behatóbban vizsgáltam a stakeholder-analízis témakörét, mivel előzetes ismerettel és tudásanyaggal előre tervezhető és csökkenthető a befolyásoló szerep. Dr. Fenyvesi Éva leírása alapján a stakeholder-analízis célja egy olyan kapcsolati rendszer, melyben a különböző érintettek és a részükről leginkább befolyásolt kérdések közötti kapcsolatrendszer megjelenik. Az érintettek és résztvevők csoportja többféle és egyben különböző lehet, azonban alapjait tekintve belső és külső érintettek csoportjait körét különíthetjük el egymástól. Használható ez egy szervezet működésénél a tervezés, a végrehajtás és későbbi elemző-módosító szakaszokban is.¹⁶⁹

A stakeholder-elméletre alapozva, valamint Albert-László Barabási, Behálózva című művére is hivatkozva leszögezhető, hogy a hálózatok véletlen jellegű nézete megdőlni látszik napjainkban. A középpontok nem véletlenszerűen bukkannak fel, vagy vannak jelen életünkben, hanem újabb kihívást foglalnak magukba. Ebből is következik, hogy a hálózatokról másféle megközelítés szerint kell majd gondolkodnunk.¹⁷⁰

Úgy vélem, hogy ábrázolni kell egy olyan rendszert, amely összefoglalja az erőmű tüzelőanyag- és logisztikai ellátó rendszere körüli események, folyamatok egymásra hatását. Az általam elképzelt rendszer felépítési struktúrája a következő ábrán látható. Az ábrán tehát a stakeholder-elmélet csak a kiinduló pontot adta, azt továbbdolgozva egy új felépítést alkottam, ahol az erőmű tüzelőanyag transzportrendszerére befolyással lévő szempontok lettek összefoglalva.

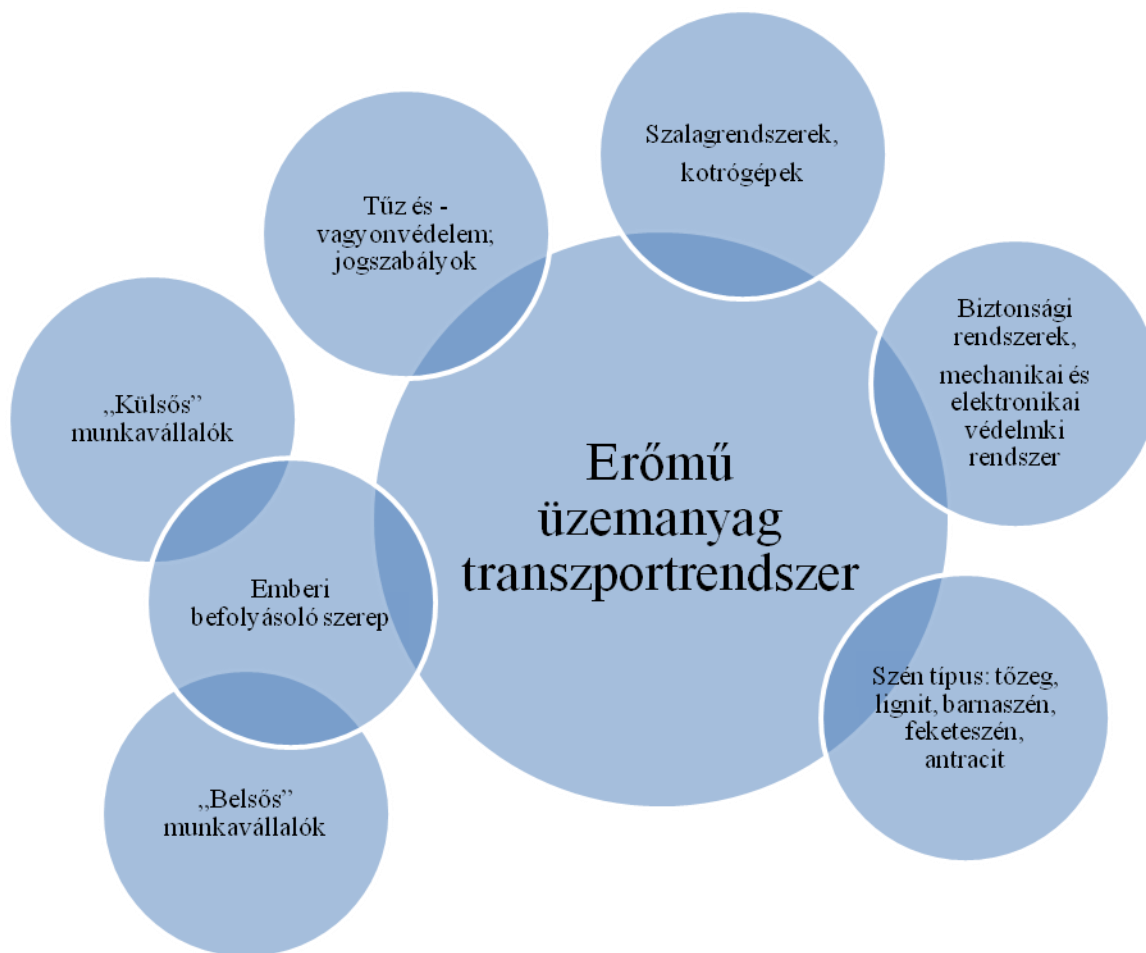
¹⁶⁹ Dr. Fenyvesi Éva: Stakeholder analízis: (online),

url:

http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.avf.hu%2Ftanarok%2Ffenyvesi-eva%2F%3Fdownload%3Dstakeholder_analízis.pdf&ei=qj-AVPXNHYbaav2OgaAM&usg=AFQjCNFV211_OxW8vbwO55G5YE3u54absg&sig2=ItAh_m4bZqPT86QiTyN8nQ (letöltés ideje: 2014. 11. 22.)

Megjegyzés: Stakeholderek = érintettek, azon személyek vagy csoportok köre, akikkel a szervezet lényeges, tartós és kölcsönös kapcsolati rendszerben van, akik részvétele és támogatása kritikusnak mondható a szervezet működését és sikerességét illetően.

¹⁷⁰ Albert-László Barabási: Behálózva (online), url: <http://www3.niu.edu/newsplace/crisis.html#1> (letöltés ideje: 2016. 05. 13.)



7. ábra - (saját szerkesztés): Erőművi védelmi rendszer felépítése a tüzelőanyag-ellátás során változó környezeti hatások függvényében

5.4 Részkövetkeztetések

Összekapcsoltam a Mátrai Erőműben folyó erőművi logisztikai ellátási láncot körülvevő olyan hatáselemeket, mint a villamosenergia-termelés és az intelligens logisztikai rendszer egymásra gyakorolt hatását. A villamosenergia-rendszer vezetékes hálózati struktúrájának elemzésénél és vizsgálatánál új szemléletmódú megközelítés alapján megfogalmaztam a forrásoldali hiány okozta rendszerstabilitás megbomlását. Ezen kívül vizsgáltam a villamosenergia-infrastruktúra hatását az egyes rendszerelemek vonatkozásában. Ezekre alapozva pedig megfogalmaztam a rendszer ellátásbiztonsági céljából a megújuló energiák, korszerű eljárások alkalmazásának egyre nagyobb arányban történő felhasználási alternatíváit, így a rendszer stabilitását szolgáló ellátásbiztonsági struktúrát is megalkottam. Felépítését

tekintve fontos, hogy a tüzelőanyagok logisztikája biztosított legyen a megfelelő védelmi útvonalakkal, továbbá a tűz- és munkavédelem, valamint a műszaki biztonság is megbonthatatlan egységet képezzen.

Kitértem a rendszerszintű kiesésre, az ellátási veszélyek megfogalmazására és a függőség csökkentésére. Feltártam a nem megfelelő mennyiségben betárolt tüzelőanyag, akár szén, akár biomassza elemek egymásra gyakorolt hatását és egymásra irányultságát, illetve az egyes rendszerelemek önálló működésének biztosítását is.

A műveleti ellátási lánc témakörénél az erőműves termelői logisztika témakörét jártam körbe, a fejlődési lehetőségeket próbáltam meg feltárni úgy, hogy összekapcsoltam az energetikai ellátásbiztonsággal. Ezen kívül bemutattam az ellátási láncot meghatározó hatáselemek fontosságának kérdéskörét, biztonságvédelmi fontosságát (lignit tárolása, tűzvédelem, műszaki biztonság).

További megoldandó feladat lehet a rendszerek komplexitása, megbízhatósági és jövőbeni elemeinek összekapcsolódása, a beruházási költségek és a megtérülési lehetőségek kidolgozása. Ezért szintén megfogalmaztam és felépítettem az ellátásbiztonság-központú rendszerlogisztika új tudományos definícióját, ahol az infokommunikációs központi szerepkör helyett az ellátásbiztonság kerül fókuszba.

Az ellátásbiztonság-központú rendszerlogisztika (interaktív, intelligens logisztikai támogatás) villamosenergia-előállító rendszerekben való tárgyalásánál a fogyasztók és szállítók közötti kapcsolatot kívántam meg kiegészíteni úgy, hogy a rendszerbe az ellátásbiztonságot helyeztem központi szerepkörbe. Ezzel a logisztika ezen területe a szükségletek kielégítésén túl annak biztonságos és minden igényének megfelelő rendszerét alakíthatja ki a villamosenergia-előállító és villamosenergia-átviteli vezetékes rendszerekben.

Végül, de nem utolsó sorban megalkottam a komplex ellátásközpontú rendszerlogisztikát, a komplex ellátásbiztonság központú logisztikai rendszert és levontam a megfelelő következtetéseket. Véleményem szerint ahhoz, hogy a megfogalmazott ötödik szintre, esetleg azon túlra emelhesük az erőmű logisztikai rendszerét, az interaktív rendszer után a jövő záloga lehet egy okos-rendszer megalkotása és hosszú távú alkalmazása. Itt az újkori menedzsment- és biztonságközpontú logisztika általam kifejlesztett modellje jelenik meg, amely egy egész folyamatot átfogó menedzsment-bázisú és ellátásbiztonság struktúrájú rendszert alkot. A menedzsment

központú logisztikai rendszeren belül működik tehát a kockázati menedzsment struktúra a rendszer elemeként párhuzamosan. A biztonság központú logisztikai rendszeren belül az energia és ellátásbiztonság vonal képviselteti magát. Látható tehát, hogy az egyes elemek együttese hogyan képes megalkotni az V. generációs logisztika következő szintjét.

Villamosenergia-termelő egységeket vizsgálva egy erőmű tüzelőanyag-ellátó logisztikai rendszerét és a körülvevő védelmi rendszereket valamint védelmi struktúrájukat csoportosítottam, foglaltam össze. Megvizsgáltam a rendszerek jellemzőit, ezek egymásra gyakorolt hatását és összegeztem a lehetséges jövőbeni meglátásaimat.

Elsősorban kitértem arra, hogy milyen megelőző intézkedéseket kell tennie az erőműnek, illetve milyen mechanikai és elektronikai felszereltséggel kell rendelkeznie a nagyobb biztonság érdekében. Így szóltam a humán erőforrás oktatásáról mind a naprakész jogszabályokat, mind pedig az aktuális tűz- és biztonságvédelmi rendszerek ismeretét illetően, valamint a szükséges információs struktúra és monitoring rendszer kiépítéséről is. Ezeket az alábbi pontokban foglalom össze:

- Rendszeres és naprakész tüzmelegelőzési és védelmi ismeretkör a tűzvédelmi jogszabályok alapján, illetve ezek alkalmazásával;
- beépített tűzvédelmi berendezések működésének ismerete, meghibásodásokkal kapcsolatos ismeretkör, időszakos felülvizsgálat akár az előírásokban rögzített időn belül is;
- elméleti és gyakorlati ismeretek mindenkori összekapcsolása, együttes vizsgarendszer és időszakos tudásbázis frissítés.

Elektronikai és mechanikai védelem

- Több szinten biztosított, összetett és egymással kölcsönös információs struktúrával rendelkező tűzvédelmi rendszer (élőerős - azaz őr személyének biztosítása, mechanikai, elektronikai tűzvédelmi eszközök összekapcsolása).

Mechanikai védelem alatt érthető akár a kerítés, akár a bejáratoknál elhelyezett teherkapu mechanikai szilárdsága, míg elektronikai védelem esetén az ellenőrzött beléptetési pontokkal rendelkező rendszerek vagy távvezérelt kapuk biztosítása,¹⁷¹

- Monitoring: távfelügyelet, pl.: kamerarendszerek biztosítása szénzállítási és tárolási útvonal meghatározott szakaszainál elhelyezve, kockázati besorolás mértékétől függően, akár hővédelmi megfigyelőkkel és füstérzékelőkkel együttesen.)

Kockázat

- Kockázatok pedig adódhatnak az Utassy Sándor által is leírtak szerint a következő tényezők alapján: technológiai paraméterek, szándékos károkozás, emberi tényezők és környezeti paraméterek. Kiemelkedő szereppel bír továbbá az logisztikai kockázatok egyedi csoportja is úgy, mint a beszállítókkal kapcsolatos kockázatok, vagy a tüzelőanyag tárolásával és biztosításával azonosítható kockázatok..

Ezután az általam értelmezett logisztikai vagyónvédelmi rendszereknél leszögezhető, hogy a rendszerek működési területe behálózza a világ szenes erőműveinél a logisztikai és biztonságtechnikai területet és az egyes megújuló, egyéb tüzelőanyaggal kiegészített egységek technológiai kapcsolatait. Ezen felül a különféle és kiemelt fogalmi körök átértékelik a korábbi, vagy még meg sem fogalmazott védelmi szervezést, ezzel kiszámíthatóvá téve az egységes vagyónvédelmi logisztikát szénerőműves környezetben.

Megalkottam egy általam elképzelt védelmi rendszert, amellyel úgy gondolom, hogy ki lehetne alakítani és fel lehetne hívni a figyelmet a tüzelőanyag maximális elérhetőségére és biztosítására erőműves szinten. Ez pedig a megelőző intézkedésekből, a mechanikai és elektronikai védelemből, valamint a tüzelőanyag-ellátás során felmerülő kockázatokból áll. Kifejtettem a védelmi rendszert befolyásoló tényezők alpontjait is, melyeket az alábbiakban sorolok fel:

- Az emberi tényezők és a védendő területek között szoros kapcsolat van (bányászintér-szalagrendszerek)

¹⁷¹ 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 (letöltés ideje: 2014. 11. 28.)

- Üzemelés témaköre és a logisztikai vagyonvédelmi rendszer között szoros kapcsolatnak kell fennállnia, hiszen külsős munkavállalók is léphetnek erőműves területre dolgozóként, melynek nem szabad hogy hatása legyen a biztonságos üzemelésre
- „Az „új típusú” tervezési mód megfogalmazása alatt pedig azt értem, hogy a jövőben különös és körültekintő módon kell foglalkozni, ami a tüzelőanyag-ellátással kapcsolatos transzport folyamatokat, és az emberi ráhatás következményeit illeti.

Meglátásom szerint, a közgazdaságtanból ismert stakeholder-elméletre alapozva érdemes ábrázolni egy olyan rendszert, amely összefoglalja az erőmű tüzelőanyag- és logisztikai ellátó rendszere körüli események, folyamatok egymásra hatását. A rendszer ábrázolásához tehát a stakeholder-elmélet csak a kiinduló pontot adta, azt továbbdolgozva egy új, az erőmű tüzelőanyag transzportrendszerére befolyással lévő szempontokat foglaltam össze.

Összegzett következtetések

Doktori disszertációm megírásával elsődleges célom az volt, hogy beteljesítsem gyermekkori álmom és ezzel párhuzamosan szakmai karrieremet a legmagasabb szintre emelhessem. Mindezek mellett az energetikai szakmának is olyan lehetőségeket szerettem volna kínálni, amelyeknek gyakorlatba való integrálásával tovább erősíthető a biztonságos energiaellátás. A Mátrai Erőmű ernyője alatt olyan tudásra, tapasztalatra és kapcsolati tőkére tettem szert, amely további szakmai utam során mindig segítségemre lesz. Mivel manapság megfigyelhető tendencia, hogy leginkább csak előregedő erőművek vannak működésben, nem épülnek újak, sőt akár be is zárnak bizonyos létesítményeket, mindenképp szerettem volna hozzájárulni a hazai erőműves szakmához azzal, hogy disszertációm a még működő erőművek fejlesztésének szenteltem. Ezért döntöttem tehát úgy, hogy a Mátrai Erőmű technikai hátteréről és általában a széntüzelésű erőművel különböző aspektusairól, azok fejlesztési lehetőségeiről írok a munkám során.

Miután áttekintettem a tüzeléstechnikai alapokat, bemutattam a Mátrai Erőmű működését és a különböző széntípusokat az erőmű bányavidékén és általában, az ezekkel összefüggő tüzeseteket vettem górcső alá. Kutattam a legfontosabb kiváltó okokat és vizsgáltam az emberi tényező pozitív és negatív befolyásoló hatását, valamint fejlesztési és megoldási, megelőzési javaslatokat is hoztam. Nemzetközi tapasztalatokat alapul véve a Mátrai Erőmű eseteit vizsgálva az emberi tényező szerepét kutattam és végeztem összehasonlító elemzést.

A tüzesetek vizsgálata kapcsán megállapítottam az összetett tényezők és többszörösen egymásra ható rendszerelemek kölcsönhatását, melyből általános érvényben a gépészeti meghibásodási tényezőkön túlmenően az ember befolyásoló és az egész rendszerre nézve kiható szerepét vontam le következtetésként.

A tüzmelegelőzési 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.

Gondolok itt az erőműves szinten is szervezett, és rendszeres időközönként alkalmazott oktatási programokra, amelyekkel csökkenthető a veszélyek száma. Ezeken felül a teljesítményt

is fejleszteni kell az erőműves területeken, melyeknek általam elképzelt kiemelten fontos elemeit itt is javaslok szervezeten alkalmazni.

Új típusú széntárolási megoldásokat is feltártam, melyeket leginkább külföldi példák bemutatásával támasztottam alá. A szén tárolásán kívül bemutattam a tüzelőanyag útját egészen a bányától a végállomásig, a felhasználásig. 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. Itt az újkori menedzsment- és biztonságközpontú logisztika általam kifejtett modellje jelenik meg, amely egy egész folyamatot átfogó menedzsment-bázisú és ellátásbiztonság struktúrájú rendszert alkot. A menedzsment központú logisztikai rendszeren belül működik tehát a kockázati menedzsment struktúra, mely a rendszer elemeként párhuzamosan működik. A biztonság központú logisztikai rendszeren belül pedig az energia és ellátásbiztonság vonal képviselteti magát, amelyek működését már a korábbiakban kifejtettem. Látható, hogy az egyes elemek együttese hogyan képes megalkotni az V. generációs logisztika következő szintjét.

A szén általános logisztikai folyamatain kívül a már említett emberi tényezők vizsgálatával párhuzamosan vizsgálat alá vettem az erőműves munka és egészségvédelmi kérdéseket, amelyről egyértelműen állítható, hogy nagy fejlődésen ment keresztül a Mátrai Erőműben.

A Mátrai Erőműben zajló anyagáramlási folyamatot bemutatva leírtam a lignit útját egészen a bányától a kazánokig, az egyes szállítózsalagok életének és mindennapi működésének tárgyalásával. Az ellátáslánc menedzsment aspektusait is körbejártam az elméleti kérdések tárgyalásánál, külön kiemelve az RST technológiát, amely középpontba állítja a szállítás és tárolás kérdéseit. Ebben a részben egyértelműen kitértem a tárolásra és készletezésre vonatkozó jogi környezet tárgyalására is.

A különböző széntárolási módok modellezésének eredményeit mértem nem labor és laborkörülmények között is, amelyre a projekt végén a kutatási adatok és tapasztalatok alapján fejlesztési javaslatokat is adtam. A mérési projekt az előzetes várakozásaimnak megfelelően alakult, ám érdekes volt végignézni a folyamatot és az elvárt eredményeket számosított adatokkal is alátámasztani.

A logisztikai valamint a tüzeléstechnikai folyamatokat összevonva egy egész fejezetet szenteltem az új típusú ellátási lánc folyamatok vizsgálatának valamint a hálózatos és hálózatközpontú rendszerek alkalmazhatóságának. Fontos téziseket állítottam fel az energiabiztonság területén, illetve a logisztikai iparbiztonság és vagyónvédelem vonatkozásában.

Összekapcsoltam a Mátrai Erőműben folyó erőművi logisztikai ellátási láncot körülvevő olyan hatáselemeket, mint a villamosenergia-termelés és az intelligens logisztikai rendszer egymásra gyakorolt hatása. Megfogalmaztam a forrásoldali hiány okozta rendszerstabilitás megbomlását, mégpedig egyfajta új megközelítés alapján a villamosenergia-rendszer vezetékes hálózati struktúrájának vizsgálatakor. Az újfajta megközelítés alatt értem, hogy az infrastruktúra energiakörnyezetben értelmezett meghatározását összekapcsolom a logisztika hálózati kapcsolati részével egy egységes rendszer képezhető a megtermelt és elosztásra váró villamos-energiával.

Szintén vizsgálat alá vettem az egyes rendszerelemek hatását a villamosenergia-infrastruktúrára. A megújuló energiák és egyéb korszerű eljárások alkalmazásának egyre nagyobb arányban történő felhasználási lehetőségeit is megfogalmaztam, illetve megalkottam egy olyan ellátásbiztonsági struktúrát, amely a rendszer stabilitását szolgálja.

Kitértem a rendszerszintű kiesésre, az ellátási veszélyek megfogalmazására és a függőség csökkentésére. Feltártam a nem megfelelő mennyiségben betárolt szén és biomassza tüzelőanyagok egymásra gyakorolt hatását és egymásra irányultságát, illetve az egyes rendszerelemek önálló működésének biztosítását is.

Szerettem volna kiegészíteni a fogyasztók és beszállítók közötti kapcsolatot az ellátásbiztonság-központú rendszerlogisztika (interaktív, intelligens logisztikai támogatás) villamosenergia-előállító rendszerekben való tárgyalásánál, jelen esetben az ellátásbiztonság fókusz-szerepe mellett. Ezáltal a villamosenergia-előállító és villamosenergia-átviteli vezetékes rendszerekben a logisztika ezen szeglete a szükségek kielégítése mellett biztonságos és az egyéb igényeknek megfelelő rendszerré alakulhat.

Az én szemszögemből vizsgált és értelmezett vagyónvédelmi rendszerek esetében elmondható, hogy a rendszerek működése behálózza nemcsak a világ szenes erőműveinél a logisztikai és biztonságtechnikai területet, hanem az egyes megújuló, egyéb tüzelőanyaggal kiegészített egységek technológiai kapcsolatait is. Emellett a korábbi vagy még nem

megfogalmazott védelmi szervezést átértékelik a különféle kiemelt fogalmi körök, kiszámíthatóvá téve ezzel az egységes vagyonvédelmi logisztikát szénerőműves környezetben.

A kockázatcsökkentő módszereket és azok gyakorlati alkalmazási módjait szemléltettem erőműves környezetben. Célom természetesen itt is arra irányult, hogy a kockázati menedzsment szerepét erősítsem a szénerőművek tüzelőanyag transzport folyamatainál. Eddig nem definiált módon hoztam létre ennek modelljét, ami megmutatja, hogy általános érvényben szénerőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél ez hogyan épülhet fel a jövőben. Ennek alapja, hogy az erőműves tüzelőanyag-ellátó rendszereknél a felmerülő kockázatokat azonosítani kell, ezeket összegezni kell, majd egy kockázatkezelési terv keretén belül kockázatkezelési tevékenységeket kell végrehajtani. A folyamat végén folyamatos kommunikáció szükséges a kockázatmenedzsment csoporttal. Ebben a felépítésben a logisztikai rendszerközpontú struktúra működése folyamatos, ahol a kockázati menedzsment mindig készenlétben van, de csak abban az esetben avatkozik a rendszer működésébe, ha az szükségessé válik. A kockázati menedzsment tevékenységi körét egy adott szervezet fogja végezni, amely nem lehet rendszerközpontú, azonban állandó struktúrájú és mindig párhuzamosan működik a rendszer részeként.

Tudományos munkámat hat tézisben foglaltam össze, amelyeket a fejezetekben kifejtettem és a munka fő csapását adják az eredményeket tekintve. Megfogalmaztam és bemutattam, hogy a különböző tudományok milyen jelentős hatással vannak egymásra akár a műszaki, akár a gazdasági területeket vesszük is alapul.

Úgy gondolom, hogy sikerült megalkotnom az első olyan magyar nyelvű tudományos munkát, amely összefoglalja a szenes erőművek tüzelőanyag transzport folyamatait, biztonság tudományi vonatkozásait, illetve új utakat keres és ajánl az erőműves logisztikai rendszerekben. Szintén fontosnak tartom kiemelni, hogy olyan kutatást tudtam bemutatni, amely laboratóriumi mérésekkel támasztja alá a javasolt új metódusok használatának előnyeit és kitér a jelenleg alkalmazott folyamatok hátrányaira is.

Összességében elmondható, hogy a munka során igyekeztem új utakat keresni, igényes és releváns hazai és külföldi szakirodalmat feldolgozni, hogy a munka megalapozott legyen. Örülök annak, hogy egy olyan kutatási projektet alkothattam meg, amely hasznára válhat nemcsak a Mátrai Erőműnek, hanem minden olyan hazai erőműnek, ahol esetleges fejlesztéseket eszközölnék majd a jövőben.

Tézisek

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 szénrel 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 szénrel 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.
2. Tudomásom szerint először kutattam, hogy zárt széntárolásnál a lignit széntípuson belül elkülönített fás és átlagos szerkezetű szenek nagyobb mértékű tömegvesztéséget (nedvességcsökkenést) produkálnak egységnyi idő alatt az agyagos szerkezetűhöz képest.
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.
4. A tüzesetek vizsgálata kapcsán megállapítottam az összetett tényezők és többszörösen egymásra ható rendszerelemek kölcsönhatását, melyből általános érvényben a gépészeti meghibásodási tényezőkön túlmenően az ember befolyásoló és az egész rendszerre nézve kiható szerepét vontam le következtetésként.
A tűzmelegelőzési 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.
5. Eddig még nem ismert bemutatással kifejtettem a menedzsment-központú logisztikai rendszer értelmezését az erőműves tüzelőanyag ellátó rendszereknél, illetve szénrel és alternatív energiahordozókat felhasználó villamosenergia-termelő egységeknél. A

rendszer stabilitását szolgáló ellátásbiztonsági struktúrát is megalkottam. Létrehoztam egy általam elképzelt védelmi rendszert logisztikai vagyónvédelmi rendszer néven, amelyet ki kell alakítani és erőműves szférában fel kell hívni a figyelmet a tüzelőanyag maximális elérhetőségére és biztosítására.

6. Az ellátásbiztonság-központú rendszerlogisztika (interaktív, intelligens logisztikai támogatás) villamosenergia-előállító rendszerekben való tárgyalásánál a fogyasztók és beszállítók 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.

Tudományos eredmények hasznosítása

A tüzesetek vizsgálata kapcsán feltártam az összetett tényezők és többszörösen egymásra ható rendszerlemek kölcsönhatását, melyből általános érvényben a gépészeti meghibásodási tényezőkön túl az emberi befolyásoló és az egész rendszerre nézve kiható szerepét határoztam meg. Mindezek mellett véleményem szerint a dominó-elv (egymásra ható befolyásoló szerep) is megjelenik az egyes eseteknél, melyek után a jövőben további vizsgálatok és elemzések lehetőségét vettem fel.

A munka egészét tekintve elmondható, hogy amennyiben ha közel azonos megoszlást mutatnak az esetszámok, és az ember – gép – környezet egymásra jelentős befolyásoló szereppel bír, az adott tüzelőanyag milyenségén is múlik, hogy mekkora veszély állhat fenn a tüzelési folyamatok szabályozatlan és irányítatlan lejátszódása közben. Folyamatos fejlesztéseket eszközölve az általános műszaki előírások betartása mellett a fokozott biztonsági és tűzvédelmi előírások, strukturált és célzott oktatáspolitikai és erőforrás-gazdálkodás bírhat kulcsszereppel a balesetek megelőzésének kérdéskörében.

Kutatásaim és vizsgálataim szénérőművi környezetre, azon belül is leginkább a Mátrai Erőműre korlátozódtak. A szénhasznosítással kapcsolatos további céljaimat pedig a szén anyagában történő változások feltárásának szenteltem: céлом volt, 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.

Kutatási projektem eredményeinek hasznára válhatnak nemcsak a Mátrai Erőműnek, hanem minden olyan hazai erőműnek, ahol esetleges fejlesztéseket eszközölnek majd a jövőben. 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.

Szerzői publikációk

1. **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
2. **ZELE BALÁZS:** Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében, HÍRVILLÁM FOLYÓIRAT, 4. Évfolyam 2. Szám, 2013. (online), url: http://hkh.uni-nke.hu/uploads/media_items/hirvillam-4_-evfolyam-2_-szam.original.pdf
3. **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
4. **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>
5. **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
6. **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>
7. **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
8. **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

Felhasznált irodalom

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>
2. **World Coal association honlapja** (online), url: <https://www.worldcoal.org/sites/default/files/Coal%20Facts%202015.pdf>
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>
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>
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
10. **MÁTRAI ERŐMŰ Zrt.** Hadzsi Sándor, Kazánok és Szállítóberendezések Karbantartási Osztály ismeretei alapján
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/>
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

- 13. Zele Balázs:** BOLYAI SZEMLE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYÁGI FOLYÓIRATA XXIV. évfolyam, 2015/2. szám Lignitek tüzeléstechnikai és anyagtudományi elemzése
- 14. The Statistics Portal honlapja** (online), url: <http://www.statista.com/statistics/265638/distribution-of-coal-production-worldwide/>
- 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>
- 16. Köszén ügyeink, elektronikus jegyzet/előadás anyag,** Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, (online), url: <http://balkancenter.ttk.pte.hu/regionalis/letoltes/szeneink.pdf>
- 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>
- 18. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, SELMECBÁNYA: HAZAI ÁSVÁNYI NYERSANYAGAINK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI,** Budapest, 2013. 11. 20. Összefoglaló tanulmány: 10. old.
- 19. Kissné Mezei Ágnes, Mátrai Erőmű Zrt. Visonta, Madai László:** Bányászati és Kohászati Lapok 2001. szeptember-október, 134. évfolyam 6. szám Ásványvagyon gazdálkodás a visontai és a bükkábrányi bányaterületeken
- 20. MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.** által végzett korábbi mérések és kutatások 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)
- 22. Széntípusok Rangsora és Tulajdonságai 2006. 12. 31.** (online), url: www.feketeszen.info/dokumentum-letoltese/3-széntípusok.html
- 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](#)

- 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
- 25. Kajáti György:** A magyar villamosenergia-ipar posztoszocialista átalakulása, doktori (PhD) értekezés, Debrecen (2008) (online) url: https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/6632/kajati_dolgozat.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- 26. MÁTRAI ERŐMŰ ZRT. hivatalos honlapja** (online), url: <http://www.mert.hu/hu>
- 27. Európai Unió hivatalos honlapja** (online), url: http://ec.europa.eu/news/energy/120608_hu.htm
- 28. MÁTRAI ERŐMŰ ZRT. Biztonsági Osztály – Kalorikus Osztály adatai alapján, konzultációk,** jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február), (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel)
- 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.
- 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.
- 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
- 32. MÁTRAI ERŐMŰ ZRT. adatai alapján** saját szerkesztés – 5. és 6. táblázat illetve 7. diagram (2014. január-február)

- 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>
- 34. INC – JUSTIN CLIFT, Hazard Control Technologies; COMBUSTIBLE DUST** előadás anyaga, (online), url: www.hct-world.com
- 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
- 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
- 37. Biztonságtechnika erőművi területen: széntárolási megoldások a hatékony és biztonságos energiaellátás érdekében; Zele Balázs publikációs cikk alapján**
- 38. Észak-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség Határozat,** (online), url: http://www.vert.hu/pdf/eng_ekh_h_302_30_2013.pdf
- 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>
- 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>
- 41. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION** (online), url: <http://www.geometrica.com/en/coal-storage-domes>

- 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
- 43. Dr. Stróbl Alajos:** Építsetek erőműveket!, tudományos közlemény, MAGYAR ENERGETIKA, (2003/6)
- 44. GEOMETRICA hivatalos honlapja** (online), url: <http://geometrica.com/bulk-storage>
- 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
- 46. Dr. Benkő János:** Logisztika I. – Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, 2009.
- 47. Zele Balázs:** Szénerőmű tüzelőanyag rendszerének helye a logisztika tudományában, 6. BKK KONFERENCIA 2015. alapján
- 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
- 50. Konzultációs beszélgetések -** Nyúzó Zoltán főenergetikus, Mátrai Erőmű Zrt., Visonta, (konzultációs beszélgetés: heti rendszerességű értekezlet, amely során interjú beszélgetéseket folytattam a különböző területű szakemberekkel)
- 51. Miskolci Egyetem honlapja** (online), url: http://web.alt.uni-miskolc.hu/anyagok/TermSzolgLog/2_eloadas.pdf
- 52. GKM rendelet** (online), url: http://www.panenerg.hu/webimages/files/44_2002_XII_28_GKM_rend.pdf
- 53. Estók Sándor:** Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika (online), url: http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2009/3/02_estok.pdf

- 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>
- 55. SOLARONICS hivatalos honlapja,** (online), url: http://www.solaronics.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=97&lang=hu
- 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=5zrjmqOD&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
- 57. Belláné Pelsöczy Márta: Szénkőzetek.** - In: BALOGH K. (szerk.): Szedimentológia III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 219-264., 1992. alapján; (online), url: <http://www.gekko.ro/files/Szenkozetek.pdf>
- 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
- 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
- 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

- 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
- 63. Bajor Péter:** Vezetékes ellátási hálózatok logisztikai rendszer-modellezése Doktori tézisek 2013. (online), url: http://mmttdi.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Tezisfuzet_2013.pdf
- 64. MÁTRAI ERŐMŰ Zrt. hivatalos honlapja** (online), url: <http://www.mert.hu/hu/merfoldko-a-hazai-zoldenergiaban>
- 65. Zöld Társadalom, Zöld Gazdaság, Innováció Konferenciakiadvány,** (online), url: http://innovacio.karolyrobert.hu/download/Konf_2012_06_07_harmadik%20innovacios%20konferencia.pdf
- 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>
- 67. Schubert Anikó:** Kockázatmenedzsment az ellátási láncok működésében (online), url: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/295/1/Schubert101.pdf>
- 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>
- 69. 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
- 70. Dr. Estók Sándor:** értekezése (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf
- 71. Dr. Estók Sándor:** értekezése: Információvezérlésű – hálózatközpontú logisztika, (online), url: http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf

72. **Sandra K. Clawson Freeo:** Crisis Communication Plan: A PR Blue Print (online), url: <http://www3.niu.edu/newsplace/crisis.html#1>
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://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2013/varga_peter_janos.pdf
75. **2020-as EU direktíva tartalmi része alapján,** (online), url: http://ec.europa.eu/energy/renewables/targets_en.htm
76. **Bajor Péter: disszertáció,** 2013., (online), url: http://mmti.sze.hu/images/Dokumentumok/BajorP_Disszertacio_2013.pdf
77. **Dobos Edina:** Az energiaellátás biztonságának elméleti kérdései (online), url: http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/dobos_edina-az_energiaellatas_biztonsaganak_elmeleti_kerdesei.pdf
78. **N. A. Utyenkov és Dr. Estók Sándor** értekezésében a 82. old. lévő 19. ábra alapján történt saját kidolgozás (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/estok_sandor.pdf
79. **AZ INFRASTRUKTÚRA SZEREPE A TERÜLETI FEJLŐDÉSBEN, A TÉRSZERKEZET ÉS AZ INFRASTRUKTÚRA FOGALMAI,** (online), url: http://www.terport.hu/webfm_send/295
80. **Dr. Utassy Sándor:** Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései; értekezés: (online), url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/utassy_sandor.pdf
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
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

- 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&usg=AFQjCNFV211_OxW8vbwO55G5YE3u54absg&sig2=
ItAh_m4bZqPT86QiTyN8nQ](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&usg=AFQjCNFV211_OxW8vbwO55G5YE3u54absg&sig2=
ItAh_m4bZqPT86QiTyN8nQ)
- 84. Albert-László Barabási:** Behálózva (online), url:
<http://www3.niu.edu/newsplace/crisis.html#1>
- 85. Orosz Zoltán** Energetikai Szakkollégium előadás anyaga (online), url:
<http://eszk.org/index.php?l=hu&s=view&p=lecture&lid=190>

Ábrajegyzék

1. táblázat - Szénelőfordulások keletkezése földtani időszakok szerint.....	16
1. diagram - Széntársulások/erőforrások és tartalékok eloszlása a világban (BTU = British Thermal Unit)	18
2. diagram - Széntársulások - Széntermelés eloszlása a világban.....	19
2. táblázat - Az egyes széntípusok tulajdonságai	20
1. ábra - Szénminta összetétel szemléltető ábra	24
2. ábra - Szenek vizsgálati beosztását szemléltető ábrája (saját szerkesztés)	25
3. ábra - Szenek égési részfolyamatai (saját szerkesztés)	26
3. diagram - Erőműmérleg 2012. (saját szerkesztés-MAVIR adatok alapján)	27
4. diagram - Energiahordozó felhasználás „a mára megmaradt nagyobb energiaelőállító egységekben” 2012. (saját szerkesztés-MAVIR adatok alapján).....	29
5. diagram - saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Kalorikus Osztály konzultációk, jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február)	30
6. diagram – Széntér-kazán transzport vonalon előforduló tüzesetek és azok jellemzői, saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Kalorikus Osztály konzultációk, jelentések erőművi dolgozókkal (2014. január-február).....	35
7. diagram - saját szerkesztés, forrás: Mátrai Erőmű Zrt. Biztonsági Osztály adatai alapján (2000-2012)	36
4. ábra - saját szerkesztés; Tűz kialakulási helyek és a hozzájuk tartozó lehetséges kiváltó okok tényezői az erőmű nyersanyag szállítási és elosztási folyamatánál.....	43
7. táblázat - Windrow, Chevron és a Cone Shell típusú tárolási rendszerek.....	46
5. ábra - Kupolás szerkezetű dóm látszati képe, Tajvan	48
6. ábra - Széntároló csarnok.....	51
7. ábra - Széntároló csarnok (Florida).....	52
8. ábra - Széntároló csarnok (Tunézia)	52
8. diagram - Szállítási és rakodási idő összehasonlítása az RST folyamatok szerint (saját szerkesztés)....	56
9. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálata a ME Zrt. laboratóriumban: Kalorikus adatok	63
10. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálata a ME Zrt. laboratóriumban: Elemi összetétel	64
11. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálata/2 a ME Zrt. laboratóriumban: Kalorikus adatok	64
12. táblázat - Lakossági szénminta vizsgálat/2 a a ME Zrt. laboratóriumban: Elemi összetétel	65
9. diagram – A vizsgált lignitminták száradási folyamata (saját szerkesztés)	67
10. diagram – A vizsgált lignitminták nedvességtartalom vesztes (saját szerkesztés).....	69
13. táblázat - Minták méretváltozása	70
9. ábra - Vizsgált lignitminták fizikai változását szemléltető ábra (saját szerkesztés).....	71
10. ábra – Anyagáramlási folyamatok fejlesztési javaslatai (saját szerkesztés)	73
11. ábra – Az ALARP (As Low as Reasonable Possible) szemléltető ábrája.....	79
12. ábra – A kockázati térkép szemléltető ábrája.....	80
13. ábra - Logisztikai rendszerközpontú struktúra (saját szerkesztés).....	83
14. ábra - Kockázati kezelés erőművi szinten (saját szerkesztés: MAVIR ZRT. magazin alapján) 2013. II. évfolyam 1. szám alapján)	86
15. ábra - Ellátási lánc és a logisztika értelmezése szenes erőművek esetében (saját szerkesztés, Dr. Estók Sándor ea. alapján).....	89
16. ábra - Módosított hálózati kapcsolatok ábrája (saját szerkesztés, Dr. Estók Sándor ismeretei alapján)	91
19. ábra - Ellátásbiztonsági struktúra stabilitását mutató folyamatábra erőművi, energiaelőállító szinten, (saját szerkesztés)	102
20. ábra - A biztonság fogalmi meghatározását felépítő szemléltető ábrája, forrás: (saját szerkesztés)...	103

21. ábra - Villamosenergia-átviteli vezetékes rendszerre alkalmazott módosított hálózati kapcsolatok ábrája, forrás: (saját szerkesztés)	104
22. ábra - Újkori logisztika fejlődése a XXI. században, forrás: (saját szerkesztés).....	105
23. ábra - Minden oldalú biztonság fogalmi meghatározása villamosenergia-rendszerek vonatkozásában	107
24. ábra - (saját szerkesztés): Szénerőművi logisztikai vagyónvédelmi rendszer felépítése a tüzelőanyag-ellátás rendszerénél	110
25. ábra - (saját szerkesztés): Erőművi védelmi rendszert befolyásoló tényezők a tüzelőanyag-ellátás során változó környezeti hatások függvényében	112
26. ábra - (saját szerkesztés): Erőművi védelmi rendszer felépítése a tüzelőanyag-ellátás során változó környezeti hatások függvényében.....	115
28. ábra - Mátrai Erőmű Zrt. szénrendszeri technológiájának ábrája (forrás: Orosz Zoltán Energetikai Szakkollégium előadás anyaga, 2014.03.06.)	140
29. ábra - Mátrai Erőmű Zrt. átadó jegyzőkönyv (2014.05.12.)	141

Második melléklet



ÁTADÓ JEGYZŐKÖNYV

„Kísérleti lignitminta”

Minta jele: ZB-1
Mintavétel helye: Visonta Déli bánya, lakossági szénkiadó rendszer
Mintavétel ideje: 2014. május 12.
Mintavételt kérte: Zele Balázs (3390 Füzesabony, Pacsirta út 36., Tel:30/524-6823)

Átadott – átvett lignit minta tömege: ≈ 60 kg

„Labormérleg”

A Mátrai Erőmű Zrt. Geológiai és Hidrológiai Osztálya a lignitminta vizsgálatához 3 hét időtartamra kölcsönadja a JSHIP-332 típusú digitális labormérleget, a tartozék hálózati adapterrel együtt. A mérleg méréshatára 150 kg, mérési pontossága 0,1 kg.

(A mérleg működőképés állapotban lett átadva, épségének megőrzésért a kölcsönbe vevő felelősséget vállal.)

Visonta, 2014. május 12.

átadta
GHO

átvette

29. ábra - Mátrai Erőmű Zrt. átadó jegyzőkönyv (2014.05.12.)