

Óbudai Egyetem

Doktori (PhD) értekezés tézisleve



Alacsony biztonsági kockázatú, nem tervezett nukleáris események súlyozása és számszerű értékelésük módszere

Hullán Szabolcs

Témavezető:

Prof. Dr. Kovács Tibor

Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2021.

Tartalom

1	Summary	3
2	A téma aktualitása	3
3	A témaválasztás indoklása	4
4	Célkitűzések	6
5	Hipotézisek	7
6	A kutatómunka tudományos előzményei a szakirodalomban.....	8
7	Összegzett következtetések.....	8
7.1	Új tudományos eredmények, tézisek	9
7.2	Az eredmények hasznosítási lehetősége	11
8	Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék.....	13
8.1	A tézisekhez kapcsolódó tudományos közlemények.....	15
8.2	További közlemények.....	16

1 Summary

The first aim of the present thesis is to establish the brief description of the nuclear safety in regulatory point of view. The nuclear safety rather complex term. There are some definitions – for example in the atomic law – but they don't show the real complexity and content of it. There are some technical books and international guides of nuclear safety but none of them are describing the regulatory viewpoints. So I guess it is important to assess the regulatory aspects of nuclear safety and it can be used for training of the new comers in the nuclear industry especially the new comers in regulatory body.

The second aim was to establish an assessing methodology of nuclear events that happen in nuclear power plant. The operational feedback in nuclear filed is a very important issue because the use of atomic energy is a danger process. So we should have got all of the lessons learned what we can collect. If we know the safety weight of the events because we can quantify its safety it can be a great advantage of lessons learned of the operation. Because we can take in focus the events that are really important in nuclear safety point of view. Besides the lessons learned important advantage that we can economise with resources when we decide the corrective actions as the result of event investigation process.

The third goal was to lay down the foundation of a general event assessment methodology in line with the nuclear event analysis methodology. This methodology can be used in all of the installations where dangerous technology is used. It is important aspect that all type of the factories, industrial plans are rather different (technically). Therefore I can't establish full ready assessment tool. However I suppose that my event assessment tool or process can be the beneficial basis or starting point of the analysis the events what occur in every dangerous plant.

2 A téma aktualitása

1990. óta több energiasztratégia, készült Magyarországon. A szakmai elvek kisebb nagyobb mértékben érvényesültek ezekben a stratégiákban. A kiindulópontja azonban minden esetben az volt, hogy energiahordozóban szegény ország Magyarország, ezért az energiamix előállításakor olyan energiatermelési módot kell választani alaperőműnek, amely egyrészt teljesíti az ellátásbiztonság alapelvét, másrészt – ettől nem teljesen függetlenül – jól készletezhető. Ezért került bele az energiamixbe az esetek jelentős részében alaperőműként üzemeltetett atomerőmű. A jelenlegi energiasztratégia két új atomerőművi blokk építésével számol, kiváltandó a jelenleg üzemelő 4 blokk kapacitását. A 2 új energetikai reaktor építése a terv szerint további 60 évre biztosítja a Paks II. Atomerőmű alaperőművi üzemét.

Az energetika mellett az atomenergiát egyre szélesebb körben használják, és a technikai fejlődés lehetővé teszi, hogy a berendezések számossága – a felhasználási kör szélesedése mellett – folyamatosan nőjön. Meg kell említeni a gyógyászatot, elsősorban fogászati ágazatra lehet gondolni, lassan minden magánpraxis rendelkezik intraorális képalkotó berendezéssel, valamint a sebészet területén is nagy a fejlődés. A teljesség igénye nélkül az ipari alkalmazások között megjelenik az élelmiszeripar (csírátlanítás), vagy a drágakövek kezelése. Tehát az atomenergia használata napjainkban nem nélkülözhető.

A fentiekből látható, hogy az atomenergia alkalmazása ma már megkerülhetetlen tényezője egy fejlett országnak. Nemcsak az energiatermelésben használandó, hanem más területeken is. Az atomenergia alkalmazása veszélyes üzem ezért kiemelten fontos, hogy az alkalmazás magas biztonsági követelményeknek feleljen meg, teljesítse a legszigorúbb biztonsági elvárásokat. A kor színvonalának megfelelő biztonsági szint eléréséhez szükséges jól képzett szakembergárda az iparág mindegyik szereplőjénél, korszerű technológia és megfelelő eszközök. Az eszközök közé sorolhatók azok a módszerek, amelyek lehetővé teszik a minél hatékonyabb tapasztalathasznosítást és a magas szintű biztonsági kultúra fenntartását. Ezekhez az eszközökhöz járulhat hozzá az értekezésemben tárgyalt, kifejlesztett értékelési módszer. A kutatást 2020 szeptemberében zártam le.

3 A témaválasztás indoklása

Az atomenergia felhasználásának terjedése, a két új energetikai blokk beruházása, és az a tény, hogy ebben az iparágban dolgozom immár több, mint negyed százada indokolja a témaválasztásomat. Az atomenergia felhasználása minden esetben veszélyt hordoz magában, hiszen a radioaktív sugárzás egészségkárosodáshoz vezethet. Az atomenergia biztonságos felhasználása alapkövetelmény. Ennek a költségei viszont szintén egyre magasabbak, párhuzamosan a biztonsági követelmények szigorodásával. Ezért lényeges, hogy pontosan tisztában legyen minden érintett a veszélyekkel, folyamatosan képezze magát és tanuljon minden hibából, továbbá olyan módszereket alkalmazzon, amelyek célirányosan, minél kisebb erőforrás felhasználásával segítik a biztonság ésszerűen elérhető legmagasabb szintjének elérését és a szint fenntartását.

Az ipari létesítmények biztonságának értékeléséhez szervesen hozzátartozik a bekövetkező nem tervezett üzemzavarok, gyűjtőnéven rendkívüli események vizsgálata. A rendkívüli

esemény (a továbbiakban: esemény) definícióját az Atomtörvény tartalmazza: „*20. rendkívüli esemény: az atomenergia alkalmazását szolgáló létesítményben, berendezésben, vagy radioaktív (nukleáris) anyaggal végzett tevékenység során - bármilyen okból - bekövetkező olyan esemény, amely a biztonságot kedvezőtlenül befolyásolhatja, és az emberek nem tervezett sugárterhelését, valamint a környezetbe radioaktív anyagok nem tervezett kibocsátását eredményezi vagy eredményezheti;*” A definícióból látható, hogy esemény fogalma lefedi az összes nem tervezett eltérést az egészen jelentéktelen üzemzavaroktól a súlyos balesetekig. A biztonsági szint folyamatos növelése az ésszerűség keretein belül elvárás a veszélyes üzemek esetén. Ennek a folyamatnak egyik nagyon fontos eszköze a tapasztalatok hasznosítása, vagyis minden esetben le kell vonni a megfelelő konzekvenciákat, és szükség szerint be kell avatkozni. Az események kapcsán ezért fontos az esemény okának meghatározása az ok(ok) megszüntetésére javító intézkedések elhatározása, biztosítandó, hogy hasonló esemény nem következik be a további üzem során. Ugyanakkor ezen események biztonsági súlyának meghatározása – hasonlóképpen az ok(ok) meghatározásához – nagyon nehéz feladat, hiszen egy nem mérhető fogalmat kellene számszerűsíteni. Más oldalról az atomenergia felhasználása – különös tekintettel az üzemzavarokra és a balesetekre – különböző okok miatt a figyelem középpontjában vannak. A nemzetközi eseményskála (INES) szerint minden esetben be kell sorolni a bekövetkezett eseményt, azonban a skála – bár a besorolás során szükséges bizonyos biztonsági megfontolásokat tenni – elsősorban, deklaráltan a lakossági kommunikáció eszköze. Az INES használata a kisebb biztonsági jelentőségű események esetén hordoz magában szubjektív elemeket, valamint az események biztonsági súlyának meghatározására nem alkalmas. Az INES besorolástól függetlenül minden hazai esemény részletes kivizsgálása követelmény. Fontos továbbá, hogy a releváns külföldi események (ide tartoznak a nagy reaktorbalesetek is) tapasztalatainak hasznosítása is kiemelten fontos cél, emelendő az atomenergia felhasználásának biztonsági szintjét. Belátható, hogy a tapasztalatok hasznosítása abban az esetben közelít a legjobban az egzaktumhoz, a levont következtetések abban az esetben lesznek legkevésbé vitathatók, és akkor követhető a legjobban a hatékonysága az intézkedéseknek, ha számszerűsíteni lehet az eredményt.

„Minden értékelő munka lényege a számszerűsítés: mert a szám többet tud kifejezni és könnyebben kezelhető, mint a szó. Számszerűsítéssel tehetjük a tulajdonságokat (ismérveket) kezelhetővé, áttekinthetővé, majd összemérhetővé.”

Dr. Tomcsányi Pál

Az idézet jól magyarázza a nukleáris iparban, de bármilyen iparágban, sőt, a humán területeken is az értékeléssel foglalkozók törekvését. A biztonság számszerűsítése lehetőséget teremt a fent említett erőforrás-allokáció mellett, pontosabb, egyértelműbb követelményrendszer meghatározására, és hatékonyabb folyamatok kialakítására, működtetésére.

Egy-egy esemény biztonsági szintje az adott létesítmény biztonsági szintjének valamilyen módon jellemző tulajdonsága. Még jobban jellemezheti a biztonsági szintet, ha több esemény biztonsági súlyát vetjük össze, például átlagot képezve, vagy valamilyen megfontolás alapján meghatározva a „megfelelő biztonsági szint” kritériumát, és ennek alapján vonhatók le következtetések az atomenergia alkalmazásának biztonságára vonatkozóan. Felhívhatja továbbá a figyelmet a biztonsági szint romlásának olyan korai jegyeire, amelyek kezelése kiemelkedő fontosságú a súlyosabb következményű üzemzavarok bekövetkezésének elkerülése érdekében. A módszer célja tehát, hogy megteremtse a nukleáris létesítményekben bekövetkező események biztonságszemléletű összehasonlíthatóságát úgy, hogy az értékelésből a szubjektív elemeket a lehetséges mértékig kizárja. Értekezésemben ezen eszköz meghatározását és használatának bemutatását, majd más veszélyes üzemekre történő általánosítását tűztem ki célul.

4 Célkitűzések

Jelen értekezés célja egy olyan módszer kidolgozása, mely lehetővé teszi a nukleáris létesítményben bekövetkezett kisebb biztonsági jelentőségű események biztonsági szintjének számszerű meghatározását.

Ennek érdekében célul tűztem ki egy olyan ismertető megírását, mely közérthetően, rendszerezve, összefoglalja atomenergia biztonságos felhasználásával kapcsolatos biztonsági kérdések teljes vertikumát hatósági szemszögből. Ez tananyagként felhasználható a felügyelőjelöltek képzésére is. A leírással kapcsolatosan hangsúlyozandó az átfogó jelleg és a hatósági megközelítés. Újdonság, hogy hatósági szemszögből ilyen összefoglalás még nem készült.

Célul tűztem ki egy olyan értékelési rendszer kidolgozását (és gyakorlati kipróbálását), amely minimális szintre csökkenti az események megítélésében előforduló szubjektív hatásokat, és lehetőséget ad az alacsony kockázatú, nem tervezett események számszerű jellemzésére. Műszaki ember számára egy problémára adott válasz akkor teljes, ha számszerűsíteni tudja

mind a problémát, mind a megoldást. A biztonság fogalmát sokféleképpen szokás definiálni, azonban számszerűsíteni rendkívül nehéz feladat. Ennek oka a biztonság fogalmának komplexitása, valamint az egyes szakterületekre jellemző különböző értelmezése, végül, de nem utolsósorban a biztonság, vagy inkább a biztonsági szint egyéni megítélésének különbözősége, amely részben az egyén ismeretein, részben (és ez a nagyobb hányad) saját emócióján alapul. A biztonság bármely elemének, vagy a biztonság (valamely értelmezése szerinti) szintjének számszerűsítése – véleményem szerint – fontos előrelépés bármely a biztonsággal összefüggő területen. Fontos hangsúlyozni, hogy a módszer elsősorban a kis biztonsági jelentőségű események értékelését tűzte ki célul, mivel a nagyobb jelentőségű (baleseti kategóriába tartozó) események tekintetében pl. a – radioaktív – kibocsátás mennyisége, elterjedése alapján osztályozható és jól érthető a biztonsági súly. Ezekben az esetekben a környezeti hatás alapján besorolhatók az események, és az INES is viszonylag pontos értékek alapján osztályoz.

További cél az események biztonsági szintjének számításához általánosan (nem csak nukleáris létesítményekben) használható módszer kidolgozása, amely a biztonságtechnika minél több területén segítheti a szakembereket az egyes, alacsonyabb biztonsági jelentőségű események kivizsgálásakor az adott esemény biztonsági súlyának meghatározásában. Ennek érdekében általánosítom a nukleáris iparban alkalmazott értékelési módszert oly módon, hogy az elősegítse az alacsony kockázatú, biztonságot érintő események tapasztalatainak hatékonyabb visszacsatolását, és ezzel a biztonság szintjének növelését.

5 Hipotézisek

1. Feltételezem, ha létrehozom a biztonság különböző rétegeinek átfogó rendszerét hatósági szempontból, egyesítve a nukleáris biztonságnak mind műszaki mind pedig hatósági oldalát, mindez megalapozza az alacsony biztonsági kockázatokkal járó eseményértékelési módszert.
2. Feltételezem, hogy létezik olyan módszer, mellyel az alacsony kockázatú biztonsági események biztonsági súlyának megítélése szubjektív hibáktól mentesíthető, így a megjelenésében, lefolyásában különböző események biztonsági súlya összehasonlíthatóvá válik.
3. Feltételezem, hogy az alacsony kockázatú, nem tervezett, biztonságot érintő események értékelési módszere nemcsak a nukleáris iparban hasznosítható, hanem fejleszthető egy

algoritmus, amely lehetőséget nyújt más, veszélyes üzemekben bekövetkező események értékelésére is.

6 A kutatómunka tudományos előzményei a szakirodalomban

Az atomenergia felhasználásának területére jellemző a széleskörű együttműködés a hazai, az egyes nemzeti és a nemzetközi szervezetek között. Az együttműködés biztosítja a tapasztalatok széleskörű cseréjének lehetőségét, valamint a biztonsági szemlélet egységesítését, a jó gyakorlatok alkalmazását a lehető legszélesebb körben. Az együttműködés eredményeként számos publikáció, szakirodalom található, amely megalapozza és segíti a kutatómunkát. Az egyik ilyen szervezet a NAÜ, amely ma már szorosan együttműködik az EU-val. Széleskörű tagsággal rendelkezik az OECD NEA, amely szintén több dokumentummal segíti az iparágat. Ezen dokumentumokat a tagországok szakemberei alkotják meg, „közös bölcsességre” alapozva. A biztonsági alapvetésekre, az események kezelésére, a tapasztalatok hasznosításának folyamatára vonatkozóan is több szakirodalom áll rendelkezésre, amelyeket felhasználtam, és értekezésemben feltüntettem. Például a biztonsági tényezők meghatározása, bizonyos területek e tényezők alapján történő monitorozása már meglévő technika, amelyet a NAÜ a 2000-es évek elején publikált, és 2 évvel később Magyarországon is bevezettük. Ugyanakkor az események biztonsági szintjére, súlyozására vonatkozóan azonban nem tartalmaz útmutatást, irányelvet a nemzeti és nemzetközi szakirodalom. Az alacsony biztonsági szintű események értékelésére vonatkozó módszert – tudomásom szerint – az alábbi formában eseményértékelésre nem alkalmazta senki. Az utóbbi években jelent meg – szintén a NAÜ a forrás – az IRS osztályozás (egyedülálló országok eseményeinek feldolgozása és biztonsági súlyuk meghatározása). Bátran állíthatom, hogy ennek az alapja az alább is tárgyalt módszer volt. (Egyik közeli munkatársam is részt vett a fejlesztésben.) A biztonsági alapelvek átfogó tárgyalása hatósági szemszögből támaszkodik a szakirodalomra, a NAÜ és az OECD NEA dokumentumaira, azonban ilyen megközelítésű leírás nem készült korábban.

7 Összegzett következtetések

Munkám során áttekintő leírást készítettem a nukleáris biztonság alapvető elveiről hatósági aspektusból. A leírás fontos szerepe, hogy segíti az értekezésem lényeges elemének, az események biztonsági súlyát meghatározó értékelési módszernek a megértését, továbbá

megismerhető a nukleáris biztonság hatósági megközelítése, és összehasonlítható más veszélyes üzemek, iparágak biztonsági megfontolásaival a biztonság szavatolásának erősítése érdekében.

Kidolgoztam egy eseményértékelési módszert, amely kisebb biztonsági jelentőségű események biztonsági súlyát hivatott meghatározni. A módszer előnye, hogy számszerűsíteni képes egy-egy anomália biztonsági hatását, valamint meg lehet felelni annak az alapvető elvárásnak, hogy alkalmazzuk a fokozatos megközelítés elvét (graded approach). Ez egyrészt azért fontos, hogy olyan problémákra fókuszáljunk, arra áldozzunk jelentősebb erőforrást, amelyeknek nagyobb a biztonsági súlya. Tehát erőforrás-allokáció és költségtényező szempontjából lényeges ezen elv alkalmazása. Másrészt fontos a biztonság szempontjából is, hiszen a legnagyobb biztonsági súlyú, kockázatos problémákkal kell kiemelten foglalkozni, erre kell a lehető legrövidebb idő alatt megoldást találni, mivel ez a leghatékonyabb a biztonsági szint megőrzését, emelését illetően.

A megalkotott és a nukleáris biztonsági hatóság által sikeresen alkalmazott módszert általánosítottam. Ez lehetőség lehet a további veszélyes üzemek hasonló eseményeinek értékelésére, fegyelembé véve, hogy hasonló biztonsági alapvetéseket alkalmaznak, mint nukleáris területen, azzal a megkötéssel, hogy az adott területen dolgozó szakértőknek a gyakorlati alkalmazáshoz pontosítani kell az általam meghatározott tényezőket, az adott iparág és létesítmény biztonsági, műszaki jellemzőinek az ismeretében. Ennek a módszernek az alkalmazása a nukleáris területen szerzett tapasztalatok alapján előnyös lehet a biztonság szintjének emelése és az erőforrásallokáció szempontjából.

7.1 Új tudományos eredmények, tézisek

Értekezésem új tudományos eredményének tartom, hogy

- az atomenergiahasználat biztonságának alapelemeit állítottam össze hatósági aspektusból
- egy módszert sikerült megalkotni, amely segítségével a nukleáris létesítményekben és radioaktív hulladéktárolókban bekövetkező eseményeket a szubjektív elemek minimalizálása mellett értékelni lehet,
- ezzel az értékelési módszerrel számszerűen meg lehet határozni ezen események biztonsági súlyát, és ezért
- össze lehet vetni ezen eseményeket a biztonság szempontjából,

- az eseményértékelési módszert általánosítottam, így – a megfelelően kialakított feltételek és megfontolások mellett – fel lehet használni minden veszélyes technológiát alkalmazó létesítményben bekövetkező események biztonsági értékeléséhez.

A tudományos tézisek

1. Felépítettem atomenergia hatósági szempontból a nukleáris biztonság különböző rétegeinek átfogó rendszerét egyesítve a nukleáris biztonság mind műszaki mind pedig hatósági oldalát, megalapozva az alacsony biztonsági kockázatokkal járó eseményértékelési módszert. [1,4,5,T1,T3,T4,T5,E1,E2,E4,E5]
2. Bizonyítottam, hogy alacsony kockázatú biztonsági események felbonthatók olyan elemi eseményekre, melyek biztonsági súlyának megítélése szubjektív hibáktól mentesíthető, így a megjelenésében, lefolyásában egymástól események biztonsági súlya összehasonlíthatóvá válik, és kidolgoztam e felbontás konkrét rendszerét. [2,3,T2,T6,T7]
3. Felállítottam egy algoritmust, melynek alapján más, nem csak az atomenergiát használó veszélyes üzemekben előforduló, nem tervezett események biztonsági súlya meghatározható. [2,3,T2,T6,T7]

Megjegyzések az új tudományos eredményekhez

1. Ezek a szempontok ismertek a nemzetközi szakirodalomból, és természetesen részben átfedésben vannak a nukleáris biztonság „általános” elemeivel azonban ez a szemlélet újabb szempontokat is tárgyal, mivel nem csak a műszaki, hanem a hatósági szabályozás egyes jogi elemeit is sorra veszi. Tehát a nukleáris biztonság alapelveit hatósági szemszögből tárgyalja. A leírás érthetővé teszi, és megalapozza az eseményértékelő módszert, továbbá felhasználható az iparági, ezen belül elsősorban a hatósági új belépők betanító képzésének részeként.
2. A módszer lehetővé teszi a bekövetkező események biztonsági súlyának számszerűsítését, ezzel az egyes események egymással való összevetését a nukleáris biztonság szempontjából. A módszer abszolút értékelést nem tesz lehetővé, csak az olyan események összehasonlítása lehetséges, melyeket egységes elvek alapján (pl. jelen módszert használva), azonos módon (vagyis ugyanazokat a jellemzőket, ugyanolyan pontértékkel), a szubjektivitást minimálisra csökkentve értékelték. Ilyen módon az események értékeléséből származó megállapításokat egymással és a korábbi évek eredményeivel is össze lehet vetni, megállapítva az egyes

események és évek vonatkozásában a változás mértékét, tendenciáját. A módszer segítségével kiegészíthető az atomenergia felhasználójának biztonságiteljesítmény-értékelése.

3. Az esemény-értékelő módszer általánosíthatóságára vonatkozó hipotézist igazoltam, az általános felhasználás alapjait leraktam. Ugyanakkor az általános felhasználásra teljesen kész módszer nem adható, mivel ehhez a nagyon különböző veszélyes üzemek műszaki biztonsági elemzéseit, üzemeltetési feltételeit, üzemeltetési és tervezési dokumentációját pontosan kell ismerni. Ezért a módszer használatához a fenti ismeretek birtokában további pontosítás szükséges. Azonban szakemberek kezében az általánosított eseményértékelő módszer jól használható eszköz lehet az üzemeltetési tapasztalatok hasznosítására és ezzel a biztonsági szint növelésére.

7.2 Az eredmények hasznosítási lehetősége

Doktori értekezésem elkészítése során a legfontosabb cél a gyakorlati alkalmazhatóság volt a hatósági munka során.

Amikor sikerül új kollégákat felvenni az iparág valamilyen szereplőjéhez, akinek nincs tapasztalata az atomenergia felhasználásának területén, a betanításának első fázisától kezdve a leglényegesebb szempont a biztonság elsődlegességének hangsúlyozása, annak a súlykolása, hogy magas szintű biztonság nélkül nem lehet kiemelkedő gazdasági eredményeket elérni még közép távon sem. Nincs ez másképpen a hatóságnál kezdő kollégákkal sem. A biztonság „mibenlétét” azonban nem könnyű feladat megértetni az érdeklődőkkel. Ezért tartottam fontosnak, hogy egy olyan rövid, tömör leírása készüljön a nukleáris biztonságunknak, amely felhasználható oktatási célokra és sorra veszi azokat a területeket, amelyek a hatósági szempontrendszerben kiemelt szerepet játszanak a nukleáris biztonság területén és lehetővé teszik az alapelvek gyors áttekintését. Az egyes területek alapos megértéséhez azonban további elmélyülés szükséges. Fontos továbbá, hogy az eseményértékelő módszer megalapozásához és megértéséhez elengedhetetlen ez a biztonságról szóló áttekintés. Fontos továbbá abból a szempontból is, hogy az általánosított értékelő módszer használatát megalapozza, érthetőségét elősegíti. Támponot ad – szükség szerint párhuzamot vonva a nukleáris területtel – az értékelő módszer általánosításának használatához, pontosításához.

Nemcsak a nukleáris létesítményekben és a radioaktív hulladék-tárolókban, hanem bármely veszélyes üzemben, sőt egy kevésbé veszélyes gyártási folyamatban is rendkívül fontos a

biztonság. A biztonságot veszélyeztető tényezők leginkább azokban az esetekben mutatkoznak meg, amikor valamilyen nem várt, nem tervezett anomália, eltérés jelentkezik az életünk valamely területén. A biztonság szempontjából fontos, hogy az anomália által érintett terület szakemberei le tudják vonni a megfelelő következtetéseket az anomália értékelése alapján és szükség esetén biztonságnövelő intézkedéseket tudjanak foganatosítani. Figyelembe véve ezt a törekvést, segítséget nyújthat egy olyan értékelési módszer, amely ezen anomáliák, események biztonságra gyakorolt hatását számszerűsíti. Egy olyan értékelési módszer fejlesztése volt a cél, amely a nukleáris biztonsági területen a nem tervezett, kisebb biztonsági jelentőségű események biztonsági értékelését lehetővé teszi, és amely segítségével számszerűen meg lehet határozni az egyes események biztonsági súlyát. Ezen a területen elsődleges szempont a tapasztalathasznosítás, a legapróbb hibákból is tanulni kell annak érdekében, hogy elkerüljük a környezetszennyezéssel járó eseményeket, de különösen a baleseteket.

Alapvető elvárás nemzetközi szinten is, hogy alkalmazzuk a fokozatos megközelítés elvét (graded approach). Ez egyrészt azért szükséges, hogy olyan problémákra fókuszáljunk, arra áldozzunk jelentősebb erőforrást, amelyeknek nagyobb a biztonsági súlya. Tehát erőforrás-allokáció és költségtényező szempontjából lényeges ezen elv alkalmazása. Másrészt fontos a biztonság szempontjából is, hiszen a legnagyobb biztonsági súlyú, kockázatú problémákkal kell kiemelten foglalkozni, erre kell a lehető legrövidebb idő alatt megoldást találni. Erre ez a módszer, amely számszerűsíti az események biztonsági súlyát alkalmas eszköz lehet. A módszer segítségével ugyanis ki lehet válogatni azokat az eseményeket, amelyek biztonsági súlya összességében akkora, hogy arra érdemes nagyobb erőforrást áldozni. A biztonság számszerűsítése lehetőséget teremt a fent említett erőforrás-allokáció mellett, pontosabb, egyértelműbb követelményrendszer meghatározására, és hatékonyabb folyamatok kialakítására, működtetésére.

Egy-egy esemény biztonsági szintje az adott létesítmény biztonsági szintjét valamilyen módon jellemző tulajdonsága. Még jobban jellemezheti a biztonsági szintet, ha több esemény biztonsági súlyát vetjük össze, például átlagot képezve, vagy valamilyen megfontolás alapján meghatározva a „megfelelő biztonsági szint” kritériumát, és ennek alapján vonhatók le következtetések az atomenergia alkalmazásának biztonságára vonatkozóan. A módszer eredményei felhívhatják a figyelmet a biztonsági szint romlásának olyan korai jejeire, amelyek kezelése kiemelkedő fontosságú a súlyosabb következményű üzemzavarok bekövetkezésének elkerülése érdekében. A módszer megteremti a nukleáris létesítményekben

bekövetkező események biztonságszemléletű összehasonlíthatóságát úgy, hogy az értékelésből a szubjektív elemeket a lehetséges mértékig kizárja.

A nukleáris területen használható módszer adaptálása más veszélyes technológiákat alkalmazó üzemekre, tevékenységekre kellő alapot ad, hogy ezeken a területeken is használható legyen az eseményértékelő módszer, amely a fentiekben vázolt előnyökkel szolgál. Ugyanakkor az összes területre nem lehetséges egyformán teljes értékű, közvetlenül használható értékelési eszközt előállítani, mert ahhoz minden területen lépésről-lépésre fel kell tárnai a folyamatokat, a folyamatokat jellemző paramétereket, ezek megengedett határértékeit és ennek alapján lehet meghatározni az értékelendő tényezőket és altényezőket, valamint ezek súlyozása után, tételesen a pontértékeket. Tehát az általánosított esemény-értékelő módszer alapjait, keretét sikerült lefektetni, amely gyakorlati használatához az adott terület szakembereinek további megfontolása, fejlesztőmunkája elengedhetetlen.

8 Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék¹

- [1] 118/2011.(VII.11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről, 1. melléklet 1.7.4. fejezet
- [2] Best Practices in the Organization, Management and Conduct of an Effective Investigation of Events at Nuclear Power Plants – IAEA-TECDOC-1600, 2008. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1600_web.pdf (letöltés: 2020.10.31.)
- [3] Operating Experience Feedback for Nuclear Installations – Specific Safety Guide No. SSG-50 2018. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1805_web.pdf (letöltés: 2020.10.31.)
- [4] Challenges and Opportunities Regulatory Challenges in Using Nuclear Operating Experience 2006. (p. 11-15) https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_14164/regulatory-challenges-in-using-nuclear-operating-experience (letöltés:2020.10.31.)
- [5] The use of international operating experience feedback for improving nuclear safety 2008. https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_18530/the-use-of-international-operating-experience-feedback-for-improving-nuclear-safety (letöltés: 2020. 10. 31.)
- [6] **Operating experience feedback of a nuclear facility – Guide** YVL A.10 2019. <https://www.stuklex.fi/en/ohje/YVLA-10> (letöltés: 2020. 10. 31.)

¹ Az értekezés irodalomjegyzékének kivonata

- [7] International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) 2017. <https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale> (letöltés: 2020.10.31.)
- [8] INES the international nuclear and radiological event scale user's manual 2008. – <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/INES2013web.pdf> (letöltés: 2020.10.31.)
- [9] Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency - Functional requirements - Identifying, notifying and activating - International Nuclear Event Scale (INES) – Safety Guide No. GS-G-2.1 2019. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1265web.pdf> (letöltés: 2020.10.31.)
- [10] Lessons Learnt from the Fukushima Daiichi Accident Improving Safety of U.S. Nuclear Plants 2014. <https://www.nap.edu/resource/18294/fukushima-brief05-PDFfromNAP-LoRes.pdf> (letöltés: 2020.10.31.)
- [11] Operational safety performance indicators for nuclear Power plants – Tecdoc 1141 2000. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1141_prn.pdf (letöltés:2020.10.31.)
- [12] Fundamental safety principles – No. SF.1 2006. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1273_web.pdf (letöltés:2020.10.31.)
- [13] Basic safety principles for nuclear power plants – 75-INSAG-3 Rev. 1 INSAG-12 1999. - https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P082_scr.pdf (letöltés:2020.10.31.)
- [14] GADÓ J. és szerzőtársai.: Atomreaktorok biztonsága I-II. 2013.
- [15] VAJDA Gy.: Kockázat és biztonság
- [16] CSOM Gy.: Reaktorok üzemeltetése I-III.
- [17] 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról (Hatályos: 2015.04.11 - 2015.06.30)
- [18] 118/2011.(VII.11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
- [19] A magyarországi nukleáris létesítmények 2003. évi tevékenységének hatósági értékelése, OAH, 2004. <https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=54> (letöltés: 2020. 10. 31.)
- [20] A magyarországi nukleáris létesítmények 2004. évi tevékenységének hatósági értékelése, OAH, 2005. <https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=54> (letöltés: 2020. 10. 31.)

- [21] A magyarországi nukleáris létesítmények 2005. évi tevékenységének hatósági értékelése, OAH, 2006.
<https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=54> (letöltés: 2020. 10. 31.)
- [22] A magyarországi nukleáris létesítmények 2006. évi tevékenységének hatósági értékelése, OAH, 2007.
<https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=54> (letöltés: 2020. 10. 31.)
- [23] A magyarországi nukleáris létesítmények 2010. évi tevékenységének hatósági értékelése, OAH, 2011.
<https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=54> (letöltés: 2020. 10. 31.)
- [24] A magyarországi nukleáris létesítmények 2011. évi tevékenységének hatósági értékelése, OAH, 2012.
<https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=54> (letöltés: 2020. 10. 31.)

8.1 A tézisekhez kapcsolódó tudományos közlemények

1. HULLÁN Sz.: Új atomerőművi blokkok nukleáris biztonsági engedélyezése Nukleon XI. p. évfolyam 2018.
http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/11_2_214_Hullan.pdf (letöltés: 2020.10.31.)
2. HULLÁN Sz.: Safety assessment of events – HÍRVILLÁM = SIGNAL BADGE 2013.
http://archiv.hhk.uninke.hu/uploads/media_items/hirvillam-4_-evfolyam-2_-szam.original.pdf (letöltés: 2020.02.15.)
3. HULLÁN Sz.: Hatósági biztonságjeljesítmény-értékelés – MAGYAR ENERGETIKA XIV. évfolyam 5. szám 49. oldal 2006.
4. HULLÁN Sz.: The Hungarian Emergency Response System – Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS, 18/3. 2020.
https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=355119 (letöltés: 2020.10.31.)
5. HULLÁN Sz.: Külföldi balesetek tapasztalatainak hasznosítása az EU elvárásaival összhangban – HÍRVILLÁM = SIGNAL BADGE 2014. 2. szám (ISSN 2676-9042)

8.2 További közlemények

T1 Nuclear emergency events as a source for best practice

National Resilience konferencia: Opportunities and challenges in the changing security environment 2018. május 9-10.

T2 A nukleáris biztonság

Biztonságtechnikai Szimpózium, a Magyar Tudomány Ünnepe 2015. keretében, az Óbudai Egyetem (Bánki közlemények) – ISBN 978-615-5460-30-2

T3 Új atomerőművi blokkok biztonsági engedélyezése

XIII. és XIV. MNT Nukleáris technikai szimpózium - NUCLEON című nukleáris tudományos folyóiratban – <http://nuklearis.hu/nukleon/cikkek> (HU ISSN 1789-9613)

Veszprémi Egyetem honlapja – TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0017, „Zöld Energia” – Felsőoktatási ágazati együttműködés a zöld gazdaság fejlesztésére az energetika területén” című projekt nemzetközi, tudományos konferenciáján 2015. június 2-3;

T4 Balesetek tapasztalatainak hasznosítása

Biztonságtechnikai Szimpózium, a Magyar Tudomány Ünnepe 2014 keretében, az Óbudai Egyetem (Bánki közlemények) [CD] – ISBN 978-615-5460-30-2

T5 Kezdődhet a paksi telephelyvizsgálat című interjú, továbbá a Nukleáris Technikai Szimpóziumon előadás, NUCLEON című nukleáris tudományos folyóiratban – <http://nuklearis.hu/nukleon/cikkek> (HU ISSN 1789-9613) – interjú: Innotéka 2014. december – (ISSN 2062-6525)

T6 Események biztonsági értékelése

XI. Biztonságtechnikai Szimpózium (2013) NUCLEON című nukleáris tudományos folyóiratban – (HU ISSN 1789-9613)

T7 Rendkívüli események biztonsági értékelése

VI. Nukleáris technikai Szimpózium (2008) NUCLEON című nukleáris tudományos folyóiratban – <http://nuklearis.hu/nukleon/cikkek> (HU ISSN 1789-9613)

Lényegesebb előadások

E1. Life time management

LJUBLJANA; 18-22 June 2001 (IAEA Regional Workshop)

E2. Atomerőművek biztonsága

„Atomenergiáról –mindenkinek” ismeretterjesztő konferencia Pécsen –(2012. május 24.)

„Atomenergiáról –mindenkinek” ismeretterjesztő konferencia Miskolc (2013. november 29.)

E3. Hatósági műszaki biztonsági hatáskör alakulása

X. Műszaki Biztonságtechnikai Konferencia és Kiállítás –(2012. november 29.)

E4. Atomenergia = ellátásbiztonság

GTTSZ konferencia (2015) [Atomenergia = ellátásbiztonság GTTSZ konferencia Hullán Szabolcs előadása - YouTube](#)

E5. Short news and new NPP project in Hungary

MDEP 28TH STC meeting, Párizs 10-12th May, 2016 (bizalmas)

Jogszabályok (Magyar Közlöny; www.oah.hu)

- 1) NBSZ 3. kötet: Atomerőművek tervezése (2005)
- 2) NBSZ 5. kötet: Kutatóreaktorok tervezése és üzemeltetése (2008)

Útmutatóként megjelent dokumentumok (www.oah.hu)

- 3) 1.25. Atomerőművek eseti jelentései (1997)
- 4) 1.24. Atomerőművek rendszeres jelentései (1997)
- 5) 3.1. Atomerőművek biztonsági osztályba sorolása (1997)
- 6) 3.10. Atomerőművek átalakításának biztonsági elemzése (2000)
- 7) 1.43. Hatósági ellenőrzés (2012)
- 8) 1.54. Szervezet és irányítási rendszer átalakítása (2013)