

A biztonsági irányítási rendszerek hatékonyságának fejlesztése: karbantartási rend¹

A biztonsági irányítási rendszerek eredményes és hatékony működtetése a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésének egyik legfontosabb eszköze. A jelen cikkben a szerző a hazai és nemzetközi hatósági és üzemeltetői tapasztalatok áttekintésével ismerteti a biztonsági irányítási rendszerek karbantartásokra vonatkozó jogi szabályozás végrehajtásával kapcsolatban felmerülő aktuális problémákat, szakmai útmutatást ad azok megoldására és alátámasztja a kapcsolódó jogszabályi környezet módosításának szükségességét.

Kulcsszavak: súlyos baleset, iparbiztonság, veszélyes üzem, biztonsági irányítási rendszer, karbantartás, veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar, karbantartás

Bevezetés

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek berendezései műszaki állapotának idővel történő fokozatos romlása napjainkban általános jelenség, amely a jelen cikkben bemutatott hazai és nemzetközi hatósági tapasztalatok szerint egyre növekvő mértékben járul hozzá a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek és üzemzavarok bekövetkezéséhez.

A napjainkban 40-50 éve üzemeltetett, tervezési élettartamuk végéhez közeledő veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek mellett a nem megfelelő állapotmegőrzési stratégiával működtetett létesítmények is fokozottan súlyos baleseti kockázatot jelentenek. Utóbbi esetben az öregedési folyamatokat gyakran gyorsítja a berendezéseket érő igénybevételek hatásainak és az állapotromlási mechanizmusok mértékének üzemeltető általi alulbecslése, illetve ennek következtében az állapot-nyomonkövetési és karbantartási eljárások nem megfelelő kialakítása és működtetése.

¹ A mű a KÖFOP 2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgáltatás-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében, a Nemzeti Közzolgálati Egyetem felkérésére a Concha Győző Doktori Program keretében készült.

The work was created in commission of the National University of Public Service under the priority project KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 titled “Public Service Development Establishing Good Governance” in Győző Concha Doctoral Program.

A biztonság szempontjából kritikus berendezések műszaki állapotának fokozatos romlásából eredő kockázatok felmérése, értékelése és kezelése a súlyos baleseti kockázatok csökkentésének egyik alappillére képezi. Fontos továbbá kiemelt hangsúlyt fektetni a gyakran alvállalkozók által végzett, a műszaki állapot fenntartására irányuló feladatok biztonságos végrehajtási feltételeinek megteremtésére. Az ezen kulcsfontosságú irányítási rendszer elemek működtetésére vonatkozó kötelezettségek „a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről” szóló 2012/18/EU Európai Parlamenti és Tanácsi Irányelv” (Seveso III. Irányelv) 2015. évi átültetésével bevezetik a hazai jogszabályozási környezetbe. A közelmúltban bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok kivizsgálásának tapasztalatai, valamint a feldolgozott hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján további szakmai iránymutatások kidolgozása indokolt mind a tárgyi irányítási rendszer elemek üzemeltető általi megfelelő kialakítása, mind azok működtetésének eredményes hatósági felügyelete céljából.

Állapotromlási jelenségek a veszélyes üzemekben

Az Európai Bizottság Közös Kutató Központ Súlyos Baleseti Veszélyek Irodája (European Commission Joint Research Center Major Accident Hazards Bureau – EC JRC MAHB) becslései szerint az Európai Unió súlyos baleseti adatbázisba (eMARS) bejelentett veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok és súlyos balesetek 30%-a vezethető vissza legalább egy, állapotromláshoz kapcsolódó jelenségre. [1]

Az EC JRC MAHB munkatársai cikkükben [2] kiterjesztett értelemben foglalják össze az állapotromlással kapcsolatos kockázatok kezelése során figyelembe veendő tényezőket.

Tapasztalataik szerint az üzemeltetők gyakran kizárólag a berendezések műszaki állapotának idővel történő fokozatos romlására fókuszálnak, mivel annak jelei (például korrózió) egyértelműek. Itt azonban fontos megjegyezni, hogy annak ellenére, hogy az üzemeltetők körében a korrózió a legismertebb állapotromlási jelenség, a vonatkozó ellenintézkedések elmulasztása vagy helytelen megtétele miatt még mindig a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek egyik vezető kiváltó oka. A berendezések előregedésének egyéb okai, mint például a vibrációból vagy intenzív használatból eredő anyagfáradás már sokkal kevesebb figyelmet kap, gyakran teljes mértékben kezeletlen, főként a nem fém alapanyagból (például üvegszálból vagy betonból) készült berendezések esetében.

Az állapotromlással kapcsolatos kockázatok másik nagy csoportja a berendezések, folyamatok és eljárások elavulttá válása. Ezeknél gyakran előfordul, hogy a megváltozott termelési igények vagy gazdaságossági okok miatt változtatásra szorulnak, részleges vagy teljes újratervezésük magával vonhatja egyes alkatrészek kiváltását, cseréjét, módosítását.

Az üzemeltetőknek az ezen folyamatok mögött rejlő fokozott, súlyos baleseti kockázatokat a változtatások kezelésére irányuló, kellően részletes eljárások végrehajtásával kezelnie kell.

A harmadik, egyben legnehezebben nyomon követhető kockázati tényező a humán erőforrásokat érinti. Az üzemeltető rendelkezésére álló folyamatismeret és üzemeltetési tapasztalat szintje nagymértékben csökkenhet a gyakorlott szakemberek vállalattól való távozásával vagy azon belüli áthelyezésével. Ilyen esetekben egyrészt az üzemeltetési folyamatok és eljárások megfelelő részletességgel történő, naprakész dokumentáltsága döntő jelentőségű lehet, másrészt elengedhetetlen a személyi változtatások kezelésével kapcsolatos eljárások következetes végrehajtása, valamint a „vállalati memória” fenntartására irányuló elkötelezettség. A megfelelő tudásátadási folyamatok működtetése nélkül a folyamatismeret és a gyakorlati üzemeltetési tapasztalatok egy része elveszhet, egyben a biztonsági kultúra is jelentősen negatív irányba változhat a biztonság szempontjából kritikus beosztásokban lévő személyek áthelyezésekor vagy távozásakor.

AZ EC JRC MAHB kutatásai rámutattak továbbá, hogy számos esetben az alacsony biztonsági kultúrával rendelkező üzemeltetők műszaki berendezéseiket a tervezési üzemeltetési körülményeket jelentősen meghaladva működtették, míg más súlyosabb esetekben pedig nem fordítottak kellő figyelmet a berendezések elavult állapotának javítására.

Az előzőekben felsorolt kockázatok csökkentése érdekében az üzemeltetőknek az irányítási rendszereik kialakítása és működtetése során kiemelt figyelmet kell szentelniük a berendezések műszaki állapotának romlásával, a folyamatok és eljárások elavulttá válásával, valamint a folyamatismeret és az üzemeltetési tapasztalatok szintjének megváltozásával kapcsolatos jelenségek azonosítására és kezelésére.

Tekintve, hogy az elavult berendezések, üzemeltetési folyamatok, eljárások megújítása és a humán erőforrások módosítása során bekövetkező súlyos balesetek a legtöbb esetben a változtatások nem megfelelő kezelésére vezethetők vissza, eredményesen megelőzhetőek az irányítási rendszerek kapcsolódó elemeinek a neves szerzők által korábban közölt [3] [4], valamint a jelen kutatás keretében [5] [6] kialakított szempontrendszer alapján történő kialakításával és működtetésével. Ennek megfelelően a jelen cikk a továbbiakban kizárólag a berendezések műszaki állapotának az idő múlásával történő fokozatos romlásához kapcsolódó jelenségekkel és azok kezelésével foglalkozik.

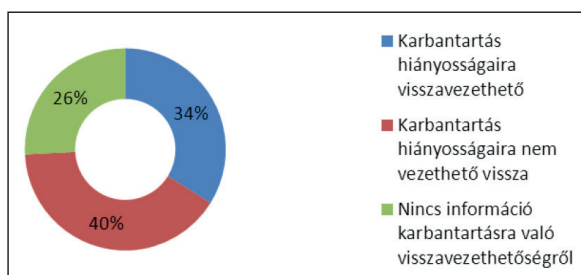
A berendezések műszaki állapotának nyomon követéséhez kapcsolódó irányítási rendszer elemek működtetésének tapasztalatai

A berendezések műszaki állapota fokozatos romlásának leggyakrabban vizsgált indikátora az anyagminőség romlása, amely a veszélyes anyagokat tartalmazó berendezések perforációjához, töréséhez, a tartószerkezeteik meggyengüléséhez vezethet. Az anyagminőség

fokozatos romlása miatt bekövetkezett súlyos balesetek legfőbb kiváltó oka a korrózió, amely különösen a nedves vagy savas környezetben lévő berendezéseket veszélyezteti, fokozottan felléphet a berendezések külső köpenyének vagy működési környezetének megváltoztatása következtében, valamint a különböző fémből készült csatlakozófelületek találkozási pontjain. A témában kiadott egyesült királyságbeli szakmai útmutató [7] a korrózió 6 típusát és 6 mechanizmusát különbözteti meg, amelyek üzemeltetők általi ismerete elengedhetetlen a korai felismerés és az eredményes ellenintézkedések megtétele érdekében.

A korróziót kiváltó külső okok között kiemelhető a passzív védelem hibája, elsősorban a földdel takart berendezéseknél, valamint a tartószerkezetek nem megfelelőségéből eredő fokozott igénybevétel. A belső korrózió leggyakoribb oka a megfelelő védőréteg hiánya vagy sérülése, például a csőkönyökön fellépő erózió vagy a csővezetékrendszer mélypontjain kialakuló lerakódások miatt.

A 2014-2016-os időszakban hazánkban bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok és súlyos balesetek tapasztalatainak feldolgozása szintén rávilágít az állapot-nyomonkövetési és a karbantartási rendszerek hiányosságaira, megfelelő működtetésük jelentőségére, a téma további vizsgálatának fontosságára.

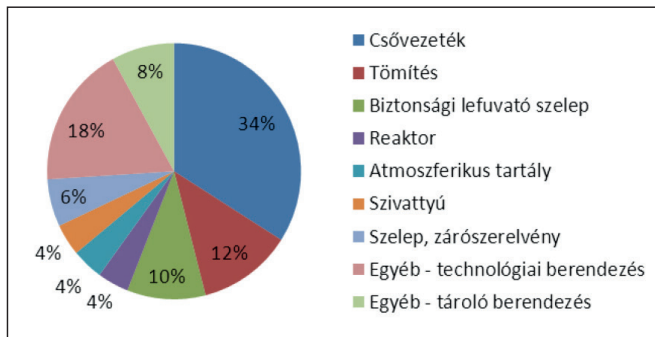


1. ábra – Üzemzavarok megoszlása a karbantartás hiányosságára visszavezethetőség szerint. Készítette: a szerző, forrás: BM OKF.

A vizsgált időszakban bekövetkezett nem várt események 34 százaléka a karbantartási rendszerek hiányosságaira volt visszavezethető. A karbantartási hiányosságok között rendre előfordult az eseményben részt vevő berendezés korróziója, amely megfelelő műszaki állapotmegőrzési programok működtetésével elkerülhető lett volna. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az érintett üzemeltetők kör jelentős részének a tárgyi témakörrel kapcsolatos tudatossága igen alacsony, nem fordítanak megfelelő pénzügyi, anyagi és humán erőforrásokat az állapotmegőrzési és karbantartási rendszerek kialakítására és működtetésére, a berendezéseiket gyakran meghibásodásig üzemeltetik.

Az események 26 százalékánál az üzemeltetők kivizsgálások az alapokok azonosítása során nem terjedtek ki a karbantartási rendszerek megfelelőségének vizsgálatára. Ez utóbbi

tény teljes mértékben alátámasztja a témakörrel kapcsolatos további tudatosságnövelés és a vonatkozó eljárásrendek, szakmai útmutató kidolgozásának szükségességét.



2. ábra – Üzemzavarok megoszlása a kiváltó berendezéstípus szerint. Készítette: a szerző, forrás: BM OKF.

Az üzemzavarokat kiváltó berendezéstípusok áttekintésekor megállapítható, hogy a technológiai jellegű berendezések képviselik a nagyobb részarányt a statikus, tárolási műveletekben részt vevő berendezésekhez képest. A veszélyes anyagokat szállító csővezetékek különösen veszélyeztetettek a jelenség által, a megfelelő állapot-nyomonkövetést nehezíti elhelyezkedésük (gyakran földdel takart, kábelcsatornában elhelyezett vagy magasban szerelt), a vizsgálandó szakaszok hosszúsága (üzemközi csővezetékek) és esetenként kialakításuk (szigetelt csővezetékek) is.

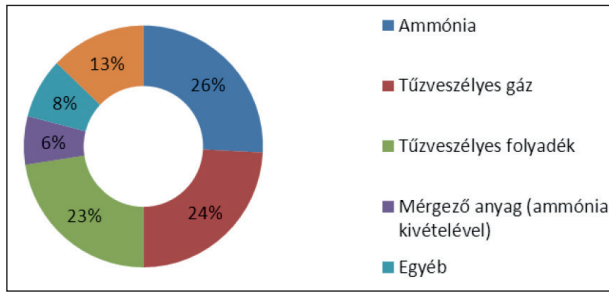
A rendelkezésre álló hazai és nemzetközi [8] tapasztalatok alapján kiemelt figyelmet kell fordítani a normál üzemi állapottól való eltérések normalizálásának elkerülésére, azaz a csökkentett biztonsági szint normálisként való elfogadásának mellőzésére. A bekövetkezett eseményekből levont tanulságok alapján egyes üzemeltetők hajlamosak az idővel történő fokozatos állapotromlás következtében elhasználódó (például korrodált) csővezetékek karbantartási igényét figyelmen kívül hagyni, mivel a mindennapi munkavégzés során hozzászoktak a leromlott állapothoz, így azt idővel elfogadják és normális üzemi körülményként ítélik meg.

A csővezetékek korrózióját kiváltó főbb okok a következők szerint csoportosíthatóak [9]:

- Nem megfelelő műszaki megoldás alkalmazása telepítéskor. Ide sorolható a külső vagy belső védőréteg hiánya, a gyenge anyagminőség választása a pénzügyi szempontok túlzott előtérbe helyezése következtében, az alkalmazott anyagok inkompatibilitása (a technológiában lévő veszélyes anyagokkal vagy csatlakozó alkatrészek alapanyagai között), a nem megfelelő berendezés kialakítás (például a berendezésen az állapot-nyomonkövetéshez kapcsolódó vizsgálatok nehezen végezhetőek el) és a tervezési hibák (például vízvezeték elhelyezése fűtött csővezeték felett).

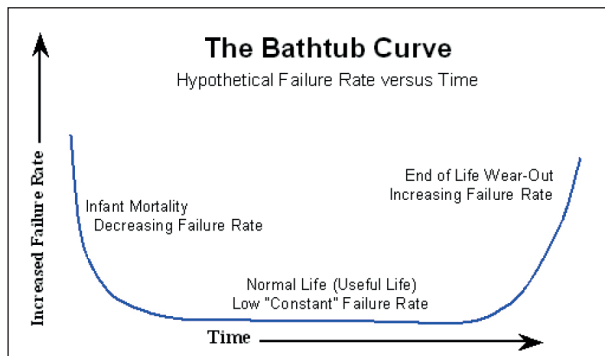
- Nem megfelelő állapot-nyomonkövetés és karbantartás. Ebből a csoportból a kapcsolódó eljárások nem megfelelő kialakítása, a biztonság szempontjából kritikus berendezések nyilvántartásának hiánya, az elégtelen beavatkozások, a roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárások alkalmazásának elmulasztása (például a kizárólag szemrevételezéssel történő ellenőrzés) emelhetőek ki.
- A korrózió jelenségének ellenintézkedései az alábbiak szerint csoportosíthatóak [9]:
- Fokozott állapot-nyomonkövetés. Az üzemeltetőnek naprakész nyilvántartással kell rendelkeznie a biztonság szempontjából kritikus állapotú csővezetékekről, amelynek kiemelten tartalmaznia kell a különösen kritikus pontjait. Lehetőség szerint hatékonyabban végrehajthatóvá kell tenni a kapcsolódó eljárásokat (például vizsgálónyílások kialakítása a szigetelt csővezetékekhez).
- Alkalmazott vizsgálati eljárások fejlesztése. A műszeres falvastagságmérés bevezetése legalább a kritikus pontokon, a rendszeres hidraulikus tesztelés, valamint a vizsgálati eljárások végrehajtási gyakoriságának növelése alapvető jelentőséggel bír.
- Üzemeltetési folyamatok módosítása. Amennyiben indokolt, a berendezések műszaki állapotának romlása lassítható a technológiai paraméterek lehetőség szerinti módosításával (például az üzemi hőmérséklet, pH, áramlási sebesség megváltoztatása, üzemi nyomás csökkentése).
- Berendezések módosítása. A technológiai változtatások tervezése és kivitelezése során az üzemeltetőnek célszerű törekednie az erősebb ötvözetek (például nikkolmolibdén vagy rozsdamentes acél alapanyagok) alkalmazására, a T-csatlakozások megszüntetésére a kockázatos pontokon, valamint az automatizált, szervómotor által működtetett biztonsági berendezések alkalmazására. Emellett a külső vagy belső védőréteg anyagának megváltoztatása során célszerű a valós üzemeltetési körülményeket szimuláló előzetes tesztelési eljárások keretében meggyőződni a beépíteni tervezett elem megfelelőségéről.

A 2. ábrán megfigyelhető, hogy a második leggyakrabban (12%) érintett alkatrész a karimás tömítések köre, azok nem megfelelő kezelése. Számos üzemeltető nem vezet nyilvántartást arról, hogy mikor helyezte be a tömítést, nem követi nyomon annak életútját, nincs tekintettel az üzemelési idő alatt arra nehezedő statikus és dinamikus terhelésre, mivel tapasztalatai szerint az ilyen jellegű részek tönkremenetelének kezdetét csepegés jelzi. A gyakorlatban azonban ettől a szokásos károsodási folyamattól különböző tönkremeneteli formák is előfordulnak, a karimás kötések tömítésének szakadása több esetben okozott már nagy mennyiségű, a környezetet és az emberi egészséget veszélyeztető veszélyes anyag kiáramlást (például Százhalombatta – 2016, 50 tonna kőolaj kikerülése).



3. ábra – Üzemzavarok megoszlása a kikerült anyag szerint. Készítette: szerző, forrás: BM OKF.

A vizsgált események során kikerült veszélyes anyagok körét tekintve kiemelhetők az ammónia szabadba jutásával kapcsolatos események, amelyek az események több mint negyedét képviselik. A 16 db, ammónia kiszivárgással járó üzemzavarból 15 küszöbérték alatti üzemnek minősül, kiemelten kezelendő létesítményben következett be. Fontos rávilágítani arra a tényre, hogy az ammónia kikerülésével járó eseményekkel érintett üzemeltetők túlnyomó többsége több tíz éves konstrukciójú hűtőgépeket működtet, továbbá a hatósági vizsgálatok alapján elmondható, hogy jellemzően meghibásodásig üzemeltetik a technológiai berendezéseket, pénzügyi forráshiányra hivatkozva nem fordítanak megfelelő erőforrásokat az állapot nyomon követésére, a műszaki fejlődéssel nem tartanak lépést.



4. ábra – Berendezések életciklusgörbéje [10]

Általánosságban elmondható, hogy a tárgyi berendezések az életciklust ábrázoló 4. ábrán bemutatott kádgörbe harmadik szakaszában (End of Life Wear-Out) helyezkednek el, azaz a meghibásodási gyakoriságuk egyre gyorsabb ütemben növekszik az elhasználódás következményeként. Az ilyen berendezések esetében elengedhetetlen a fokozott állapotnyomonkövetési eljárások működtetése, a karbantartások rendszeres időközönkénti elvégzése és szükség esetén a berendezések szisztematikus cseréjének megtervezése.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos berendezések műszaki színvonalának romlását nem kizárólag az idő fokozatos múlása és az ezzel párhuzamosan nem megfelelően elvégzett állapotmegőrző és -javító intézkedések okozhatják. Kiemelt figyelmet kell fordítani az extrém körülmények (szélsőséges hőmérsékleti vagy nyomásviszonyok, savas vagy páradús környezet, erősen korrozív tulajdonságú veszélyes anyagok jelenléte) között üzemeltetett berendezések megfelelő műszaki állapotának nyomon követésére és fenntartására is.

A közelmúltban az egyik lengyelországi felső küszöbértékű, műtrágyagyártó, veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem ammónia-előállító létesítményének hőcserélőjén belső korrózió miatt bekövetkezett lyukadás jól szemlélteti a terület nyomon követésének fontosságát. Az 1971-ben működésbe helyezett berendezés egyik elemét az üzemeltető 2011-ben újra cserélte. Mintegy 3 év múlva a tárgyi egység lyukadása miatt jelentős mennyiségű tűzveszélyes technológiai gáz (61% H_2 , 22% CO_2 , 15% H_2O , 0,4% CH_4 , 0,3% Ar, 0,3% CO, 1% N_2) környezetbe kerülésével járó üzemzavar következett be, amely 9 munkavállaló sérülését okozta. Az üzemi berendezésekben több mint 2 000 000 EUR összegű kár keletkezett, a gyártási tevékenység 2 hétig teljes egészében szünetelt.



1. fénykép – A súlyos baleseti eseményt kiváltó sérült berendezéselem [11]



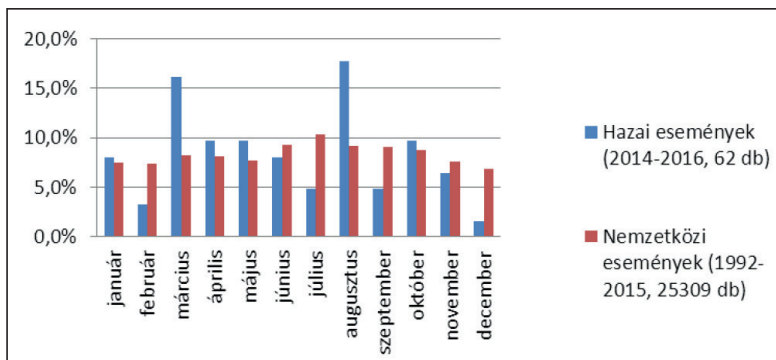
2. fénykép – A károsodások mértéke az érintett létesítményben [11]

Két független szakértőintézet vizsgálati eredményei alapján a berendezés falának elvékonyodását a nedves CO₂ gáz sajátos technológiai körülmények alatti jelenléte okozta. A korrózió becsült sebessége 5,5 mm/év volt. Az esemény bekövetkezésének egyik alapoka a cserét megelőzően az anyagválasztás során a pénzügyi szempontok túlzott előtérbe helyezése, valamint az állapotának nyomon követésére alkalmazott eljárások ellenőrzési frekvenciáinak és módszereinek elhanyagolása volt.

Az eseményt követően az üzemeltető bevezette a videokamerás állapotellenőrzést a meglévő berendezések esetében, továbbá kidolgozta az új berendezéselemek üzembe helyezés előtti, valós üzemeltetési körülmények közötti tesztelésének módszerét. Ezen túlmenően kialakította a vészhelyzeti irányító terem robbanási túlnyomás elleni védelmét. [11]

Az egyik hazánkban működő felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem salétromsavgyártó létesítményében 2016-ban szintén történt egy hasonló, nem várt esemény, ahol az üzemeltetői kivizsgálás alapokként az érintett csővezetékszakasz belső védőrétegének (zománcfelület) nem megfelelő minőségét azonosította. Az esemény következtében 500-700 liter salétromsav került a környezetbe és magas hőmérséklete (110°C) miatt bekövetkező bomlása eredményeként nitrozus gázok keletkeztek.

A bekövetkezés időbeli tendenciáinak elemzése eredményként megállapítható, hogy a vizsgált hazai események több mint 20 százaléka a nyári időszakban esedékes nagyleállások idejéhez köthető.



5. ábra – Üzemzavarok megoszlása hónapok szerint. Készítette: a szerző, forrás: BM OKF

A tárgyi események alapvető okai számos esetben egyértelműen a nagykarbantartásokhoz és az azt követő visszaindítási folyamatokhoz köthetőek. Számos, a közelmúltban bekövetkezett hazai és nemzetközi esemény rámutatott arra, hogy a teljes körű karbantartási munkálatokra rendelkezésre álló nyári nagyleállás időtartama gyakran nem elégséges valamennyi munkafolyamat biztonságos elvégzéséhez. Az IMPEL szemináriumon [8] bemutatott események [például Harjavalta (FIN) 2014. – ökológiai katasztrófa: a Kokemaki

folyó nikkelszennyezése; Ludwigshafen am Rhein (GER) 2016. – robbanássorozat] felhívták a figyelmet arra, hogy a nyári karbantartás, nagyleállás időszakában kiemelt figyelmet kell fordítani mind üzemeltetői, mind hatósági oldalról a biztonságos üzemeltetés feltételeinek folyamatos biztosítására, és rámutattak a szakszerű, körültekintő, vegyiparban jártas karbantartó cégek ezen időszaki nagymértékű túlterheltségére.

Összességében a bekövetkezett eseményekből levonható legfontosabb tanulság például, hogy számos esetben az üzemeltető nem ismerte fel időben, vagy alulbecsülte a műszaki állapot romlásának jeleit. Nem fordított elegendő erőforrást, időt és figyelmet a vonatkozó irányítási rendszerelemek kialakítására és a kapcsolódó tudatosságnövelésre.

Gyakran az alkalmazott vizsgálati módszerek nem voltak megfelelőek, más esetekben az üzemeltető nem intézkedett haladéktalanul a vizsgálati eredmények alapján szükséges ellenintézkedések megtételére, vagy túl kései, átmeneti, nem megfelelő ellenintézkedéseket tett.

Az üzemeltető nem fordított kiemelt figyelmet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos berendezések kritikus pontjainak (például a külső és belső védőrétegek, a hegesztések, a tartószerkezetek, a tartálypalást és a tartályfenék) műszaki állapotának nyomon követésére.

Az üzemeltetők egy része nem alkalmazta kellően rendszeres időközönként a tesztelési/felülvizsgálati és karbantartási eljárásokat a nehezen hozzáférhető vagy sajátos technológiai körülmények között üzemeltetett berendezések esetében.

A témában rendelkezésre álló olaszországi Seveso illetékes hatósági tapasztalatok [12] hasonlóak a hazai helyzethez. Az alacsony biztonsági kultúrával rendelkező üzemeltetők kizárólag a vonatkozó nemzeti jogszabályi kötelezettség teljesítése érdekében készítik el az állapot-nyomonkövetési és fenntartási tervüket, azonban ezen tervek végrehajtásával kapcsolatosan a hatósági ellenőrzések rendszeresen tárnak fel hiányosságokat. A tervek eredményes végrehajtását megalapozó részletes eljárások (többek között a lehetséges károsodási mechanizmusok elemzésére és értékelésére, a megelőzési és ellenintézkedések meghatározására és végrehajtásának módjára vonatkozóan) gyakran hiányoznak.

Természetesen vannak olyan üzemeltetők, amelyek részletesen kidolgozott eljárásokkal rendelkeznek, azonban még ebben az esetben is gyakran előfordul, hogy az eljárások csak részlegesen kerülnek végrehajtásra.

Az előzőekben részletezett tapasztalatok tükrében az üzemeltetőknek a biztonsági irányítási rendszer részeként a mechanikai integritás és a megfelelő műszaki állapot fenntartására irányuló eljárásokat kell működtetniük, amelyek kialakítása és fejlesztése során kiemelt figyelmet kell fordítaniuk a témában rendelkezésre álló legjobb nemzetközi gyakorlatokra.

A kapcsolódó szakmai módszertan továbbfejlesztése

Az előzőekben foglaltak tükrében a műszaki állapot fokozatos romlásával járó kockázatok hatékony és eredményes kezelése érdekében az üzemeltetők által működtetett biztonsági irányítási rendszereket az alábbi szempontok figyelembe vételével célszerű kialakítani.

A következőkben foglalt ellenőrző kérdéslista a [7], a [13] és a rendelkezésre álló hazai hatósági tapasztalatok figyelembe vételével került összeállításra, tartalmazza a legfontosabb szempontokat a megfelelő műszaki színvonal fenntartására vonatkozó eljárások és az azokhoz kapcsolódó dokumentumok üzemeltető általi kialakításához, valamint ezen témakör hatósági ellenőrzéséhez.

Biztonsági politika, az üzemeltetés megtervezése

1. Rendelkezik az üzemeltető a berendezések műszaki színvonalának és mechanikai integritásának fenntartására irányuló politikával, annak ismerete és megértettsége biztosított a teljes szervezeti hierarchián belül?
2. Milyen irányelvek mentén határozza meg az üzemeltető a berendezések működtetési élettartamának végét (a műszaki felülvizsgálatok, karbantartások, javítások és a termelés kiesés költségeinek elemzése és összehasonlítása a berendezés elbontásának és az új egység üzembe állításának költségvonatával megfelelő alapját képezheti a működtetési élettartam meghatározásának [14])?
3. Az üzemeltető kialakította a biztonság szempontjából kritikus berendezések rendszeres időközönkénti elhasználódás miatti cseréjére vonatkozó politikáját?
4. Betartja a berendezések tervezési követelményeit? Nyomon követi az üzemeltető teljesülésüket az üzemeltetés során az elhasználódás jeleinek időben történő felismerése érdekében?
5. Biztosított a berendezések teljesítményének vezetői szintű nyomon követése (fejlesztések, hibák, tapasztalt anomáliák megtárgyalása) a megfelelő ellenintézkedések megtétele érdekében?
6. Az üzemeltető rendelkezik az alvállalkozók és egyéb külső felek kapcsolódó tevékenységére és ezen tevékenységek üzemeltető általi felügyeletére vonatkozó szabályozással?

Szervezet és személyzet

7. A teljes szervezeti hierarchiában munkakörökhöz és/vagy üzemeltetési egységekhez rendelve egyértelműen meghatározottak a kapcsolódó felelősségek és feladatok?
8. Az üzemeltető egyértelmű belső és külső kommunikációs útvonalakat alkalmaz (például rendszeres üzemeltetői belső értekezletek, megbeszélések a külső felekkel)?

9. Vannak bizonyítékai annak, hogy az üzemeltető proaktív szemléletet alakított ki az elhasználódás jeleinek felismerésére (például meghibásodások jelentési rendszerének működtetése)?
10. Működtet az üzemeltető a kezelő személyzet kompetenciafejlesztésére vonatkozó, a berendezések elhasználódás jeleinek korai felismerését elősegítő programot?
11. Meghatározta az üzemeltető a karbantartó személyzet képzési követelményeit?
12. Működtet az üzemeltető programokat az üzemeltetési ismeretek és a gyakorlati üzemeltetési tapasztalat szintjének fenntartására (például munkakör-folytonossági tervek)?

Üzemeltetési normarendszer

13. Az üzemeltető rendelkezik szisztematikusan felépített tesztelési, felülvizsgálati és karbantartási rendszerrel? Mik ennek a bizonyítékai (például tesztelési, felülvizsgálati, karbantartási tervek és programok)?
14. A tesztelések, műszaki felülvizsgálatok és karbantartások tervezése során az üzemeltető azonosítja a lehetséges várható károsodásokat (például kopás, korrózió, sérülések, vibráció, atmoszférikus kibocsátások stb.) és értékeli a kapcsolódó vizsgálati módszerek alkalmasságát? A megelőzési és az ellenintézkedések meghatározása ezzel összhangban történik?
15. Az üzemeltető bevonja az eljárások tervezésébe, kialakításába, felülvizsgálatába és fejlesztésébe az érintett üzemeltetői személyzetet?
16. Az eljárások a vonatkozó szabványok, szakmai ajánlások és legjobb nemzetközi gyakorlatok figyelembe vételével kerültek kialakításra?
17. Az eljárások szem előtt tartják a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek és kockázatok elemzésének eredményeit?
18. Az eljárások odafigyelnek a különböző berendezések műszaki sajátosságaira és a hozzájuk rendelt teljesítménykövetelményekere (az adott berendezés megbízhatósága, élettartama vagy meghibásodási rátája, a vonatkozó gyártói előírások és az üzemeltetési tapasztalatok alapján – mindezen tényezők előzetes vizsgálati eredmények alapján meghatározva és időszakos vizsgálatoknak alávetve)?
19. Az eljárások figyelembe veszik a sajátos üzemeltetési körülményeket (például savas vagy páradús környezetben lévő vagy szélsőséges időjárásnak kitett rendszer-elemek)?
20. Az eljárások tartalmazzák a karbantartási folyamatok típusainak definícióját, ahol alkalmazható, ott hivatkozva a sajátos nemzeti vagy nemzetközi műszaki előírásokra?
21. Az eljárások tartalmazzák a tesztelések és vizsgálatok típusainak definícióját és relatív gyakoriságukat, amelyet alkalmazni kell?

22. Az eljárások tartalmazzák a tesztelési és vizsgálati eredmények dokumentálásának és elemzésének követelményeit?
23. Az eljárások tartalmazzák a tesztelési és vizsgálati eredmények elfogadhatósági kritériumait?
24. Az üzemeltető könnyen hozzáférhető módon működteti és naprakészen tartja a biztonság szempontjából kritikus berendezések nyilvántartását (beleértve a biztonság szempontjából kritikus alkatrészeket és a biztonság szempontjából kritikus műszerezettséget is)?
25. Az üzemeltető kiemelt figyelmet fordít a veszélyes anyagokkal kapcsolatos berendezések kritikus pontjainak (például a külső és belső védőrétegek, a hegesztések, a tartószerkezetek, a tartálypalást és a tartályfenék, csővezeték-hálózat mélypontjai és könyökidomai) műszaki állapotának nyomon követésére?
26. Meghatározta az üzemeltető a biztonság szempontjából kritikus berendezések működéséhez kapcsolódó teljesítménymutatókat (például meghibásodási ráta, meghibásodás átlagos valószínűsége, meghibásodások közötti átlagos idő)? Nyomon követi azokat és intézkedik az esetlegesen szükséges beavatkozások megtételére?
27. Valamennyi biztonság szempontjából kritikus berendezés megfelelő műszaki állapotban van? A berendezések állapota dokumentált? A vonatkozó eljárások egyértelműen előírják a termelési folyamatok leállításának szükségességét súlyos meghibásodás feltárása esetén?
28. Az üzemeltető a berendezések teljes működtetési élettartalma alatt naplózza a biztonság szempontjából kritikus berendezések üzemeltetésének körülményeit, a telepítésük óta végrehajtott változtatásokat? Amennyiben nem, úgy milyen módon kezeli ezen alapvető információ hiányát a tesztelési/felülvizsgálati és karbantartási programok kialakítása során?
29. Az üzemeltető rögzíti és naprakészen nyilvántartja a tesztek és vizsgálatok végrehajtását és eredményeit (akár nyilvántartás vezetésével, a berendezés jelölésével vagy egyéb módon) annak érdekében, hogy jelezze, hogy megfelelő-e a rendszer, alkatrészek és/vagy anyagok?
30. Működtet az üzemeltető eljárást annak ellenőrzésére, hogy az egyes berendezések vonatkozásában a tesztelési/felülvizsgálati/karbantartási tervek és programok végrehajtásra kerülnek?
31. A tesztelést/felülvizsgálatot/karbantartást végző személyzet hozzáfér ezen nyilvántartásokhoz és információkhoz?
32. Az üzemeltető tudja igazolni a karbantartásokkal és egyéb beavatkozásokkal kapcsolatos nyilvántartó rendszer meglétét, például „berendezés adatlapok” és elektronikus vagy papíralapú nyilvántartások segítségével?

33. Az üzemeltető alkalmaz karbantartási szoftvereket, műszaki diagnosztikai programokat? (Ezek használatával a berendezések, alkatrészek teljes életciklusa és az annak során bekövetkező meghibásodások jellege, gyakorisága nyomon követhető, naplózható, ezáltal az alkalmazás megkönnyíti a karbantartások tervezését és lehetővé teszi azok gazdasági szempontból történő optimalizálását.)
34. A tesztelési/felülvizsgálati/karbantartási munkák elvégzését igazoló dokumentumok tartalmazzák az elvégzett munka típusát, a végrehajtás dátumát, a következő esedékes beavatkozás dátumát, a munkavégző személy azonosítását, a munkavégzés eredményeit, a megtett és esetlegesen a későbbiekben megtenni javasolt intézkedéseket?
35. Az üzemeltető következetesen végrehajtja a tesztelési, felülvizsgálati és karbantartási terveket/programokat a nehezen hozzáférhető (például földdel takart, szigetelt, kábelcsatornában elhelyezett vagy magasban szerelt csővezetékek) vagy sajátos technológiai körülmények között üzemeltetett berendezések esetében is?
36. Az üzemeltető kiemelt figyelmet fordít a normál üzemi állapottól való eltérések, azaz a csökkent biztonsági szint elfogadásának elkerülésére?
37. Milyen módon értékeli az üzemeltető a karbantartással kapcsolatban felmerülő kockázatokat?
38. Működtet az üzemeltető eljárást annak biztosítására, hogy valamennyi, a karbantartáshoz használt jármű, munkaeszköz, alapanyag teljesítse a vonatkozó szabványokat és előírásokat, valamint kizárólag kompetens – és szükség esetén jóváhagyott – személy által kerüljön használatra?
39. A tesztelési/felülvizsgálati/karbantartási folyamatok kivitelezéséhez kapcsolódó utasítások és egyéb kapcsolódó dokumentumok tartalmazzák a következőket?
- Az érintett berendezés(ek) egyértelmű azonosítását (például a berendezés azonosító száma).
 - Az elvégzendő feladat típusát és a kapcsolódó időkeretet.
 - A tárgyi berendezés és annak környezetének jellemzését (beleértve a veszélyes anyagok felsorolását és a lehetséges veszélyfeltételek ismertetését).
 - A tevékenységből eredő kockázatok értékelését.
 - Az érintett berendezés(ek) üzemeltető személyzettől való átvételének módját (ki és mikor adja át a berendezést) és a létesítmény vezetőjének aláírását jóváhagyás céljából.
 - Az érintett berendezés munkavégzés előtti tisztítására vonatkozó előírásokat (tisztított állapot részletes bemutatását, valamint az annak ellenőrzésére szolgáló mérések módszerének leírását).
 - Biztonsági rendszerek/eszközök/eljárások bemutatását, amelyek a karbantartást végző személyek védelmét szolgálják (például dokumentált blindelési

lista, műszaki védelmi záruk, kiszakaszolás előkészítettsége, és azt követően a berendezés felnyitásának módja).

- h) A karbantartó személyzet által viselendő egyéni védőfelszereléseket és a munkahely biztonságosságának igazolásához szükséges, rendszeres időközönként elvégzendő ellenőrző mérések részletezését.
 - i) A készenlétben tartandó tűzoltó berendezések listáját.
 - j) A normál munkafolyamattól/működési állapottól eltérő, lehetséges üzemállapotok felsorolását, azok kezelésének módját (hivatkozás a belső védelmi tervre – veszély bekövetkezésének előjelei, riasztási jelzések, teendők, következménycsökkentő berendezések elhelyezése, működtetésük, gyülekezési helyek).
 - k) Az ismételt üzembe helyezés előtt, a megfelelő üzemelésre kész állapotot igazoló vizsgálatok, tesztek részletezését.
 - l) A berendezés üzemeltető személyzet részére történő visszaadásának folyamatát (kiszakaszolás megszüntetése, lista alapú ellenőrzések, működőképes állapot jóváhagyása).
 - m) Mindkét fél részéről történő formális visszaigazolását annak, hogy a munkaadóval foglalt feladatok a teljesítési követelményeknek megfelelően kivitelezésre kerültek.
 - n) Annak megerősítését, hogy tűzveszélyes munkavégzést követően néhány órán belül az üzemeltető a munkavégzés helyszínét ismételtelen ellenőrizte.
40. Megtörtént az üzemeltetési folyamatok és a karbantartási eljárások összekapcsolása és összehangolása, a felesleges üzemleállások, a karbantartás közben az időnyomás, vagy az időben túlzottan szakaszolt munkavégzés elkerülése érdekében?
41. Rendelkezik a vállalat általános karbantartási programmal a biztonság szempontjából nem kritikusként azonosított berendezések vonatkozásában?

Változtatások kezelése

42. Az üzemeltető kellően részletes eljárásokat működtet a változtatások kezelésére vonatkozóan? Ezek vonatkoznak a tesztelési/felülvizsgálati/karbantartási rendszer kialakítására és működtetésére is? Az eljárások következetes végrehajtásának feltételei biztosítottak? (A további kapcsolódó kérdések a korábban kidolgozott szakmai útmutatóban [15] vannak részletezve.)

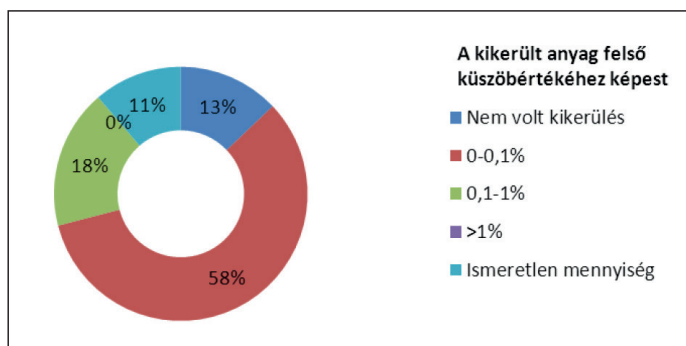
Belső átvizsgálások, auditok, beavatkozások

43. Az üzemeltető az átvizsgálási, auditálási program keretében kifejezetten vizsgálja a berendezések elhasználódásából eredő kockázatok kezelésének eredményességét, a tesztelési/felülvizsgálati/karbantartási programok hatékonyságát? Szükség esetén felülvizsgálja és módosítja azokat?

44. Az üzemeltető értékeli a feltárt meghibásodásokat és az üzemeltetési folyamatokban tett változtatásokat? Ezen tényezők tükrében felülvizsgálja az üzem működéséből eredő kockázatok szintjét?
45. Az üzemeltető megfelelő utókövetési és ellenintézkedési terveket alakít ki és hajt végre? A vizsgálati eredmények alapján haladéktalanul megteszi a szükséges ellenintézkedéseket?
46. Az üzemeltető meghatározta és nyomon követi a tesztelési/felülvizsgálati/karbantartási rendszer hatékonyságát és az üzem műszaki színvonalát jellemző biztonsági teljesítménymutatókat (például a tervezett műszaki felülvizsgálatok száma; kapcsolódó belső átvizsgálások gyakorisága; ütemezett berendezés-cserék száma; biztonság szempontjából kritikus berendezéseken ütemezett tesztelek száma; képzések száma az érintett személyzet részére, és a részvétel aránya; súlyos meghibásodások száma; karbantartási munkák ismételt elvégzésének szükségessége; nem végrehajtott utókövetési vagy ellenintézkedések száma; téves riasztások vagy tesztelés alatti berendezéshibák száma; nem várt események munkaengedéllyel végzett tevékenység végzése közben; emberi hibákra visszavezethető nem várt események száma)?

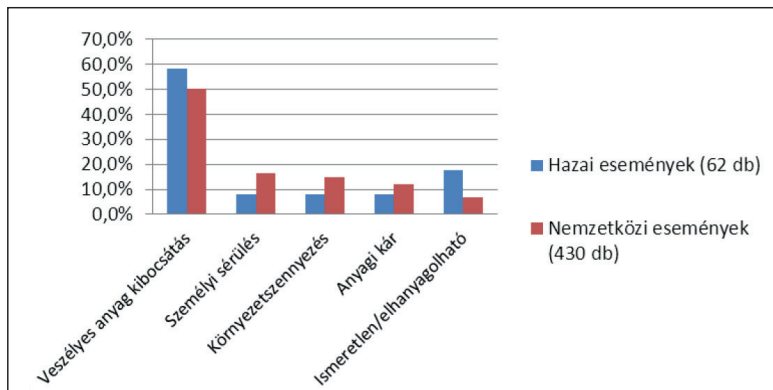
A bekövetkezett események következményeinek értékelése

A vizsgált időszakban bekövetkezett események tekintetében elmondható, hogy nem történt olyan üzemzavar, amely során veszélyes anyag a hozzá tartozó felső küszöbérték 1%-át elérő vagy meghaladó mennyiségben került a környezetbe. Az események jelentős részében (58%) a kikerülés mennyisége 0,1% alatt maradt.



6. ábra – Üzemzavarok megoszlása kikerült anyag mennyisége szerint. Készítette: a szerző, forrás: BM OKF.

A bekövetkezett események következményeit tekintve egyértelmű, hogy a veszélyes anyag kibocsátásával járó, ugyanakkor semmilyen egyéb következményt nem okozó események aránya hazánkban a nemzetközi viszonylatnál [16] is magasabb. Ennek oka elsősorban a „veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar” hazai jogi környezetben szereplő igen szigorú definíciójában keresendő.



7. ábra – Üzemzavarok fő követelményei.
Készítette: a szerző, forrás: BM OKF.

A Kat. 3. § 30. pontja jelenleg hármas kritériumrendszert fogalmaz meg a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok vonatkozásában. Az olyan, veszélyes anyagokkal foglalkozó, küszöbérték alatti üzemben bekövetkezett esemény minősül veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarnak, amely 1. nem várt esemény, 2. azonnali beavatkozást igényel és 3. az alábbi következmények egyikével jár:

- veszélyes anyaggal kapcsolatos tűz,
- veszélyes anyaggal kapcsolatos robbanás,
- mérgező, rákkeltő tulajdonságú veszélyes anyag kibocsátása,
- oxidáló, tűz- vagy környezetre veszélyes tulajdonságú, folyadék halmazállapotú veszélyes anyag kikerülése legalább 1000 kg mennyiségben,
- egyéb veszélyes anyag kikerülése legalább a felső küszöbérték 0,1%-át elérő mennyiségben.

Tekintettel arra, hogy a Kat. 3. § 30. pont *f)* alpontját (veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmény leállítása) a 2016. évi CXVI. törvény 60. §-a hatályon kívül helyezte, az ilyen jellegű bejelentések száma érzékelhetően csökkent. Ez a változás azonban magában hordozza annak a veszélyét is, hogy egyes esetekben az irányítási rendszer súlyos zavaraira utaló események kivizsgálása fölött az alacsony biztonsági kultúrával rendelkező üzemeltetők átsiklanak, tekintettel arra, hogy az iparbiztonsági hatóság felé ezen esetekben nem tartoznak jelentési kötelezettséggel.

Ezen jelenség elkerülése érdekében indokolt egyrészt az R. 3. melléklet pontjában szereplő kivizsgálási kötelezettséget kiterjeszteni az alsó küszöbértékű és az alatti üzemekre vonatkozóan is. A tárgyi jogszabályhely előírja az érintett üzemeltetők részére a biztonsági irányítási rendszer zavarait mutató események kivizsgálását, tapasztalatainak értékelését és ezek tükrében a megelőzéssel vagy elhárítással kapcsolatban szükségessé vált feladatok végrehajtását.

Ezen túlmenően a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar fogalmának további kiegészítése indokolt annak érdekében, hogy az üzemeltetők az irányítási rendszer súlyos zavaraira utaló események kivizsgálásának eredményeiről tájékoztassák a hatóságot. Fontos cél, hogy a jelentésköteles nem várt események köre ne kizárólag a következmények mértékével összefüggésben legyen meghatározva, mivel nem mutatható ki egyértelmű kapcsolat az irányítási rendszerben fennálló zavar és a bekövetkező esemény aktuális következményei között.

Az ilyen módon a hatóságok rendelkezésére álló információk nagymértékben segítenék az üzemspecifikus hatósági ellenőrzési programok kidolgozását, mivel ők a figyelmüket közvetlenül az irányítási rendszer további fejlesztésre szoruló, kevésbé részletesen kidolgozott vagy nem megfelelően működtetett elemeire irányítják. A jogszabály-módosítás eredményeként a hatóság rendelkezésére álló plusz információ birtoklásának kiemelt jelentősége van az időszakos hatósági ellenőrzések lefolytatására rendelkezésre álló idő rövidege (általában 1 munkanap) és a hatóság fokozott leterheltsége miatt is. Ezen túlmenően a hatósági ellenőrzések célzott lefolytatásával a telephelyen ellenőrzéssel töltött idő csökkenthető, amely így kevesebb munkaidő-kiesést és adminisztratív terhet jelent a gazdálkodó szervezetek számára.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar Kat. 3. § 30. pontjában jelenleg szereplő definícióját az *a)-e)* pontban foglalt következmények fennállásától függetlenül „a biztonsági irányítási rendszer vagy az irányítási rendszer súlyos zavaraira utaló” meghatározással javaslom kiegészíteni.

Egyidejűleg az R. 30. § (1) bekezdésében foglalt hatóság felé történő 24 órán belüli írásbeli jelentési kötelezettség teljesítése alól kivételként szükséges kezelni a Kat. 3. § 30. *a)-e)* alpontjaiban foglalt következményekkel nem járó, a biztonsági irányítási rendszer vagy az irányítási rendszer súlyos zavaraira utaló eseményeket, mivel az irányítási rendszer zavarának mértéke kizárólag a nem várt esemény kivizsgálásának eredményeként állapítható meg.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a veszélyes létesítmények és azok berendezései mechanikai integritásának fenntartása folyamatosan és szisztematikus módon végrehajtott

állapot-nyomonkövetési eljárásokkal biztosítható. Ebben a tekintetben különös jelentősége van a berendezések funkcionalitásának és működésre való alkalmasságának értékelésére irányuló, rendszeres időközönként lefolytatott megelőző tesztelési és műszaki biztonsági felülvizsgálati eljárásoknak.

A biztonsági irányítási rendszernek biztosítania kell, hogy valamennyi veszélyes létesítmény és berendezés a tesztelési, felülvizsgálati és karbantartási programok hatálya alá tartozzon, továbbá, hogy ezen programok a teljes üzemeltetési élettartam alatt ütemezetten végrehajtásra kerüljenek. Az üzemeltetőnek egyértelmű állapotmegőrzési stratégiával kell rendelkeznie a teljes üzemi életciklus vonatkozásában.

A változtatások kezelésére irányuló eljárások megfelelő kidolgozottságának és működtetésének döntő jelentősége van, mivel különösen az üzem tervezésekor kialakított üzemeltetési folyamatoktól és berendezéstípusoktól (beleértve a berendezések anyagának típusát is) való eltérések magukban hordozhatják a korrózió kialakulásának fokozott kockázatát, amely sok esetben igen nehezen azonosítható.

Alapvető jelentőségű továbbá az üzemeltetés során bekövetkező nem várt események, normál üzemmenettől való eltérések és meghibásodások nyilvántartása az üzem teljes életciklusa alatt. Különösen fontos a teljesített üzemórák, a működtetési ciklusok, a normál üzemmenettől való eltérések és a folyamatokban végrehajtott változtatások nyomonkövetése.

Elengedhetetlen a tesztelést, műszaki biztonsági felülvizsgálatot és karbantartást végző belső vagy külső személyi állomány felkészítése, a megfelelő munkaeszközök és munkakörnyezet biztosítása, a tárgyi folyamatok megfelelő szakmai színvonalon történő végrehajtása iránti felsővezetői elkötelezettség, amely a szükséges humán-, anyagi és pénzügyi erőforrások hozzárendelésében nyilvánul meg.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzembiztonság fogalmának módosításával mind az üzemeltetői mind a hatósági erőforrások a valóban az irányítási rendszer zavarait mutató események kivizsgálására összpontosíthatóak, elősegítve ezáltal az üzembiztonsági színvonal fokozott ütemű javulását.

Irodalomjegyzék

- [1] Zsuzsanna Gyenes – Maureen H. Wood: Lessons Learned from Major Accidents Relating to Ageing of Chemical Plants. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 48., 2016, 733.
- [2] Zsuzsanna Gyenes – Maureen H. Wood: Lessons Learned from Major Accidents Relating to Ageing of Chemical Plants. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 48., 2016, 733–738.
- [3] Bognár Balázs – Kátai-Urbán Lajos – Kossa György – Kozma Sándor – Szakál Béla – Vass Gyula: *Iparbiztonságtan I.: Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok elvégzéséhez*. Nemzeti Közszerkesztési és Tankönyvkiadó, Budapest, 2013, 564.
- [4] Kátai-Urbán Lajos – Sibalinné Fekete Katalin – Vass Gyula: Hungarian Regulation on the Protection of Major Accidents Hazards. *Journal of Environmental Protection, safety, Education and Management*, Vol. 4. No. 8.,
- [5] Mesics Zoltán – Kovács Balázs: Új jogi szabályozási követelmények a biztonsági irányítási rendszer...

- szerekkel kapcsolatban. *Védelem Tudomány*, I. évf. 2. szám, 2016. június, 586–609.
- [6] Vass Gyula – Mesics Zoltán – Kovács Balázs: *Útmutató a biztonsági irányítási rendszerekkel kapcsolatban a Seveso III. irányelv hazai bevezetésével módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához*. Közzétéve a BM OKF hivatalos honlapján, 2016. március. www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/Utmutato_a_biztonsagi_iranyitasi_rendszerekkel_kapcsolatban.pdf (a letöltés ideje: 2017. 07. 03.)
- [7] P. Horrocks – D. Mansfield – K. Parker – J. Thomson – T. Atkinson – J. Worsley: *Managing Ageing Plant. Health and Safety Executive*, 08/2010.
- [8] 12th IMPEL seminar on Lessons Learnt from Industrial Accidents, Lyon (FR), 2017. 05. 31 – 06. 01.
- [9] ARIA Newflash: *Accidentology associated with the ageing of industrial installations*. November 2016.
- [10] Dennis J. Wilkins: *The Bathtub Curve and Product Failure Behavior, Part Two – Normal Life and Wear-Out*. 2002. www.weibull.com/hotwire/issue21/hottopics21.htm (a letöltés ideje: 2017. 07. 03.)
- [11] Pawel Dadasiewicz: *Explosion and fire in a chemical plant, workshop presentation*. 2017, Chemical accident risk assessment seminar.
- [12] Fabrizio Vazzana: *The ageing challenge in Italy, workshop presentation*. 2017, Chemical accident risk assessment seminar, Ispra.
- [13] EC JRC MAHB: *Lessons Learned Bulletin No. 7 – Major accidents related to ageing*, June 2015.
- [14] TWI Ltd, ABB Engineering Services, SCS (INTL) Ltd and Allianz Cornhill Engineering for the Health and Safety Executive 2006: *Plant ageing management of equipment containing hazardous fluid sor pressure*.
- [15] Vass Gyula – Mesics Zoltán – Kovács Balázs: *Útmutató a biztonsági irányítási rendszerekkel kapcsolatban a Seveso III. irányelv hazai bevezetésével módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához – 1. melléklet*, közzétéve a BM OKF hivatalos honlapján, 2016. március. www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/Utmutato_a_biztonsagi_iranyitasi_rendszerekkel_kapcsolatban.pdf (a letöltés ideje: 2017. 07. 03.)
- [16] OECD Environment, Health and Safety Publications: *Series on Chemical Accidents No. 29, Ageing of hazardous installations*. 2017.

Improvement of the Effectiveness of Safety Management Systems: Maintenance

MESICS ZOLTÁN

One of the most important instruments for preventing major accidents involving dangerous substances is the effective operation of the safety management system. In this article the author outlines the actual challenges associated with the enforcement of the safety management system's maintenance element related national legal provisions and his proposals for overcoming them. Besides the author underpins the need for the further modification of the national legislation.

Keywords: major accident, industrial safety, hazardous plant, safety management system, maintenance, near-misses involving dangerous substances, maintenance