

Serfőző Kálmán¹

Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei II.

Feasibility of the Risk Based Management of Process Safety in High Risk Plants, Part II

A szerző kétrészes publikációjában az Amerikai Vegyész-mérnök Intézet, Vegyi Folyamatok Biztonsági Központja által kidolgozott különböző technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányításának lehetőségeit kívánja bemutatni. A magyar katasztrófavédelmi törvény meghatározó elemei az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek biztonsági irányítási rendszereivel szemben támasztott előírások. A szerző által ismertetett eljárás elemei több Magyarországon működő veszélyes anyagokkal foglalkozó vállalat által használtak, azonban jogszabályi szinten nem jelenik meg hazánkban ilyen összetett követelményrendszer. A második cikkben a kockázatalapú folyamatbiztonság elvéhez kapcsolódóan a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek technológiai rendszereinek beüzemeléséhez kapcsolódó kérdésekről, a veszélyhelyzetekre történő felkészülés fontosságáról, az üzemeltetést végzők és közreműködők képzéséről, valamint a bekövetkezett események kivizsgálásának, elemzésének fontosságáról olvashatunk.

Kulcsszavak: iparbiztonság, folyamatbiztonság, kockázatelemzés

The aim of the author with this two-part publication is to demonstrate the opportunities of introducing the Risk Based Process Safety management system, originally developed by The Center of Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers. Significant points of the Hungarian Disaster Management Act govern multiple aspects of existing Safety Management Systems of high-risk plants. While elements of the process described by the author in this article are currently being utilised by numerous high-risk plants in Hungary, the Disaster Management Act fails to provide a comprehensive and complete legal set of requirements. In the second

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: serfozokalman.nke@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7614-1139>

article, in connection with the principle of risk based process safety, we can read about issues related to the commissioning processes of technological systems in hazardous material plants, the importance of emergency response, the training of operators and contributors, and the importance of investigating and analysing incidents.

Keywords: industrial safety, process safety, risk analysis

1. Bevezetés a kockázatalapú folyamat biztonsági irányítási rendszer további elemeibe

A veszélyes üzemekben lezajló különböző technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítása az Amerikai Vegyész-mérnök Intézet (a továbbiakban: AIChE) Vegyi Folyamatok Biztonsági Központja (a továbbiakban: CCPS) által kidolgozott eljárási rendszer. A megközelítés lényege, hogy a különböző folyamatok biztonságossá tételére kockázatalapú stratégiákat és végrehajtási taktikákat szükséges alkalmazni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemelése során.

Publikációm első részében megkezdtem a kockázatalapú folyamatirányítási rendszer elemei segítségével bemutatni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények biztonságos üzemelését elősegítő módszereket és lépéseket. Cikksorozatom második részében a kockázatalapú folyamatbiztonság rendszerének további meghatározó elemeit kívánom ismertetni.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemelése során lényeges kérdés a technológiai rendszerek beüzemelésének lépései, mivel ilyenkor mindig valamilyen változás lép fel a korábbi üzemállapotban. Szintén kiemelkedő feladat veszélyes üzemek esetén a veszélyhelyzetekre történő felkészülés és reagálás, hiszen csak megfelelően előkészített és begyakorolt tervek segítségével lehet képes az üzemeltető a veszélyes létesítmények környezetkárosító hatásait elkerülni, csökkenteni. A biztonságos üzemeltetéshez és vészhelyzeti reagáláshoz szorosan kapcsolódik az üzemeltetést végzők és közreműködő személyek képzésének kérdése. Napjainkban a különböző ipari létesítmények üzemeltetésében részt vevők számára komplex ismeretekkel kell rendelkezni a technológiai folyamatok, a vonatkozó jogszabályok és biztonságtechnikai utasítások területén. Ezért kiemelkedően fontos egy pontosan összeállított képzési tematika megléte, valamint az oktatások megfelelő módon történő végrehajtása egyaránt a vezetői, kezelői és beavatkozási állomány számára. Működés közben különböző üzemzavarok, váratlan leállások, esetlegesen veszélyes anyagokkal kapcsolatos események időről időre bekövetkeznek a termelő létesítményekben. Ahhoz, hogy el tudjuk kerülni a súlyosabb baleseteket, a veszélyes anyagok szabadba jutását, illetve a környezetkárosodást, részletesen szükséges kivizsgálni és elemezni minden olyan eseményt, amely zavart okozott a technológiai rendszerekben, vagy amely következtében baleset, személyi sérülés, tűz vagy környezeti kár keletkezett. Csak olyan eseménykivizsgálásokból tudunk tanulni, amely az esemény súlyosságával arányosan részletesen elemzi a történeteket, ok és okozati összefüggéseket tár fel, illetve előre mutató javító és megelőző intézkedések meghatározásával zárul le.

Végül lényeges elem a teljes (biztonsági) irányítási rendszert működtető vezetői elkötelezettség, hiszen a kockázatkezelési program elsősorban egy irányítási eszköz.

A biztonságos üzemeltetéshez olyan jól működő irányítási rendszerre van szükség, amely megadja a feltárt kockázatokra a következetes választ. A folyamatbiztonság hatékonyságát a felelős és a biztonság iránt elkötelezett vezetés tudja garantálni a megfelelő technikai eszközök alkalmazásával, valamint a teljes üzemeltetői személyzet bevonásával. Ezen komplex kockázatkezelési programok napjainkban elsősorban önkéntes alapon használatosak, azonban a koncepció hitelességét jogalkotói szinten is elismerik, valamint az ipar számos vállalata alkalmaz hasonló kockázatalapú biztonsági irányítási rendszereket.²

2. A létesítményekkel szemben támasztott követelmények

2.1. Beüzemelési eljárások

Kitekintés I. – „Egy finomító előre tervezett karbantartási munkálatok miatt leállás alatt volt, amely során az egymáshoz csatlakozó üzemek, technológiai rendszerek mechanikai leválasztása mellett megtörtént az egyes berendezések kizárása, illetve kitáblázása az úgynevezett LOTO (lock-out-tag-out) eljárás segítségével. Az egyik technológiai készülék (hőcserélő) különlegessége abban állt, hogy az eszközt csak alkalmanként használták, amikor alapanyagcsere történt, és annak a további melegítésére/hűtésére volt szükség. A leállási munkák végeztével megtörtént a finomító újraindítása, lefolytatták a szükséges üzembe helyezési eljárásokat. Sajnos hat hónappal később, amikor a fent említett hőcserélőt is újra üzembe helyezték, szivárgás keletkezett, és éghető gáz áramlott ki a szabadba. Az ennek okán bekövetkező tűz miatt a berendezésekben jelentős kár keletkezett, a finomító pedig leállásra kényszerült. Kiderült, hogy az érintett hőcserélő üzembe helyezése nem volt része a leállási munkák utáni beüzemelési eljárásnak, mivel ez a berendezés nem lett azonnal üzembe véve. Noha az üzembe helyezés előtti ellenőrzések elvégzésére egyedi eljárás volt érvényben, a tényleges működési folyamatot még nem alakították ki annak biztosítására, hogy minden egység üzemkész legyen.”³

A különböző technológiai folyamatok biztonságos elindításának vagy újraindításának biztosítása a létesítmények teljes élettartama alatt a folyamatok kockázatkezelésének egyik lényeges eleme. Ezen újraindítások oka lehet akár egy új technológiai egység beüzemelése, valamilyen módosítás vagy javítás miatt leállított folyamat újra üzembe helyezése, vagy egyéb más (például gazdasági) okból leállított, majd újra üzembe vett egység újbóli beüzemelése is. A nemzetközi tapasztalat azt mutatja, hogy a veszélyes anyagokkal kapcsolatban bekövetkezett események gyakorisága nagyobb a különböző folyamatátmenetek során, például egy adott egység újraindításakor. Ezen események gyakran abból adódtak, hogy az újból üzembe helyezett rendszer fizikai körülményei nem voltak megfelelőek a biztonságos üzemeltetéshez, ezért a veszélyes anyagokkal kapcsolatos események elkerüléséhez rendkívül fontos a biztonságos üzemindulás megvalósulása.⁴

² Greenberg, Harris R. – Joseph J. Cramer: *Risk assessment and risk management for the chemical process industry*. Wiley, 1991.

³ CCPS: *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Wiley-Interscience, 2007.

⁴ CCPS (2007) i. m. 2.

A veszélyes technológiák üzemeltetőinek szabályozni szükséges, hogy mely eseteken kell elvégezni az újbóli beüzemelés előtti biztonsági szemlét. A folyamatot minden esetben fontos írásban dokumentálni, illetve célszerű egy olyan csoport kijelölése, amely részletes ismeretekkel rendelkezik az adott technológiáról, az esetlegesen bekövetkezett változtatásokról, a kivitelezési munkák pontos műszaki tartalmáról, illetve a kapcsolódó biztonságtechnikai szabályokról. Minden esetben szükséges áttekinteni a kapcsolódó üzemeltetési szabályzatot, kiviteli terveket, ellenőrzési és kalibrálási jegyzőkönyveket. A folyamat lezárásaként írásbeli nyilatkozatot szükséges tenni a csoport minden tagjának arról, hogy támogatja-e a beüzemelést, vagy van-e további feladat a biztonságos működés érdekében.

3. A közreműködő személyi állománnyal szemben támasztott követelmények

3.1. Felkészülés és reakció veszélyhelyzetekre

Kitekintés II. – „1947. április 16-án reggel 8 óra körül tüzet észleltek a Grandcamp teherhajó fedélzetén, amely az amerikai Texas város melletti kikötőben horgonyzott. A tűz keletkezése előtt a hajó fedélzetére 1400 tonna ammónium-nitrát került berakodásra zsákokban az egyik szintre, valamint 800 tonna azonos műtrágyakészítmény a hajó másik szintjére. A hajó kapitánya úgy döntött a tűz észlelésekor, hogy nem használ vizet a tűz eloltására, mivel attól tartott, hogy a víz tönkre tenné a rakományt. Ehelyett a kapitány utasította a tengerészeket, hogy zárják le a hajó belső terét, és nagynyomású gőzt használatával próbálják meg kiszorítani a rakterekből az oxigént, ezzel eloltva a tüzet. Sajnos azonban a parafinnal bevont ammónium-nitrátnak nincs szüksége oxigénre az égéshez. Sőt, a gőzből származó hő növelte az anyag égési sebességét. A hajó végül délelőtt 9 óra 12 perckor felrobbant, ennek hatására legalább 468 ember meghalt, ami halálos áldozatok számát tekintve a legsúlyosabb ipari baleset, amely valaha is történt az Egyesült Államokban. A Grandcamp fedélzetén történt robbanás a következő 16 órában több robbanást és tüzet okozott. Egy közeli vegyi üzem, illetve közelben található olajtároló létesítményt is érintve, végül április 17-én kora reggel egy újabb nagy méretű robbanás történt, amely elérte az 1000 tonna ammónium-nitráttal megrakott Highflyer nevű teherhajó fedélzetét, amely a Grandcamp mellett horgonyzott. A texasi katasztrófát tanulmányozó szakértők megállapították, hogy figyelembe véve az ott jelen lévő anyagokból fakadó kockázatokat, a biztonságos üzemeltetésre, valamint a veszélyhelyzetekre történő felkészülés súlyos hiányosságokat mutat. Felkészülés nélkül kevés esély volt arra, hogy bárki elég gyorsan képes legyen megbirkózni a baleset következményeivel, valamint megakadályozni annak következményeit. Nyilvánvalóan sok hiba történt a veszélyhelyzet kezelése alatt, ha csak figyelembe vesszük a tűz kioltására használni kívánt gőz bevezetését a raktérbe vagy a közelben tartózkodó evakuálásának elmulasztását, mivel reggel 8 és 9 óra között sok ember gyült össze az élénk színű lángok és a füst miatt.”⁵

⁵ CCPS (2007) i. m. 2.



1. ábra

Ammónium-nitráttal megrakott teherhajó lángol Texas város kikötőjében 1947. április 16-án.

Forrás: Tom Bassing: The Texas City Disaster. *The Daily News*. 2017. 07. 15.

Napjainkban már az üzemeltető kézenfekvő kötelessége, hogy az előre felmért veszélyhelyzetek elhárításához, a gyors beavatkozás és a további következmények csökkentéséhez vészhelyzeti reagálási tervet készítsen. Ezen dokumentumokban rögzíteni szükséges azon eljárásokat, amelyek az eredményes beavatkozáshoz szükségesek a biztonsági irányítási rendszer részeként. Minden esetben szükséges, hogy ne csak az üzemeltetésben, szállításban közvetlenül részt vevők ismerjék meg a reagálási tervek tartalmát, hanem a létesítmény üzemeltetésében közvetlenül részt vevő külső szerződött partnerek, illetve veszélyeztető forrás hatókörzetében lévő egyéb gazdálkodó szervezetek is kapjanak részletes tájékoztatást a környezetükben lévő veszélyforrásokról, az események során betartandó feladatokról.⁶

Bármely adott esemény következményei jelentősen csökkenthetők hatékony vészhelyzeti tervezéssel és reagálással. A Grandcamp teherhajóval történt baleset egyik lényeges tanulsága, hogy az első detonáció utáni robbanássorozat ellenére nem lettek további halálos áldozatok, mivel az esemény hatókörzetén tudták tartani a beavatkozásban nem részt vevő személyeket, ellenkező esetben több százan is megsérülhettek volna. Ezen körülmények ellenére is felvetődhet a kérdés mind a közvélemény, mind a hatóságok részéről, hogy engedélyezhető-e egy olyan létesítmény működése, amely nem képes hatékonyan leküzdeni a területén bekövetkezett káreseményeket. Fontos tehát kiemelni, hogy a balesetekre történő megfelelő színvonalú felkészülésnek és reagálásnak kiemelt szerepe van az élet- és vagyónbiztonság fenntartásában, a veszélyes létesítmények környezetkárosító hatásainak csökkentésében, tehát a biztonságos üzemelés fenntartásában.⁷

⁶ Mesics Zoltán – Kátai-Urbán Lajos: Biztonsági Irányítási rendszer értékelése. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 99–107.

⁷ Mesics – Kátai-Urbán (2015) i. m. 2.

A Grandcamp teherszállító hajó texasi katasztrófájához kapcsolódva meg kell jegyezni, hogy a 2020. augusztus 4-én Bejrútban történt katasztrófális következményvel járó robbanás valószínűleg szintén ammónium-nitrát reakciója miatt következett be. A libanoni főváros kikötőjében feltehetően 2750 tonna műtrágya szabálytalan tárolása, illetve a közelben lévő vegyi anyag veszélyeit fel nem mérő munkavégzés okozta legalább 150 ember halálát, illetve felbecsülhetetlen értékű anyagi kárt.⁸

Szintén érdemes feleleveníteni a franciaországi Toulouse műtrágyagyárában 2001. szeptember 21-én történt robbanást, amely ugyancsak ammónium-nitrát miatt következett be. A város szélén található létesítményben megessett katasztrófa következtében legalább 2500-an megsérültek, több száz lakás megrongálódott vagy lakhatatlanná vált a baleset helyszínétől több kilométerre is. A körülbelül 200-300 tonna műtrágya mellett egyéb veszélyes anyagokat (klór, ammónia) is tároltak az üzemben, amely szintén nagy veszélyt jelentett a létesítmény környezetére.⁹

Az elrettentő példák sajnos jól mutatják, hogy bár évtizedek óta használja az ipar és a mezőgazdaság ezen anyagot, azonban még mindig nem kellő óvatossággal történik a felhasználása.

Az USA-ban elvégzett egyes elemzések szerint, a veszélyes anyagokkal kapcsolatosan bekövetkezett ipari balesetek jelentős része csak kevés darabszámú kemikália jelenlétéhez köthető: vízmentes ammónia, klórgáz, propán és egyéb robbanékony elegyek okozták az események 70%-át, döntő többséggel az ammónium-nitrát nagyarányú ipari és mezőgazdasági felhasználhatósága miatt.¹⁰

A folyamatbiztonság lényeges eleme a veszélyhelyzeti tervezés, vagyis megfelelően felkészülni és reagálni a különböző eseményekre. Ez azonban jócskán túlmutat pusztán csak a kárenyhítésen: magában foglalja az esetlegesen bekövetkező események, balesetek meghatározását, a lehetséges okok feltárását, az ebből fakadó következmények leküzdéséhez szükséges erőforrások biztosítását. Ennek érdekében fontos az elkészült tervek folyamatos gyakorlása, az érintett alkalmazottak, szomszédos vállalkozók és a helyi hatóságok tájékoztatása és képzése, valamint az érintettekkel való hatékony kommunikáció. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos káreseményekre való eredményes felkészülés érdekében ezért három lényeges területre szükséges összpontosítani:

- az emberek védelme, beleértve a létesítményben lévőket, a hatókörzetben jelen lévőket, illetve a veszélyhelyzet esetén beavatkozókat,
- hatékony reagálás a veszélyes anyagokkal kapcsolatban bekövetkezett eseményekre,
- az érintett felekkel történő hatékony kapcsolattartás, különösen az érintettekrel és a média képviselőire.¹¹

A bekövetkező veszélyhelyzetek kezelése kapcsán szintén tanulságos eset lehet számunkra az Amerikai Egyesült Államok Illinois államának egyik vegyi üzemében 2004-ben történt balesete is: a létesítményben jelen lévő dolgozók 10 óra után hangos robbanásra lettek figyelmesek, majd az üzemben jelen lévő vinil-klorid nevű anyag jellegzetes szagát

⁸ Beirut explosion: What we know so far. *BBC News*, 2020. augusztus 11.

⁹ Pátzay György – Dobor József: *Ipari Tevékenységekből eredő veszélyforrások és elhárításuk*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, 2016.

¹⁰ Pátzay-Dobor (2016) i. m. 8.

¹¹ CCPS (2007) i. m.

kezdtek érezni. A technológiai rendszer ellenőrzésére érkező dolgozó azt tapasztalta, hogy az egyik reaktor üzemi nyomása folyamatosan csökken, tartalma pedig szivárog a készülék alsó részén. Ezután több robbanás következett be, amelyeknek következtében öt fő munkavállaló életét veszítette, 3 fő megsérült, illetve 150 személyt kellett evakuálni az üzem 2 km-es környezetéből. Mindezek mellett jelentős anyagi kár is keletkezett a létesítményben, illetve kérdéses volt a környezetkárosodás mértéke is. A vizsgáló hatóságok végül arra a következtetésre jutottak, hogy az esemény egyik közvetlen oka hibás kezelői beavatkozás volt, valamint megállapították azt is, hogy a vészhelyzeti beavatkozás sem volt megfelelő: a munkavállalók nem kaptak megfelelő képzést a nagyobb mennyiségű veszélyes anyagok kiszabadulásával járó események kezeléséről, ennek oka lehet az is, hogy a vizsgálat szerint körülbelül 5 percig nem avatkoztak be a kiáramlás észlelését követően, a szükséges vészhelyzeti intézkedéseket nem kezdték meg.¹²

A vészhelyzeti felkészülésnél az elvégzett kockázatelemzések alapján meghatározott eseménysorokat kell alapul venni a következmények hatékony csökkentésének érdekében. Szabályozni szükséges a védelmi szervezetbe beosztott egyes munkavállalók, kezelők, irányító személyek feladatait, számukra előzetes felkészítés és védelmi, szaktechnikai eszközök biztosítása szükséges. Kiemelten kezelendő kérdés a normál és vészhelyzeti kommunikáció módja, a hatékony információcsera biztosításához szükséges erő és eszközállomány biztosítása.¹³



2. ábra

A libanoni főváros kikötőjének maradványai az ammónium-nitrát robbanás után, 2020 augusztusában.

Forrás: Beirut explosion: Before-and-after images. *BBC News*, 2020. augusztus 20. Online: www.bbc.com/news/world-middle-east-53680772

¹² Dobor József: Vegyi veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül. *Hadmérnök*, 12. (2017), „KÖFOP” szám. 13.

¹³ Mesics Zoltán – Kovács Balázs: Új jogi szabályozási követelmények a Biztonsági Irányítási rendszerekkel kapcsolatban. *Védelem Tudomány*, 1. (2016), 2. 620–644.

3.2. Oktatás és teljesítmény

Kitekintés III. – „Nagy nyomáson cseppfolyósítva tárolt szénhidrogén gáz (LPG) tárolására szolgáló tartályparkban keletkezett tűz, amelyet forrásban lévő folyadék gőzének berobbanása (BLEVE jelenség) követett Franciaországban, Lyon közelében egy finomítóban. Az esemény következtében tizennyolc ember életét veszítette, valamint további 81 ember sérült meg. A gáztároló létesítmény teljesen megsemmisült, mivel a tűz átterjedt a közelben lévő további folyékony szénhidrogén tároló tartályokra. A káreseményt egy munkavállaló okozta, aki az egyik LPG tároló tartály alján elhelyezkedő szelepen át kívánt vizet elengedni a leürítő rendszerbe. A feladat nem megfelelő sorrendben történő elvégzése, illetve egyéb okok miatt azonban gázömlés következett be. Ez az esemény is szemlélteti, hogy az irányítási rendszernek miért kell biztosítania a munkavállalók képzését feladatainak helyes végrehajtásához, illetve, hogy miért kell rendszeresen ellenőrizni megfelelő teljesítményüket.”¹⁴



3. ábra

Látkép az 1966. január 4-én bekövetkezett robbanássorozat után a Lyon melletti gáztárolóról.

Forrás: Mesics Zoltán: A biztonsági irányítási rendszerek hatékonyságának fejlesztése: karbantartások kivitelezése és alvállalkozók kezelése. *Bólyai Szemle*, 27. (2018), 2.

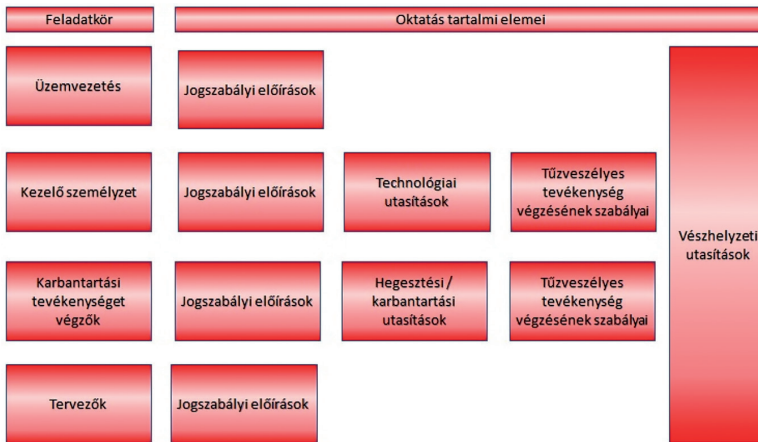
Az elmúlt évtizedekben az ipari létesítmények gyors technológiai változáson mentek keresztül. Példaként említhető, hogy napjainkban egy vegyipari termelő létesítmény sokkal hatékonyabb, és általában jobban automatizált, mint egy hasonló létesítmény 20 évvel ezelőtt. Az automatizálásnak ez a szintje azonban nem szüntette meg az emberi tényezőt. Noha a folyamatok nagy részét manapság a számítógép által vezérelt rendszerek végzik, a berendezések üzemeltetéséhez, karbantartásához, beállításához és kalibrálásához továbbra is szükség van élő személyzetre. Az üzemeltetést végző, illetve az üzemeltetésre közvetetten hatást gyakorló karbantartói, kivitelezői személyi állomány képzése, valamint az üzemeltetési és karbantartási tevékenységek megbízható és biztonságos elvégzése az egyik legfontosabb elem a kockázatalapú

¹⁴ Mesics-Kovács (2016) i. m. 2.

biztonsági irányítási rendszerekben. A folyamatos képzés lehetővé teszi új vagy akár továbbfejlesztett módszerek bevezetését, amelyek segítségével garantálható a létesítmények biztonságos üzemeltetése.¹⁵

A munkavállalók számára tartandó képzésekről az üzemeltetőnek a kapcsolódó jogszabályok figyelembevételével saját képzési programot szükséges létrehoznia. Ezen képzési tervben szükséges meghatározni, hogy az egyes munkakörök számára milyen oktatások szükségesek, ahogy példaként a 4. ábrán is láthatjuk. Ezen képzések lehetnek elméleti tantermi, illetve olyan gyakorlati oktatások is, ahol adott esetben a munkavégzés helyszínén vagy külön erre a célra kialakított gyakorló létesítményekben sajátíthatják el a biztonságos munkavégzés alapfelételeit. Az oktatások módjától és helyétől függetlenül a cél az, hogy a munkavállalók elsajátítsák azon legalapvetőbb ismereteket, amelyek birtokában elkezdhetik munkájukat, például új belépők biztonságtechnikai oktatása alkalmával. Emellett szükséges továbbképzéseket tartani, ahol az eddigi üzemeltetési, beavatkozási tapasztalataik alapján bővíthetik ismereteiket, vagy olyan új tudásanyagot sajátíthatnak el, amelynek birtokában még komplexebb feladatokat tudnak ellátni. Fontos a képzések vizsgával történő lezárása, hiszen ennek segítségével a dolgozók bebizonyíthatják, hogy megértették a képzést, és alkalmazhatják azt gyakorlati helyzetekben.

A folyamatosan magas szintű emberi teljesítmény kritikus szempont minden folyamatbiztonsági irányítási rendszer szempontjából. Valójában ennek nem megfelelő szintje hátrányosan befolyásolja az üzemeltetés minden szempontját. Megfelelő képzési program és magas szintű munkavégzési teljesítmény nélkül az üzemeltetés nem tud megbizonyosodni arról, hogy a feladatokat következetesen, a minimálisan elfogadott normák szerint, a megfelelő eljárásokkal és a gyakorlatokkal összhangban teljesítik.¹⁶



4. ábra

Veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemeltetésében részt vevők körének oktatási tematikájának lehetősége.

Forrás: Greenberg–Cramer (1991) i. m. alapján a szerző szerkesztése

¹⁵ Mesics–Kovács (2016) i. m. 1.

¹⁶ Mesics–Kovács (2016) i. m. 2.

3.3. A közreműködő személyek és alvállalkozók biztonsági teljesítménye

Mint ahogy azt az előbbieken is megismerhettük, az emberi tényező rendkívül fontos a veszélyes létesítmények biztonságos üzemeltetése során. Nincs ez másként akkor sem, amikor nem az üzemeltetésben közvetlenül részt vevő személyekre gondolunk, hanem a különböző karbantartási, beszállítói és egyéb szolgáltatói tevékenységet végző külsős szolgáltató partnerekre. Napjainkban elmondható, hogy az összetettebb, időigényesebb karbantartási, projekt kivitelezési munkákat olyan szerződéses partnerek végzik a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemekben is, akik nem tagjai az üzemeltetői szervezetnek, de tevékenységük lényeges hatással van az adott létesítmény biztonsági teljesítményére. A közreműködő személyek és alvállalkozók biztonsági teljesítménye kapcsán olyan intézkedésekről beszélünk, amelyek biztosítják, hogy ezen személyek is biztonságosan végezzék munkájukat, tevékenységük ne gyakoroljon negatív hatást az üzembiztonságra.

A folyamatos hatékonyságnövelés és költségcsökkentés érdekében az ipari vállalatok széles körben elterjedt módszere a külsős szolgáltató partnerek igénybevétele belső erőforrások felhasználása helyett. Ilyen, a folyamatbiztonságra is hatást gyakorló tevékenységek lehetnek a speciális szaktudást igénylő feladatok ellátása, tervezési munkák, nagyobb eszköz, valamint személyi állományt igénylő kivitelezői munkák elvégzése, nem a vállalat fő tevékenységéhez kapcsolódó, akár technológiai rendszerek üzemeltetése is. A kiszervezéssel arányosan a külsős szolgáltató partnerek tevékenységükkel növelni képesek a működés kockázati szintjét, így ezzel a kérdéssel az üzemeltetőnek kiemelkedően szükséges foglalkoznia. A különböző kockázatcsökkentő eljárások lehetnek a munkaengedélyezési folyamatok létrehozása, a szerződött partnerek rendszeres biztonságtechnikai szempontú ellenőrzése, elméleti és gyakorlati képzések, valamint tájékoztatók tartása a helyszíni munkavégzők számára. Fontos itt is kiemelni a vészhelyzeti reagálási tervek, magatartási szabályok ismertetését is. A folyamatbiztonság ezen eleme nemcsak a külsős partnerek helyszíni tevékenységével foglalkozik, de konkrét elvárásokat támaszt már a szolgáltatást nyújtók kiválasztásának folyamatával, a szerződések megkötésével és biztonsági teljesítményük nyomon követésével szemben is.¹⁷

Fontos kitérni arra is, hogy a nemzetközi tendenciákkal párhuzamosan hazánkban is jelentős a külsős partnerek igénybevétele a Magyarországon található veszélyes ipari létesítményekben. Korábbi tanulmányokból kiderül, hogy a 2014-től 2016-ig tartó időszakban a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok 16%-ban játszottak közre külső kivitelezői partnerek a rájuk vonatkozó eljárások meglétének hiánya vagy szabálytalan munkavégzés miatt.¹⁸

3.4. Események jelentése és kivizsgálása

Az üzemeltetés, illetve a kivitelezési munkák közben bekövetkezett események jelentése és kivizsgálása az egyik leghatékonyabb módszer a folyamatbiztonság fenntartására.

¹⁷ Mesics-Kovács (2016) i. m. 2.

¹⁸ Mesics (2018) i. m. 2.

Itt nemcsak a ténylegesen bekövetkezett üzemzavarokra, illetve balesetekre kell gondolnunk, hanem az úgynevezett kvázi vagy majdnem bekövetkezett esetekre is. Ezen események alatt azon történéseket érthetjük, amelyek kedvezőtlen körülmények között akár üzemzavarhoz, balesethez is vezethettek volna, azonban ez, az időben való észlelés vagy a gyors reagálás miatt, nem következett be.¹⁹

Az események kivizsgálásának fő célja az ok és okozati összefüggések feltárása annak érdekében, hogy hasonló események ne következhessenek be újra a létesítményben.²⁰

Az események belső kivizsgálásának céljából kijelölt vizsgálói csoport vezetőjének olyan személyt célszerű megbízni, aki jártas a hasonló feladatokban, képességei alkalmassá teszik rá, hogy irányítsa a vizsgálói csoportot. Munkájának segítésére olyan szakemberek bevonása szükséges, akik kellő tapasztalattal rendelkeznek a hasonló technológiák üzemeltetésében, folyamatirányítási, munka- és tűzvédelmi tevékenységekben. Érdemes olyan szakembereket is alkalmazni a technológiai folyamatokat érintő kérdések megválaszolásában, akik nem érintettek az eseményben, de gyakorlati tapasztalataik vannak hasonló technológiák működtetésében.²¹

Az összefüggések feltárása után megelőző és javító intézkedések meghatározása szükséges. Fontos, hogy jól definiálható feladatokat határozzanak meg, amelyekhez konkrét személyi felelős és végrehajtási határidő rendelhető. A meghatározott intézkedések megvalósulása kulcskérdés, így azok folyamatos nyomon követése szükséges az eseményt vizsgáló szakemberek által. Végül olyan ismertető jelentés létrehozása is szükséges, amely alkalmas a közreműködő személyzet számára mint oktatási segédlet. Az ismertetés célja szintén a hasonló események elkerülése.

4. Vezetőségi felülvizsgálat és folyamatos fejlődés

Kitekintés IV. – „2001. július 17-én robbanás történt egy leürített kénsav-tároló tartályban az amerikai Delaware város mellett található olajfinomítóban. A tartály javítása során végzett hegesztési munkák alatt a tartály gőzterében megrekedt szénhidrogén származékok begyulladtak. Egy karbantartó dolgozó életét veszítette, nyolc munkavállaló megsebesült. A baleset több tényező összefonódásából származott: a tartály rekonstrukciós munkái alatt fellépő veszélyeket nem azonosították és nem ellenőrizték; a tartályon történt több vizsgálat során feltárt lyukadások javítását nem minden esetben végezték el, halasztották. A tűzveszéllyel járó munkavégzésre feljogosító engedély kiállításakor nem követelték meg a tartály légkörének ellenőrzését annak ellenére, hogy korábban már leállításra került a kivitelezési tevékenység a légkörben jelen lévő mérgező és tűzveszélyes gázok koncentrációjának feldúsulása miatt. A felsorolt okok mindegyike az irányítási rendszer nem megfelelő működésének (a változások kezelése, az eszköz állapota és megbízhatósága, valamint a biztonságos

¹⁹ Mesics Zoltán – Kovács Balázs – Domján Iván: *Útmutató a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok és súlyos balesetek üzemeltetők általi kivizsgálásához*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2018.

²⁰ Mesics–Kovács–Domján (2018) i. m. 1.

²¹ Mesics–Kovács–Domján (2018) i. m. 18.

munkavégzés gyakorlata) következménye, amelyeket a vezetés időben történő észlelése esetén sikerült volna azonosítani és kijavítani.”²²



5. ábra

Kénsavtároló állóhengeres tartály maradványai robbanás után a Delaware-ben lévő olajfinomítóban.

Forrás: U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD: *Investigation Report Refinery Incident*

A veszélyes ipari létesítmények üzemeltetőinek olyan belső megfigyelő rendszereket szükséges működtetniük, amelyek segítségével az elérni kívánt biztonsági célok állapota nyomon követhető. Egyrésztől aktív monitoringrendszerekre gondolhatunk, amely alatt az események elkerülését szolgáló biztonsági célok, kockázatkezelési intézkedések megvalósulását értjük, valamint reaktív monitoringról beszélhetünk, amely a már bekövetkezett meghibásodások, balesetek jelentését és kivizsgálását jelenti. A felülvizsgálatok célja minden esetben annak megállapítása, hogy az irányítási rendszer működése kielégíti-e az üzemeltető által kitűzött célokat. Fontos vizsgálni azt is, hogy a meghatározott biztonsági követelmények és a célkitűzések mennyire vannak összhangban.²³

A biztonsági kultúra magas szinten tartásának céljából rendszeresen szükséges felülvizsgálni az adott szervezet működését, különösképpen a folyamatbiztonság állapotát. A belső felülvizsgálati folyamatoknak rutinszerűnek kell lennie, időről

²² Mesics–Kovács–Domján (2018) i. m. 2.

²³ Mesics Zoltán: Biztonsági Irányítási Rendszerek fejlesztése: biztonsági teljesítmény mérés. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 162–192.

időre szükséges meggyőződni arról, hogy a meghozott intézkedések a lehető leghatékonyabban hozzák-e a kívánt biztonsági eredményeket. Az üzemvezetés részéről ezen átvilágítás tölti ki a szakadékat a mindennapos munkavégzés és az időszakosan megtörténő hivatalos ellenőrzések között. A menedzsment által elvégzett belső felülvizsgálat hasonló ahhoz, mint amikor az orvos rutinszerű fizikális kivizsgálást végez el valakin olyankor, amikor betegség vagy életveszélyes állapot jelei nem állnak fent.²⁴

1. táblázat

Fő biztonsági teljesítménymutatók csoportosításának lehetőségei veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek számára.

Forrás: Mesics Zoltán: Biztonsági Irányítási Rendszerek fejlesztése: biztonsági teljesítmény mérés. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 162–192. alapján a szerző szerkesztése

Fő biztonsági teljesítménymutatók	
„Megelőző” típusú biztonsági teljesítménymutatók:	„Követő” típusú biztonsági teljesítménymutatók:
Műszaki állapot nyomon követés és karbantartás (eset/időegység végrehajtott/tervezett hibás működés száma/vizsgálatok száma)	Biztonság szempontjából kritikus berendezés tartalomvesztése (eset/időegység kikerült mennyiség/időegység)
Személyi erőforrások, kompetenciák, képzés (képzések/időegység végrehajtott/tervezett eredményes vizsga/összes vizsga)	Veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok (eset/időegység)
Technológiai leírások, utasítások, egyéb szabályozók (db/időegység)	Tűz keletkezése (eset/időegység)
Változtatások kezelése (elkészített intézkedések, %)	Biztonsági berendezések, műszerek aktivitása (működésbe lépett berendezések száma/üzemóra)
Létesítmények, folyamatok tervezése, kialakítása, elrendezése (időegység, %)	Nem tervezett termelés kiesések aránya (eset/időegység, %)
Kommunikációs eljárások, útvonalak, eszközök (eset/időegység)	Ismétlődő események száma (eset/időegység)
Munkaengedélyezés, alvállalkozói tevékenység (ellenőrzés, nem megfelelőségek száma/időegység végrehajtott/tervezett)	Nem várt események költsége (HUF/időegység)
Védelmi tervezés, berendezések, intézkedések (eset/időegység)	Működésbe lépett védelmi záruk (db/időegység)
Auditok, vezetői átvizsgálások (eset/időegység, végrehajtott/tervezett, találatok száma/vizsgálatok száma)	Túltöltések számossága (eset/időegység)
Bekövetkezett események kivizsgálása, jelentése (db/ időegység)	Különböző okból bekövetkezett nem tervezett leállások száma (db/időegység)
Üzemvezetés (anyagi ráfordítás, idő/eset)	Elvárt üzemi körülményektől eltérő körülmények közti technológiai folyamatok aránya (eset/időegység, %)

²⁴ Mesics (2019) i. m. 2.

A biztonsági teljesítmény folyamatos monitorozásának célja az üzemeltetők által működtetett irányítási rendszerek működőképességének és hatékonyságának mérése. Az irányítási rendszerek működésének, a kívánt biztonsági színvonal meglétének ellenőrzésére különböző számszerűsíthető biztonsági teljesítménymutatók alkalmazhatók. Ezen mutatók alkalmazásakor egy hosszabb időszakra vonatkozóan tekinti át az 1. táblázatban látható számszerűsített adatokat, amelyek számszaki alakulásából következtetéseket tud levonni az értékelt irányítási rendszer hatékonyságát illetően. Az említett mutatókon kívül belső önellenőrzéses, illetve külsős auditokkal, vezetői szemlék és bejárások segítségével, a bekövetkezett események kivizsgálásával ellenőrizhető le az adott létesítmény biztonsági színvonala. A teljesítménymérés végső célja a biztonságos üzemeltetés mellett a pénzügyi hatékonyság növelése is, hiszen az eseménymentes működés együtt jár a lehető leghatékonyabb kapacitáskihasználtsággal. A biztonsági teljesítménymutatók használatakor meg kell határozni, hogy az adott szervezet milyen adatokat képes és mely adatokat kíván gyűjteni, illetve elemezni. Az információgyűjtés gyakoriságát és módját szintén vizsgálni szükséges a szervezet lehetőségeihez képest. Az értékelő jelentés megjelenésének gyakoriságát olyan módon szükséges meghatározni, hogy abból egyértelműen látszódjon a folyamatokban bekövetkezett változások iránya és mértéke, az esetlegesen felmerülő javító intézkedésekre legyen elegendő ideje az üzem vezetésének. A vizsgált üzem biztonsági mutatóinak értékeléséből született eredményeknek áttekintése minden esetben szükséges a létesítmény felső vezetése által, hiszen hosszú távú, stratégiai jelentőségű intézkedések meghozatalára nekik van lehetősége. Mindemelett tájékoztató jelleggel az össze foglaló jelentést szükséges minden érintett személlyel ismertetni.²⁵

5. Következtetések

Publikációm első részében kezdtem meg a technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerének általános alapelveinek ismertetését és elemzését. A most elkészült második részben tovább folytattam a rendszer további lehetőségeinek bemutatását.

A technológiai rendszerek beüzemelési eljárásaihoz kapcsolódóan a biztonságos indítás vagy újraindítással kapcsolatban elmondhatjuk, hogy a létesítmények teljes élettartama alatt a folyamatok kockázatkezelésének egyik lényeges eleme. A veszélyes technológiák üzemeltetőinek minden esetben pontosan szabályozni szükséges, hogy mely eseteken kell elvégezni az újbóli beüzemelés előtti biztonsági szemlék.

Az eseményekre történő felkészüléssel és reagálással kapcsolatban napjainkban már az üzemeltető kézenfekvő kötelessége, hogy az előre felmért veszélyhelyzetek elhárításához, a gyors beavatkozás és a további következmények csökkentéséhez vészhelyzeti reagálási tervet készítsen. A bemutatott eseményekkel kapcsolatban is kiderült, hogy bármely esemény következményei jelentősen csökkenthetők hatékony vészhelyzeti tervezéssel és gyors reagálással. A káreseményekre való eredményes felkészülés érdekében a három leglényegesebb feladatra szükséges összepontosítani:

²⁵ Mesics (2019) i. m. 22.

az emberi élet védelmére, a hatékony reagálási képességre, valamint az érintett felekkel történő hatékony kapcsolattartás.

Az üzemeltetést végzők, valamint az üzemeltetésre közvetetten hatást gyakorló kivitelezői állomány képzése, illetve az üzemeltetési, karbantartási tevékenységek megbízható és biztonságos színvonalon történő elvégzése szintén fontos elem a kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerekben. Elmondhatjuk, hogy a folyamatosan magas szintű emberi teljesítmény kritikus szempont a biztonságos üzemeltetés szempontjából. A közreműködő személyek és alvállalkozók biztonsági teljesítménye kapcsán olyan intézkedéseket elemeztem, amelyek biztosítják, hogy ezen személyek is biztonságosan végezzék munkájukat, tevékenységük ne gyakoroljon negatív hatást az üzembiztonságra.

Az események kivizsgálásánál az egyik fő cél az ok és okozati összefüggések feltárása, a második fő feladat pedig megelőző és javító intézkedések meghatározása annak érdekében, hogy hasonló események ne következheszenek be újra a létesítményben.

A veszélyes ipari létesítmények üzemeltetőinek olyan belső megfigyelő rendszereket szükséges működtetnie, amelyek segítségével az elérni kívánt biztonsági célok állapota nyomon követhető. Egyrésztől aktív monitoringrendszerekre gondolhatunk, valamint reaktív monitoringról beszélhetünk. A belső felülvizsgálatok célja minden esetben annak megállapítása, hogy az irányítási rendszer működése kielégíti-e az üzemeltető által kitűzött célokat.

Az általam ismertetett elvek és feladatok segítségével biztosítható az ipari létesítmények folyamatbiztonsági eseményektől mentes üzemeltetése, valamint eredményesen kerülhetők el a veszélyes anyagokkal kapcsolatos ipari balesetek. A technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerének vizsgálata után elmondható, hogy a rendszert kidolgozók ajánlásainak és előírásainak követeésével jelentősen csökkenthető a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek működésének kockázatai. A fenti eljárások célja kell hogy legyen csökkenteni az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek és létesítmények mind épített, mind természeti környezetünkre gyakorolt károsító hatásait.

Felhasznált irodalom

Bassing, Tom: The Texas City Disaster. *The Daily News*, 2017. 07. 15. Online: www.galvnews.com/news/specialreports/free/article_7c123c13-4053-57ba-98a5-65ff9373d7c1.html

Beirut explosion: Before-and-after images. *BBC News*, 2020. augusztus 20. Online: www.bbc.com/news/world-middle-east-53680772

Beirut explosion: What we know so far. *BBC News*, 2020. augusztus 11. Online: www.bbc.com/news/world-middle-east-53668493

CCPS: *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Wiley-Interscience, 2007.

Dobor József: Vegyi veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül. *Hadmérnök*, 12. (2017), „KÖFOP” szám. Online: www.hadmernok.hu/170kofop_01_dobor.pdf

- Greenberg, Harris R. – Joseph J. Cramer: *Risk assessment and risk management for the chemical process industry*. Wiley, 1991.
- Mesics Zoltán – Kátai-Urbán Lajos: Biztonsági Irányítási rendszer értékelése. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 99–107. Online: http://hadmernok.hu/151_09_mesicsz_kul_1.pdf
- Mesics Zoltán – Kovács Balázs – Domján Iván: *Útmutató a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzembiztonsági és súlyos balesetek üzemeltetői általi kivizsgálásához*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2018. Online: <https://katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2019-12/67603.pdf>
- Mesics Zoltán – Kovács Balázs: Új jogi szabályozási követelmények a Biztonsági Irányítási rendszerekkel kapcsolatban. *Védelem Tudomány*, 1. (2016), 2. 620–644. Online: www.vedelemtudomany.hu/articles/10-mesics-kovacs.pdf
- Mesics Zoltán: A biztonsági irányítási rendszerek hatékonyságának fejlesztése: karbantartások kivitelezése és alvállalkozók kezelése. *Bólyai Szemle*, 27. (2018), 2.
- Mesics Zoltán: Biztonsági Irányítási Rendszerek fejlesztése: biztonsági teljesítmény mérés. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 162–192. Online: <http://vedelemtudomany.hu/articles/08-Mesics.pdf>
- Pátzay György – Dobor József: *Ipari Tevékenységekből eredő veszélyforrások és elhárításuk*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, 2016.
- U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD: *Investigation Report Refinery Incident*. Online: <https://www.csb.gov/motiva-enterprises-sulfuric-acid-tank-explosion/>