

Útmutató

a műszaki állapot nyomon követéssel és a karbantartással
kapcsolatos biztonsági irányítási rendszerelemek
hatékony kialakításához és működtetéséhez



Belügyminisztérium
Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
Budapest, 2020. január

akadálymentes verzió (2023. január)

Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség

Veszélyes Üzemek Főosztály

A jelen útmutatóban foglalt ajánlások, módszertani megközelítések nem kötelező érvényűek és nem minősülnek egyedüli jó megoldásnak. Mind az üzemeltető által alkalmazott műszaki állapot nyomon követéssel és a karbantartással kapcsolatos módszertana eltérhet a jelen útmutatóban foglaltaktól, szem előtt tartva a jogszabályi előírásoknak való megfelelést.

Az Alkotmánybíróság 60/1992. (XI. 17.) AB határozata értelmében a BM OKF által elvi kérdésekben kiadott egyedi szakmai vélemények nem kötelező érvényűek és hivatalosan nem használhatóak fel.

Az előzőek alapján a szakmai vélemény nem tekinthető jogi iránymutatásnak, állásfoglalásnak, így az kötelező erővel nem bír.

Belügyminisztérium
Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Szerzők:

Dr. Mesics Zoltán, Laczkó Levente, Domján Iván

Budapest, 2020. január

I. Bevezetés

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek berendezései műszaki állapotának idővel történő fokozatos romlása napjainkban általános jelenség, amely a hazai és nemzetközi hatósági tapasztalatok szerint egyre növekvő mértékben járul hozzá a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek és események bekövetkezéséhez. Azon veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, amelyeket nem a megfelelő állapot-megőrzési stratégiával működtetnek és napjainkban 40-50 éve üzemeltetve tervezési élettartamuk végéhez közelednek, fokozott súlyos baleseti kockázatot jelentenek. 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.

Az Európai Bizottság Közös Kutató Központ Súlyos Baleseti Veszélyek Irodája becslése szerint az Európai Unió súlyos baleseti adatbázisba (eMARS) bejelentett veszélyes anyagokkal kapcsolatos események és súlyos balesetek 30 százaléka vezethető vissza legalább egy, állapotromláshoz kapcsolódó jelenségre [1].

A 2014-2016. időszakban hazánkban bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos események és súlyos balesetek tapasztalatainak feldolgozása rávilágít az állapot-nyomonkövetési és karbantartási rendszerek hiányosságaira, megfelelő működtetésük jelentőségére.

A vizsgált időszakban bekövetkezett nem várt események 34 százaléka a karbantartási rendszerek hiányosságaira volt visszavezethető. A karbantartási hiányosságok között rendre előfordult az eseményben résztvevő berendezés korróziója, amely megfelelő műszaki állapot-megőrzési programok működtetésével elkerülhető lett volna. Számos esetben az üzemeltető nem ismerte fel megfelelő 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 rendelkezett haladéktalanul a vizsgálati eredmények alapján szükséges ellenintézkedések megtételére, vagy túl kései, átmeneti, nem megfelelő ellenintézkedéseket tett. Esetenként 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.

Az események 26 százalékánál az üzemeltetői kivizsgálások az alap okok azonosítása során nem terjedtek ki a karbantartási rendszerek megfelelőségének vizsgálatára. Ez utóbbi tény teljes mértékben alátámasztja a témakörrel kapcsolatos további tudatosságnövelés szükségességét.

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) a nemzetközi trendek és a hazai tapasztalatok figyelembevételével a biztonság szempontjából kritikus berendezések műszaki állapotának nyomon követésére és karbantartására alkalmazott rendszerek kialakítottságának és dokumentált működtetésének ellenőrzését határozta meg a veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági hatósági ellenőrzési feladatokról szóló 2018. évi Ellenőrzési terv egyik kiemelt vizsgálati szempontjaként. Külön feladatszabás értelmében 2018. II. félévében a Megyei/Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóságok ugyanebben a témában folytattak le ellenőrzéseket az illetékességi területükön található felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek területén.

A BM OKF a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 45. § i) pontjára tekintettel összefoglalót készített az átfogó ellenőrzéssorozat tapasztalataiból [11].

Az összefoglalóban azonosított, karbantartási rendszerekkel összefüggő, kiemelkedően hiányos szempontok szembevető egyezést mutatnak a fentiekben részletezett, veszélyes anyagokkal kapcsolatos események kiváltó okaként megnevezett karbantartási hiányosságokkal.

A biztonság szempontjából kritikus berendezések műszaki állapotának fokozatos romlásából eredő kockázatok felmérése, értékelése és kezelése a súlyos baleseti kockázatok csökkentésének egyik alappilléret képezi. 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 bevezetésre kerültek a hazai jogi szabályozási környezetbe.

Mind az érintett ipari szereplők, mind az iparbiztonsági hatóságok részéről igényként fogalmazódott meg a témakörre vonatkozó jogszabályi követelményeknek valamennyi üzemben belül történő egységes végrehajtását célzó módszertani útmutató kialakítása.

A jelen útmutató ajánlásokat fogalmaz meg a kapcsolódó irányítási rendszer elemek eredményes és hatékony működtetése érdekében, egyúttal a témakörrel kapcsolatban a

SEVESO III. irányelv hazai bevezetésével a jogi szabályozásba bekerült új előírások teljesítésére vonatkozóan, azonban a teljesítés az itt szereplő megoldásoktól eltérő, a biztonság szempontjából azokkal egyenértékű, az üzem által okozott veszélyeztetés mértékével arányban álló, a sajátos szervezeti-irányítási modellhez, illetve a meglévő irányítási rendszerekhez illeszkedő egyéb megoldásokkal is végrehajtható. Természetesen a végrehajtás során a biztonsági irányítási rendszer vagy az irányítási rendszer jogszabályban foglalt valamennyi elemével foglalkozni szükséges, azonban az egyes elemeken belül lehetőség van az arányosság elvének érvényesítésére a vállalati sajátosságok figyelembe vétele érdekében.

II. Műszaki állapot nyomon követési és karbantartási rendszerek kialakítása

1. Biztonsági célkitűzések, az üzemeltetés megtervezése

A veszélyes létesítmények és berendezések megfelelő időközönként történő karbantartása kulcsfontosságú a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzése érdekében. Ezen rendszerek és a biztonság szempontjából kritikus összetevőik mechanikai integritásának tervezése biztosítja mind a veszélyes anyagok elszigetelését a berendezésekben, mind az aktív és passzív védelmet ellátó biztonsági rendszerek megfelelő működését az üzemi életciklus minden szakaszában [2].

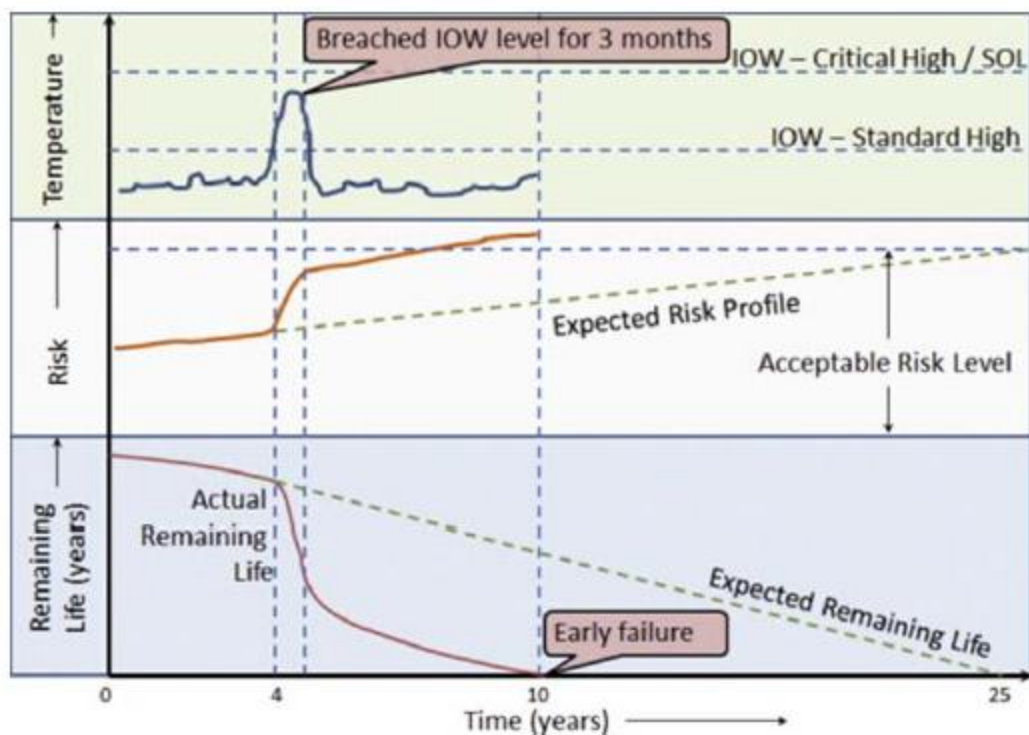
A **biztonsági irányítási rendszernek** biztosítania kell, hogy az egyes biztonság szempontjából kritikus berendezések, eszközök a karbantartási, vizsgálati és tesztelési (működési próba) programok hatálya alá tartozzanak időben megfelelően ütemezetten annak érdekében, hogy ezek a berendezések folyamatosan teljesítsék a biztonsági követelményeket, amíg használatban vannak [2].

Az elvárt funkció teljesítési képességének biztosítása érdekében, a műszaki állapot nyomon követési és karbantartási rendszerek hatékony, szisztematikus, következetes és eredményes működtetésének megalapozása céljából már az üzemeltető biztonsági politikájának célszerű tartalmaznia a berendezések műszaki színvonalának és mechanikai integritásának fenntartására irányuló célkitűzéseket [3]. Ez is igazolja a **felsővezetőség témakör iránti elkötelezettségét** és felelősségét, amely a szükséges anyagi, pénzügyi és humán erőforrások biztosításának és a kapcsolódó irányítási rendszer elemek következetes működtetésének egyik alapvető feltétele. Az üzemeltetőnek a kapcsolódó eljárások tervezett, ütemezett, megfelelő erőforrásokkal támogatott végrehajtásáról gondoskodnia kell a terület eredményes működtetéséhez [4]. A kapcsolódó eljárások következetes és maradéktalan betartása érdekében fontos, hogy a biztonsági politika a teljes szervezeti hierarchián belül ismert és megértett legyen, a vállalat valamennyi vezetője és munkavállalója megfelelő szintű tudatossággal rendelkezzen a témával kapcsolatban. Egyes vállalatok külön karbantartási stratégiát készítenek, amely lehetőséget biztosít a karbantartással és a műszaki állapot nyomon követéssel kapcsolatos hosszú távú célok és elgondolások részletes megfogalmazására, beleértve a karbantartási rend kialakítására, az annak végrehajtására történő felkészülésre, a képzésekre, a megfelelő erőforrások biztosítására, a változtatások követésére és a teljesítmény mérésére vonatkozó célkitűzéseket.

Az üzemeltetés megtervezése során a vállalatnak célszerű meghatároznia a berendezések **működtetési élettartama** számítására és azok rendszeres időközönkénti elhasználódás miatti

cseréjére, felújítására vonatkozó irányelveit. A működtetési élettartam vége alapvetően – megfelelő karbantartást feltételezve – a gyártói ajánlások figyelembevételével, az elvárt funkció teljesítési képessége és a tervezési filozófia mentén határozható meg, figyelembe véve a berendezés életútja során fennálló, esetenként a tervezési állapotoktól eltérő üzemi körülményeket is. A pontosabb élettartam meghatározás és ezáltal a biztonság és a gazdaságosság előmozdítása érdekében célszerű azonban a gyártók által javasolt megelőző karbantartási mechanizmusok alkalmazásán túlmenően műszaki állapot nyomon követési eljárásokat alkalmazni, beleértve az eredmények kiértékelését és a trendelemzések végzését.

A gyártó berendezések és egységek megbízhatóságának, rendelkezésre-állási idejének meghatározása érdekében több külföldi üzemeltető bevezette és alkalmazza az IOW (integrity operating windows) módszert. A módszer lényege, hogy egy adott berendezés teljes életútja során nyomon követ bizonyos paramétereket, amelyek a gyártó által megadott élettartamot, illetve a szükséges karbantartási gyakoriságot befolyásolhatja. Ehhez ismerni kell a berendezést veszélyeztető károsító folyamatokat, illetve az ezen folyamatokat jelentősen befolyásoló körülményeket (pl.: szállított közeg hőmérséklete, napsütésnek való kitétség, nyomásviszonyok, stb.). A módszerhez figyelmeztető határértékeket kell beállítani, amelyek túllépése esetén a várható megbízhatósági görbe más lefutású lesz [12].



Az egyik hazai felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem üzemeltetője sajátos számítási módszert fejlesztett ki a hőcserélő berendezések élettartamának becslésére: a számítások alapját a hibás csövek aránya és a falfogyás mértéke képezi, amelyeket az üzemeltető az üzemeltetési tapasztalatokkal kiegészítve vesz figyelembe az élettartam számításakor.

A műszaki felülvizsgálatok, karbantartások, javítások és a termelés kiesés költségeinek elemzése és összehasonlítása a berendezés elbontásának és az új egység üzem állításának költségvonzatával megfelelő alapját képezheti a működtetési élettartam meghatározásának [5]. Az üzemeltetőnek a berendezések rendszeres időközönkénti elhasználódás miatti cseréjére vonatkozó politikája eredményes végrehajtása érdekében kiemelt jelentőséggel bír a szükséges erőforrások közép-, és hosszú távú kijelölése és biztosítása. Ennek érdekében az ilyen időtávra szóló beruházási, fejlesztési és felújítási célkitűzések, tervek és programok megléte kulcsfontosságú. Az alkalmazható **karbantartási stratégiák** különböző szempontok szerinti összehasonlítását a következő táblázat tartalmazza [6], [14].

Jellemző	Hibajavító karbantartás (eseti)	Előirányzott karbantartás (ciklikus)	Állapotfüggő karbantartás	Karbantartás-megelőzés
Alkalmazási terület	<ul style="list-style-type: none"> - kis kár, kiesés esetén - ahol a hibamentes működési időknek nagy a szórása 	<ul style="list-style-type: none"> - ahol a kiesés nagy kockázattal jár - állandó élettartamú rendszerelemek esetén (ahol a várható élettartamok, működési idők relatív szórása kicsi) - ahol az előkészíthető 	<ul style="list-style-type: none"> - ahol lehetőség van mérésre, adatgyűjtésre - ahol a meghibásodás nagy kockázattal jár - gazdaságossági szempontok érvényesítése 	<ul style="list-style-type: none"> - ahol a meghibásodás kiemelt kockázattal jár - ahol műszakilag megoldható
Információigény	<ul style="list-style-type: none"> - gyors - azonnali 	<ul style="list-style-type: none"> - pontos információ kell - előzetes igény 	<ul style="list-style-type: none"> - állandó, vagy ciklikus információszolgáltatás az állapotról 	<ul style="list-style-type: none"> - üzemeltetés közben nincs
Szervezés	<ul style="list-style-type: none"> - gyors beavatkozás - esetleg csomagterv 	<ul style="list-style-type: none"> - tervezett - ütemezett 	<ul style="list-style-type: none"> - van idő a felkészülésre - az állapotvizsgálatot meg kell szervezni* 	<ul style="list-style-type: none"> - üzemeltetés közben nincs
Szervezet	<ul style="list-style-type: none"> - helyi - univerzális - szakképzett, kreatív 	<ul style="list-style-type: none"> - központosított - külső erők bevonása 	<ul style="list-style-type: none"> - központosított - külső erők bevonása 	<ul style="list-style-type: none"> - üzemeltetés közben nincs
Vezetés	<ul style="list-style-type: none"> - gyors döntések 	<ul style="list-style-type: none"> - tervezés 	<ul style="list-style-type: none"> - stratégiai vezetés 	<ul style="list-style-type: none"> - üzemeltetés közben nincs

**Állapotfüggő kritériumok alkalmazása esetén a különböző kézi és/vagy online műszaki diagnosztikai rendszerek működtetése és az elhasználódás mértékére vonatkozó kritériumok kidolgozása alapvető jelentőségű.*

A berendezések vagy kritikus vezetékek megelőző, ütemezett vagy helyreállító karbantartásai kivitelezhetőek összhangban például az RMBI-vel (**Kockázat Alapú Karbantartás és Vizsgálat**) vagy a TPM-el (**Teljes körű Hatékony Karbantartás**) [2].

Több hazai üzemeltető, a fizikai öregedés megfelelő kezelése érdekében kockázat alapú állapotfelügyeleti módszert, RBI-t alkalmaz a berendezések rangsorolására és a karbantartási terv, tesztelési periódusok meghatározására. A szoftveresen támogatott módszer (pl.: RBMI Capstone) lehetővé teszi, hogy az egyes berendezések mátrixszerű rangsorolásra kerüljenek meghibásodás gyakoriság és várható következmények szempontjából. Az RBI értékelés során figyelembe veszik a korróziós faktort (corrosion loop), a feldolgozási paramétereket, az anyagi minőségeket és dimenziókat, csakúgy, mint a felhasználói tapasztalatokat a tönkremenetelről. A módszer eredményeként automatikusan generált állapotfelügyeleti tervet kapnak, valamint a tönkremeneteli mechanizmusok és az ellenőrzési módszerek felsorolását. A módszer előnyei közt szerepel továbbá a tudatosságnövekedés is, valamint az, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat prioritizáltan a magas kockázatú helyekre tudják összpontosítani.

A karbantartási tevékenységeknek a veszélyes anyagok kibocsátásával járó nem várt események kockázatának lehető legalacsonyabb szintre csökkentését és a súlyos balesetek megelőzése szempontjából **kritikus berendezéseknek** (például szivattyúk, kompresszorok, ventilátorok és hőcserélők) funkcionalitását kell megcéloznia. A biztonság szempontjából kritikus műszerezettségre ki kell terjednie a karbantartási programnak. Az eszközök funkcionalitását, a biztonság szempontjából releváns riasztó és leállító rendszereket időszakosan ellenőrizni kell. Amennyiben a kritikus riasztások és az automatikus leállítások funkcionalitása időszakos tesztekkel folyamatosan, a felállított normákkal összhangban ellenőrizve van, akkor ez szabályszerűen megerősíti, hogy az aktuális biztonsági integritási szint egyezik az eredeti biztonsági integritási szint követelményeivel [2].

A tömítések váratlan tönkremenetelére visszavezethető események számának csökkentése érdekében célszerű a **karimamenedzsment** rendszerek kialakítása. A rendszer kialakítását indokolja, hogy napjainkban a karimás tömítések igen sokfélék (karimatípusonként különböző), kiválasztásuk (anyagminőség és nyomásfokozat), beszerzésük, beszerelésük (csavarok meghúzási sorrendje, nyomatékkulcsok alkalmazása), megfelelő állapotban tartásuk (üzemállapotok nyomon követése, tömörségvizsgálat) kiemelt figyelmet és szakmai hozzáértést igényel. A jelenleg igen elterjedt teflon tömítések például kifejezetten érzékenyek a hőmérsékletváltozásra, így a berendezések indítása ezekre nézve nagy igénybevételt jelenthet.

Jó gyakorlatként kiemelhetőek azon karimamenedzsment rendszerek, amelyeknek részét képezi a tömörségvizsgálat minden szerelést követően és amelyekben vezérelvként szerepel az új tömítés beszerelése a rendszer minden megbontásakor.

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 rész-egységek 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.

A maximálisan elérhető berendezés-élettartam kihasználása érdekében az üzemeltetőnek biztosítani kell a tervezési követelmények megértettségét a teljes szervezeti hierarchián belül, valamint nyomon kell követnie a teljesülésüket. Ennek érdekében a **rendeltetészerű használat** követelményeinek hozzáférhetőségét, ismertségét és megértettségét biztosítani kell a vállalaton belül [3].

A súlyos baleseti veszélyek minimalizálása érdekében a munkautasításokban érdemes rögzíteni a termelési folyamat leállításának és az érintett berendezések üzemvitelből való átmeneti kizárásának szükségességét súlyos meghibásodás tapasztalása esetén. Az irányítási rendszernek lehetővé kell tennie eseti **meghibásodási jelentések** haladéktalan megtételét.

A stratégiai célkitűzések tervezése során indokolt kialakítani a biztonság szempontjából kritikus berendezések teljesítményének **felsővezetői szintű nyomon követésére** vonatkozó eljárásokat. A felsővezetői értekezleteken (legalább évente 1 alkalommal) célszerű témaként szerepeltetni a telephelyek műszaki biztonsági színvonalának áttekintését és értékelését – például a témában készült, az adott fejlesztési ciklusra vonatkozó biztonsági célkitűzések megvalósulását is bemutató beszámoló jelentések és számszerű biztonsági teljesítménymutatók alapján – és ezen információk tükrében beszerzési, fejlesztési, vagy műszaki biztonsági fenntarthatósági terveket és intézkedéscsomagokat meghatározni és elfogadni. Ezen túlmenően a felsővezetőknek a mindennapi üzemeltetés során érdemes lehetőséget biztosítaniuk a biztonsággal kapcsolatos fejlesztések, hibák, tapasztalt anomáliák soron kívüli megtárgyalására és szükség esetén a megfelelő erőforrások soron kívüli biztosításával intézkedni a megfelelő biztonsági szint fenntartására vagy fejlesztésére.

2. A tesztelési, műszaki felülvizsgálati, karbantartási tervek/programok tárgyát képező létesítmények és berendezések azonosítása

A veszélyes technológiák általában többek között az alábbiakban felsorolt, a biztonság szempontjából kritikus elemeket tartalmazzák:

- atmoszférikus, nyomás alatti, kriogén tartályok, tároló edények;
- technológiai berendezések, úgy mint kolonnák, reaktorok, hőcserélők, kazánok, szivattyúk, kompresszorok és azok elemei;
- technológiai csővezetékek és azok elemei (például szelepek, szerelvények, automata szerelvények, műszerezett irányító rendszerek, visszacsapó szelepek, biztonsági szerelvények),
- vészenergia ellátó rendszerek (beleértve a veszélyhelyzeti riasztást és kommunikációt lehetővé tévő rendszerek és eszközök vészenergia ellátását is),
- veszélyes anyagok mozgatásának eszközei (például emelők, daruk, targoncák).

Az aktív és passzív védelem kapcsolódó eszközei jellemzően az alábbiak:

- nyomáscsökkentő és leürítő rendszerek (beleértve a vészeürítő tartályokat, és a kármentőket is);
- vészrendszerek (például fáklyák, gáztisztítók, oltórendszerek stb.);
- leállító rendszerek (egyedi berendezésekhez, egységekhez és a teljes üzemhez)
- riasztások és automatikus kikapcsolások (kioldások);
- tűzjelző- és védelmi rendszerek (például hűtővíz stb.);
- veszélyes folyadék- és gázérzékelő rendszerek (tűzveszélyes és/vagy toxikus anyagokhoz);
- veszélyhelyzeti szolgálat és a kapcsolódó hordozható felszerelések.

Biztonság szempontjából kritikus berendezésnek, eszköznek (kulcs elemnek) tekintendők amelyek:

- nem megfelelő működése, működésképtelenné válása, vagy mechanikai integritásának megszűnése súlyos baleseti esemény közvetlen vagy közvetett bekövetkezési oka lehet;
- nem megfelelő működése vagy működésképtelenné válása súlyos baleseti esemény észlelését, az azonnali beavatkozást, a következmények hatékony csökkentését, vagy a veszélyhelyzeti irányítást és kommunikációt akadályozza vagy lehetetlenné teszi.

A biztonság szempontjából kritikus berendezések azonosítását a kockázatelemzés eredményeinek tükrében szükséges elvégezni, azokat a biztonsági dokumentációnak tartalmaznia kell. Ezen berendezés-lista képezi az alapját a vizsgálati/tesztelési/karbantartási terveknek.

Egyszerűbb technológiákat működtető telephelyeken a berendezések azonosítása történhet az anyagáramot követve, az előzőekben foglaltak szerint figyelembe véve a súlyos baleseti kockázatelemzési eredményeket és a védelmi tervezés eszközeit is.

3. Karbantartó szervezet és személyzet képzése, felkészítése, tudatosságnövelés

Az előzőekben leírt biztonsági célkitűzések maradéktalan teljesítése és a magas műszaki és biztonsági színvonalon történő üzemeltetés érdekében elengedhetetlen a tesztelési, a műszaki felülvizsgálati és a karbantartási rendszer kialakításához és működtetéséhez kapcsolódó **felelőségek és feladatok munkakörökhöz és szervezeti egységekhez rendelése**. A teljes szervezeti hierarchiát tekintve többek között a következőkben felsorolt munkakörökhöz és beosztásokhoz rendelhetőek egyértelmű felelőségek és feladatok például a munkaköri leírásokon, a vállalat ügyrendjén vagy a munkautasításokon keresztül: a gazdálkodó szervezet vezetője, üzemeltetés vezető, karbantartás vezető, műszaki vezető, művezető, csoportvezető, munkatervező, munkairányító, munkavégző.

Fontos, hogy a vállalat a különböző, a karbantartásban és a műszaki állapot nyomon követésben érintett felek közötti kommunikáció során egyértelmű **kommunikációs útvonalakat** alkalmazzon [3]. Az ipari tapasztalatok szerint a rendszeres üzemeltetői belső értekezletekkel, a külső felekkel lefolytatott megbeszélésekkel, a kontaktszemélyek egyértelmű kijelölésével és a kommunikációs útvonalak szigorú betartásával eredményesen biztosítható a megfelelő információáramlás.

Az informatikai fejlődés elterjedésével napjaink egyik fontos vívmánya az **elektronikus műszaknapló**, amely az azt alkalmazó üzemeltetők tapasztalatai szerint hatékony belső információforrás és a beállítható automatikus email értesítésekkel kiváló eszköze lehet a vállalaton belüli kommunikációnak. Az e-műszaknapló alkalmazásával például a karbantartások hibáira visszavezethető nem várt események belső jelentése hatékonyan megoldható, amely egyaránt kiindulási információ a kivizsgálás megkezdéséhez, az érintett szervezeti egységek értesítéséhez, valamint a helyreállítás haladéktalan megkezdéséhez.

Különösen a kezelő és a karbantartó személyzet vonatkozásában fontos a **proaktív szemlélet** kialakítása. A kezelő személyzet tudatosságának fejlesztése az általuk használt berendezések

elhasználódás jeleinek korai felismerése érdekében döntő jelentőségű, mivel ezáltal a berendezések élettartama jelentősen megnövelhető, a normál üzemmenet közbeni váratlan leállások száma pedig nagymértékben csökkenthető. Célszerű, ha a megfelelő kompetenciákkal rendelkező szakértő fél – például a karbantartással megbízott szervezeti egység vagy az ezen feladatot ellátó külső szerződött fél képviselői – végzik a technológusok oktatását, és első kézből biztosítják a megfelelő információkat az adott berendezést jellemző meghibásodások előjeleiről, az előfordulásuk esetén végrehajtandó intézkedésekről. Mindemellett a műszaki állapottal kapcsolatos hatékony információszerzés és információáramlás biztosítása érdekében a meghibásodások belső jelentési rendszerének, a műszaki diagnosztikai eljárásoknak, valamint a kapcsolódó egyéb átvizsgálásoknak a dokumentált, rendszeres működtetése elengedhetetlen.

A karbantartó személyzet **képzési követelményeinek** kialakítása során az üzemeltetőnek figyelmet kell fordítania arra, hogy mind biztonsági, mind szakmai és speciális szakmai képzési követelmények meghatározottak legyenek az érintett munkavállalók számára [5]. A képzések teljesítésének egy része az adott munkakörben történő alkalmazás feltétele is lehet.

A **biztonsággal kapcsolatos képzések** során a munkavédelmi, tűzvédelmi, a súlyos balesetek elleni védekezés területén lévő, valamint környezetvédelmi szabályokat célszerű megismertetni a karbantartókkal. Meg kell ismertetni velük a tevékenységből eredő kockázatokat, azok kezelésének lehetséges módozatait. Be kell mutatni számukra azon biztonsági rendszerek, eszközök, eljárások működését, amelyek a karbantartók védelmét szolgálják.

Gyakorlati képzés keretében is oktatni érdemes az egyéni védőfelszerelések használati szabályait, a tűzoltó eszközök használatát, valamint a munkahely biztonságosságának igazolásához szükséges, rendszeres időközönként elvégzendő ellenőrző mérések (például gázkoncentráció mérése) módszereit. Fel kell készíteni őket a normál munkafolyamattól eltérő lehetséges üzemállapotokra, beleértve a veszély bekövetkezésének közvetlen előjeleiről, a riasztási jelzésekről és teendőkről, a következménycsökkentő berendezések elhelyezkedéséről és működtetéséről, valamint a gyülekezési helyekről szóló tájékoztatást. A **szakmai képzéseken** ismertetni célszerű a karbantartókkal a berendezések megbontásának, szerelésének szabályait, érdemes továbbá veszélytelen környezetben begyakorolni a munkafolyamatok fontosabb lépéseit.

A **speciális szakmai képzések** tekintetében kiemelhető a karimaszereléssel, a sajátos műszerezett folyamatirányítási rendszerrel, vagy a robbanásveszélyes környezetben történő munkavégzés biztonsági aspektusaival kapcsolatos szabályok és ismeretek átadása.

Célszerű, ha az oktatásokat szakértő, kompetens fél tartja, például a berendezés gyártója vagy a technológia tervezője.

A megfelelő biztonsági kultúra egyik jele lehet az **önkéntes alapú** – a jogszabályokban foglalt követelményeken túlmutató – **képzések** előírása a munkavállalók és külső felek részére. Ilyen lehet például a robbanásveszélyes berendezések üzemeltetésére vonatkozó és egyéb tűzvédelmi szakisvizsgák előírása a vállalat minden karbantartója számára. A szakmai és a biztonsági ismeretek szintjének fenntartása érdekében ismétlődő, a személyi, szervezeti vagy műszaki változtatások kezelése érdekében soron kívüli oktatások egyaránt szükségesek lehetnek.

Az üzemeltetőnek célszerű külön eljárást működtetnie a **képzési követelmények teljesülésének ellenőrzésére**. A képesítési követelményeket érdemes a személyügyi nyilvántartásokban munkavállalónként rögzíteni, és például havi bontásban figyelmeztetéseket beállítani a végrehajtandó képzések vonatkozásában. Ilyen módon a képzések a telephelyek vezetőivel, a munkavállalókkal és az oktatást végző féllel egyaránt leegyeztethetők és megtarthatóak, elkerülve a termelési csúcsidőszakokat és szabadságokat.

Az üzemeltetői tapasztalatok rámutattak arra, hogy nagyon fontos a **munkavállalók tudásszintjét a gyakorlatban is ellenőrizni**, mivel például a nyári nagyleállások idején a fokozott leterheltségre tekintettel az (al)vállalkozók saját személyi állományukat jelentősen megnövelik és esetenként kevésbé gyakorlott szakemberek is megbízást kapnak veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem területén karbantartási munka elvégzésére.

Egy hazai üzemeltető tapasztalatai szerint bizonyos hegesztési munkák tekintetében 600 főből átlagosan 40 fő alkalmatlan a kiadott munkafeladat magas szakmai színvonalon történő elvégzésére, így a karbantartó személyzet szűrése indokolt különböző gyakorlati vizsgák bevezetésével.

Ilyen lehet például a munkavégzést megelőző karimaszereelési ellenőrző rendszer/vizsga, amelynek részeként a munkavállalók oktatásban részesülnek, majd egy rövid írásbeli vizsgasor kitöltését követően – annak eredményétől függően – a gyakorlatban is bizonyítaniuk kell szakmai tudásukat. A szerelő kompetenciájának felmérése jól használható az MSZ EN 1591-4:2013 Karimák és kötéseik 4. rész a kritikus üzemű nyomott rendszerek csavaros csatlakozásainak összeépítéséről szóló szabvány. Az írásbeli vizsgán kevésbé kiválóan teljesítő karbantartóknak az üzemi próbapadon mesterségesen elhelyezett hibákat kell felismerniük és szakszerűen javítaniuk. Hasonló üzemeltetői számonkérés a hegesztő munkapróbáztatás, amely egyben belső vizsga is lehet a hegesztő szakemberek gyakorlati tudásának vizsgálatára. Évente 1 próbahegesztés előírása, amelyet a vállalat saját műszaki diagnosztikai egysége, vagy ennek

hiányában külső megbízott partnere ellenőriz. A próbahegesztés nem megfelelősége esetén a telephelyi munkavégzésre vonatkozó megbízás megtagadható, elkerülve ezáltal a nem megfelelő munkavégzésből eredő későbbi nem kívánt veszélyeket és termeléskiesést. Több felső küszöbértékű üzem esetében elmondható, hogy csak olyan belső vagy külső hegesztőt alkalmaznak, aki a PED 2014/68/EU harmonizált, akkreditált szervezet által kiállított érvényes hegesztő minősítéssel rendelkezik.

Az **üzemeltetési ismeretek** és a gyakorlati üzemeltetési tapasztalatok **szintjének fenntartásáról** az üzemeltetőnek gondoskodnia szükséges. Ez egyrészt a munkavégzés előtti és az azt követő eligazításokon, valamint az ismeretújító képzések megtartásán keresztül biztosítható.

Másrészt kiemelt jelentőségű a **munkakör-folytonossági tervek** megléte, azok következetes végrehajtása. Az üzemeltetőnek indokolt a biztonság szempontjából kritikus beosztásokhoz utánpótlás-képzési tervet készítenie, amely vezetői kulcspozíciók esetében például 1 év, beosztott munkavállalói szint esetében pedig 2-3 hónap betanulási időt biztosít, természetesen felvállalva a mindkét személy (távozó és betanuló) juttatásainak költségét a betanulás időszakára vonatkozóan. Az utánpótlás-képzési tervek lényeges elemét képezik azon munkafeladatok, amelyek bemutatására és begyakorlására a betanulási időben várhatóan nem kerül sor, mivel azok ritkábban (például 2-3 évente) kerülnek végrehajtásra.

A szervezet képzése során az üzemeltetőnek érdemes figyelmet fordítania a **normál üzemi állapottól való eltérések**, azaz a csökkent biztonsági szint vagy műszaki színvonal elfogadásának elkerülésére. Ez az üzemeltető személyzet témával kapcsolatos tudatosságának növelésére irányuló intézkedések rendszeres végrehajtásával, valamint a belső jelentési rend dokumentált működtetésével teljesíthető.

4. Műszaki állapot nyomon követési és karbantartási eljárások kialakítása

A magas műszaki színvonalon történő üzemeltetés, valamint a berendezések műszaki állapotának fokozatos romlásából eredő kockázatok kezelése érdekében az üzemeltetőnek szisztematikusan felépített **tesztelési, műszaki felülvizsgálati és karbantartási rendszerrel** kell rendelkeznie. A rendszer kiépítettségének bizonyítékai lehetnek például a tesztelési, felülvizsgálati, karbantartási tervek és programok, illetve az azok működtetését bizonyító eljárások, berendezés nyilvántartások, utasítások, munkalapok, belső jelentések, jegyzőkönyvek, a kapcsolódó pénzügyi/beszerzési tervek és a biztonsági teljesítménymérés. Utóbbi két elem elengedhetetlen feltétele a rendszer fenntartásának, folyamatos tökéletesítésének, ezek nélkül a kapcsolódó intézkedéscsomagok gyakorlati eredményessége nagymértékben megkérdőjelezhetővé válik.

Az üzemeltetőnek a tesztelési, műszaki felülvizsgálati és karbantartási programok tervezése során **azonosítania** szükséges a berendezésekre jellemző lehetséges **várható károsodásokat** és értékelnie kell a kapcsolódó vizsgálati és megelőző karbantartási módszerek alkalmasságát [3]. A vegyipari berendezések esetében gyakran előforduló károsodási formák többek között a kopás, a korrózió, a vibráció, a rugalmas deformáció, a kifáradás, a törés és a túlmelegedés. Az adott berendezést jellemző valamennyi károsodási forma diagnosztizálása érdekében a vizsgálati módszerek szisztematikus értékelése, kiválasztása és hozzárendelése szükséges. A megelőző karbantartás és a beavatkozások tervezése szintén a lehetséges károsodási formák tükrében történhet meg eredményesen.

A telephelyi műveletek és a kapcsolódó berendezések megfelelő mechanikai integritásának biztosítása érdekében a **berendezések szisztematikus ellenőrzése** szükséges, beleértve a megelőzés céljából végzett vizsgálati és tesztelési tevékenységeket, amelyek célja, hogy az alapvető berendezések fenntartsák a funkcionalitásukat (rendelkezésre állás) és használatra alkalmasságukat a működési élettartamukban, a veszélyes anyagok kibocsátásával járó nem várt eseményekhez vezető meghibásodások megelőzése érdekében. A megelőző karbantartások végzésére vonatkozó eljárásokat olyan módon célszerű kialakítani, hogy azok tartalmazzák a berendezések műszaki állapotának rendszeres vizsgálatára vonatkozó előírásokat, módszereket is [8]. Az irányítási rendszer kialakítása során kiemelt figyelmet kell fordítani a megelőző tevékenységek ütemezett, rendszeres végrehajtására. Ide sorolható például a biztonság szempontjából kritikus berendezések szemrevételezéssel vagy mobil eszközökkel (például gázérzékelővel) történő ellenőrzése a rendszerkezelők vagy a művezető által, továbbá itt említhetőek a különböző jogszabályok, szabványok alapján kötelező időszakos

felülvizsgálatok, például a nyomástartó berendezések időszakos műszaki biztonsági felülvizsgálata, a tűzvédelmi-, és a villámvédelmi felülvizsgálat. Abban az esetben, ha a vizsgálati gyakoriság és/vagy sajátos tesztelés meg van határozva a műszaki szabványokban vagy jogszabályi követelményekben (például nyomástartó berendezések, tűzoltó berendezések, elektromos rendszerek esetében), akkor szükséges ezen eszközök és rendszerek szerepeltetése a karbantartási tervben, előírva a gyakoriságot, és ahol alkalmazható, az elvégzendő vizsgálatok és tesztek részleteit. Ez tehát ezen kötelezettségek végrehajtására és a karbantartási tervben történő hivatalossá tételükre vonatkozó üzemeltetői felelősség hivatalos nyugtázásul is szolgál [2]. Érdemes figyelmet fordítani a veszélyes anyagok tárolására használt tartályokra, a feldolgozást biztosító edényzetekre és az ilyen anyagok szállítását végző csővezetésekre. Különös figyelmet érdemel ezen esetekben a korrózió és az erózió jelensége, amelyek mértékének vizsgálatára a szemrevételezésen túlmenően műszeres vizsgálati módok alkalmazása is indokolt. A forgógépek esetében a vibráció mérése, az alkatrészek kenése kiemelt jelentőségű. Az üzemeltetői tapasztalatok alapján ajánlható a szivattyúk, villanymotorok termovízióval történő ellenőrzése évente 1-2 alkalommal, valamint érdemes a csővezetékek kritikus pontjainak ultrahangos falvastagságmérését 2 évente elvégezni.

Jó gyakorlatként kiemelhető a veszélyes anyagokat szállító csővezetékek nyomástartó edényekkel azonos módon történő kezelése, és a vonatkozó jogszabályokban előírt időszakos tömörségi próbák teljes rendszeren történő végrehajtása.

A programoknak ki kell terjednie a létesítményközi csővezetésekre is. Az egyik hazai veszélyes üzemben több egymást követő nem várt esemény vezette rá az üzemeltetőt arra, hogy a létesítményközi csővezetékek műszaki állapot felügyeletének érdemi felelőse nincs, az irányítási rendszer kizárólag a létesítmények határán belül határozott meg ilyen feladatokat az egyes létesítmények személyzetének.

A műszaki állapot-nyomon követés végrehajtása során kiemelt figyelmet szükséges fordítani a **berendezések kritikus pontjainak** azonosítására, a műszaki diagnosztikai mérések kijelölt helyeken történő elvégzésére, az eredmények dokumentálására, elemzésére és értékelésére, valamint azok alapján a szükséges beavatkozások megtételére. A jellemző károsodási formák tükrében kritikus pontok lehetnek például a külső és belső védőrétegek (szélsőséges időjárási körülmények, csapadék, feldolgozott vagy szállított veszélyes anyag korrozív hatása miatt), a hegesztések (működés közbeni centrális és axiális igénybevételek miatt), a tartószerkezetek (természeti veszélyek, működés közbeni igénybevételek miatt), a csővezeték-hálózat mélypontjai és könyökidomai (erózió, korrózió jelensége miatt), veszélyes áruk

csomagolóeszközei és azok zárószerevényei (külső mechanikai hatások, szállított közeg korrozív hatása miatt).

A **műszaki állapot nyomon követésének** lehetséges **eszközei** például a rendszeres üzemeltetői helyszíni bejárások, karbantartói szervízutak, műszaki diagnosztikai mérések, mérnök szakértői ellenőrzések, vezetői ellenőrzések, valamint a távoli állapot felügyelet során használt online diagnosztikai rendszer által gyűjtött adatok kiértékelése elemzése, tendenciák felállítása.

Fontos, hogy az üzemeltető következetesen hajtsa végre a tesztelési, felülvizsgálati és karbantartási programokat a **nehezen hozzáférhető vagy sajátos technológiai körülmények között üzemeltetett berendezések** esetében is. A földdel takart, a szigetelt, a kábelcsatornában elhelyezett vagy a magasban szerelt csővezetésekre, valamint a folyamatos üzemmenetben működő berendezésekre egyaránt ki kell terjednie a vonatkozó eljárásoknak. Az ilyen berendezések esetében célszerű már a kialakítás során a későbbi műszaki diagnosztikai vizsgálatok, karbantartások céljából a hozzáférési pontokat kialakítani, ennek érdekében már a tervezés során kiemelt figyelmet szentelni a műszaki állapot nyomonkövetés és a karbantartás végrehajtása szempontjainak.

Külföldi veszélyes üzemben súlyos tűzzel járó esemény kialakulásához vezetett a telephely két részét összekötő kőolajtermék szállító vezeték között alatt vezetett szakasza műszaki állapot nyomon követésének elmulasztása. A vezeték létesítése óta műszaki állapot vizsgálat nélkül üzemelt, korróziós lyukadása anyagkiáramláshoz vezetett, amely a járművek hatására tüzet okozott.

A működési próbákra és a műszaki felülvizsgálatokra vonatkozó eljárásoknak minden esetben tartalmazniuk kell a tesztelések és vizsgálatok definícióit és a végrehajtás relatív gyakoriságát. A **vizsgálati eredményeket** célszerű hozzárendelni a rendszerek élettörténetéhez, amely például a berendezés-nyilvántartások bővítésével egyszerűen megoldható. A vizsgálati eredmények rögzítésének és tárolásának megfelelő minőségbiztosításával lehetővé válik a hosszú távú trendelemzések végzése, amelynek eredményeként riasztási és beavatkozási szintek határozhatóak meg az egyes berendezéstípusok vonatkozásában. Az eredmények elfogadhatósági kritériumainak meghatározásával például biztosítható az üzemközi csővezetékek falvastagságának bizonyos mértékű csökkenése esetén az érintett szakaszok felújításának vagy cseréjének soron kívüli ütemezése vagy szükség esetén ezen munkálatok haladéktalan végrehajtása kritikus műszaki állapot tapasztalása esetén.

Az egyik hazai felső küszöbértékű üzem hosszú éveken át működtetett műszaki állapot nyomon követési programot (jegyzőkönyvezett műszeres falvastagságmérés a kritikus pontokon) a

csővezetékek vonatkozásában, azonban az irányítási rendszer nem tartalmazott beavatkozási kritériumokat, így összességében a mérési eredmények nem kerültek felhasználásra, azok alapján műszaki állapotjavító beavatkozások nem történtek.

Az eljárásoknak ki kell terjednie a **biztonsági rendszerekre és a védelmi célú berendezésekre** is, mint például a veszélyhelyzeti reteszrendszerekre, a biztonsági lefúvató szelepekre, a túltöltés elleni védelmekre, a tűzjelző- és oltórendszerekre, a veszélyhelyzeti ellátást biztosító rendszerekre [8]. A megfelelően kidolgozott irányítási rendszerek ezen elemek esetében is tartalmazzák az ellenőrzési módszerek dokumentációját, a kapcsolódó tesztelési/felülvizsgálati intervallumok meghatározását, a végrehajtásért felelős személyek vagy külső felek egyértelmű megjelölését, továbbá lehetőséget biztosítanak az eredmények függvényében esetlegesen szükséges újabb beavatkozásokról szóló visszacsatolások rögzítéséhez.

A hatósági tapasztalatok szerint az üzemeltetők a különböző tűzjelző- és oltórendszerek állapotát a vonatkozó tűzvédelmi jogszabályi előírások teljesítése érdekében nyomon követik, azonban a biztonság szempontjából kritikus, egyéb védelmi rendszerek már nem minden esetben képezik a kiemelt üzemeltetői felügyelet és nyomon követés tárgyát.

A megelőző karbantartás eljárásai tekintetében szintén kiemelhető a **karbantartási folyamatok típusai** definiálásának jelentősége, amelyet lehetőség szerint a kapcsolódó nemzeti vagy nemzetközi műszaki előírásokra való hivatkozással célszerű megtenni. Az üzemeltetőnek létre kell hoznia és formálissá kell tennie a sajátos kritériumokat a meghatározott karbantartási rendszerek meghatározásához, különösen [2],[14]:

- megelőző karbantartás;
- előírányzott karbantartás;
- állapotfüggő karbantartás;
- előrejelző állapotfüggő karbantartás;
- nem előrejelző állapotfüggő karbantartás;
- tényleges megelőző karbantartás;
- hibajavító karbantartás.

A további **szakmai ajánlások** és **legjobb gyakorlatok** összegyűjtésének megfelelő forrásai lehetnek a karbantartással foglalkozó szakmai szervezetek és szövetségek, illetve az általuk megrendezett konferenciák, a gondozásukban megjelenő útmutatók és kiadványok. Ezen felül a különböző üzemi diagnosztikai eszközök (pl.: rezgés diagnosztika, hőmérséklet elemzés) önállóan is hasznos információkkal szolgálhatnak a berendezések állapotáról, és a kiértékelt eredmények támogató jelleggel segítik a karbantartást.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos **súlyos baleseti kockázatok elemzésének eredményei** szintén megfelelő információforrást jelentenek a karbantartási rendszerek kialakításához. A kockázatelemzési eredmények figyelembevétele a biztonság szempontjából kritikus berendezések azonosításához elengedhetetlen. A súlyos baleseti kockázatok tükrében célszerű lehet a tárgyi berendezésekhez szigorúbb tesztelési, műszaki felülvizsgálati és karbantartási követelményeket támasztani. Ilyen megoldás például a kapcsolódó ciklusidők rövidítése vagy online műszaki diagnosztikai rendszerek telepítése a berendezések műszaki állapotának nyomon követése céljából.

A karbantartási rendszereket olyan módon szükséges kialakítani, hogy azok figyelembe vegyék az egyes **berendezések műszaki sajátosságait és** a hozzájuk rendelt **teljesítménykövetelményeket**. A gyártói előírások és az üzemeltetési tapasztalatok alapján ideális esetben az üzemeltető rendelkezésére állnak a berendezések megbízhatóságát, élettartamát vagy meghibásodási gyakoriságát jellemző információk. Amennyiben az üzemeltető nem rendelkezik ilyen jellegű adatokkal, úgy a legtöbb esetben lehetősége van azokat gyártóktól megvásárolni. Fontos a gyártói adatoknak az adott üzemeltetési körülmények közötti alkalmazhatóságának vizsgálata, ennek érdekében célszerű időszakos felülvizsgálatoknak alávetni az előzőekben felsorolt információkat.

A megfelelően kialakított karbantartási rendszerek figyelembe veszik a berendezések **sajátos üzemeltetési körülményeit**. Szigorúbb követelményeket (például rövidebb megelőző karbantartási ciklusidőket) érdemes támasztani a savas vagy páradús környezetben lévő, a szélsőséges időjárási hatásoknak vagy a külső mechanikai igénybevételeknek kitett, valamint a folyamatos üzemmenetben működtetett berendezések vonatkozásában.

A következőkben leírt hazai üzemi esemény arra mutatott rá, hogy akár a napsugárzásnak kitett szerkezeti elem is ilyen sajátos üzemeltetési körülménynek számíthat kedvezőtlen esetben. Egy vezetéklyukadás körülményeinek kivizsgálása során megállapításra került, hogy az acélcső fala külső korróziós jel nélkül a gáztér irányából fogyásnak indul. A kivágott minta alapján megállapítható volt, hogy az acélcső falvastagság fogyása nem egyenletes a kör szelvénye mentén. Valószínűsíthetően ott jelentkezik nagyobb mértékű fogyás, amelyik oldalon nagyobb a cső külső hőterhelése (pl.: napsütés, vagy együtt vezetett nagyobb hőmérsékletű anyagot tartalmazó vezeték esetén) [11].

Az előzőekben foglalt információk felhasználásán túlmenően az üzemeltetőnek indokolt bevonnia a karbantartási eljárások tervezésébe, kialakításába, felülvizsgálatába és további fejlesztésébe a **berendezések működtetéséért felelős kezelő személyzetet** [8]. A rendelkezésre álló üzemeltetési tapasztalatok feldolgozása nagy segítséget jelenthet a vállalat

karbantartással és műszaki diagnosztikával megbízott szervezeti egysége számára a működtetés során tapasztalt rendellenes jelenségek okainak elemzése során.

A karbantartások sikeres és biztonságos lebonyolításához a szükséges időigény felmérése és nyilvántartása döntő jelentőségű. Az üzemeltetőnek irányítási rendszerében össze kell hangolnia a **termelési folyamatokat és a hozzájuk kapcsolódó karbantartási eljárásokat** a felesleges üzemleállások, a karbantartások közbeni túlzott időnyomás és az időben túlzottan szakaszolt munkavégzés elkerülése érdekében. Elengedhetetlen a rendszeres egyeztetések lefolytatása termelési csúcsidőszakok, szabadságolások elkerülése érdekében. Amennyiben az üzemeltető által megtett erőfeszítések ellenére mégis időnyomás keletkezne, úgy szigorúan és következetesen a biztonságot kell előtérbe helyezni a határidőkkel és a gazdasági érdekekkel szemben. Emellett a karbantartások időbeli ütemezése során célszerű figyelembe venni a berendezéseket a normál üzemmenet során kezelő személyzet jelenlétét, a berendezés biztonságos leállítása, tisztítása, átadása-visszavétele, újraindítása szakszerű lefolytatása érdekében. Másrészről a termelésben dolgozó munkatársakkal történő egyeztetés fontos a termelési csúcsidőszakokban történő karbantartások elkerülése érdekében is.

5. Karbantartási tevékenység kockázatainak értékelése

A közelmúltban bekövetkezett események rámutattak a karbantartással kapcsolatban felmerülő kockázatok előzetes elemzése és értékelése megfelelő végrehajtásának kiemelt jelentőségére. A valamennyi érintett fél (például a kivitelező, a telephelyi üzemeltetés, a környezetvédelmi, a munkavédelmi, a tűzvédelmi, a súlyos balesetek elleni védekezés szakterületek képviselőinek) bevonásával végrehajtott, az adott munkafeladatra és a sajátos munkakörülményekre vonatkozó kockázatértékelés elvégzése alapvető jelentőségű.

Az előre tervezhető, rendszeres karbantartási feladatokra vonatkozóan a kockázatelemzés is előkészíthető, azonban az abban foglalt körülmények fennállásáról az érintett feleknek célszerű közös bejárás és egyeztetés keretében meggyőződniek.

Gyakori hiba, hogy az üzemeltető a kockázatértékelés elvégzését teljes egészében az (al)vállalkozójára bizza, és annak ellenőrzését legfeljebb szűrőpróbaszerűen végzi el. Ilyen esetekben előfordulhat, hogy a szerződött partner egy korábbi, más telephelyen, részben vagy egészében eltérő körülmények között lefolytatott munkafeladatra vonatkozó kockázatértékelést használ fel, amelynek alkalmazhatósága az aktuális veszélyes üzemi környezetben egyértelműen megkérdőjelezhető.

Célszerű a kockázatelemzéshez szükséges alapvető információkat már a szerződéskötés során biztosítani a külső partnerek részére, ezt követően egyéni felkészülés, majd közös bejárás és

munkaértekezlet keretében végrehajtani a kockázatelemzést. A biztonság fontos garanciája az elkészült kockázatelemzés üzemeltető általi formális jóváhagyása.

Közvetlenül a munkafeladat megkezdése előtt ajánlott a kockázati tényezők és veszélyfeltételek áttekintése, amely a gyakorlatban erre a célra létrehozott ellenőrző listákkal és módszerekkel (például „3 perc a biztonságért”) végrehajtható.

6. Nyilvántartások kezelése

A karbantartási rendszerekhez kapcsolódó nyomon követési eljárások tekintetében elsődleges fontosságú, hogy az üzemeltető naprakészen tartsa és könnyen hozzáférhető módon működtesse a biztonság szempontjából kritikus berendezések nyilvántartását [9]. Az összetett vállalatirányítási rendszerek vonatkozó alrendszerei (például az SAP rendszer PM modulja) megfelelő megoldást jelenthet, ugyanakkor egyszerűbb (például MS Office Excel formátumú) nyilvántartások is napjaink üzemeltetői gyakorlatának részét képezik.

Egyes üzemeltetők nem rendelkeznek a biztonság szempontjából kritikus berendezések kifejezett nyilvántartásával, mivel irányítási rendszerük kritikus **berendezésekre vonatkozó összetett nyilvántartása** kiterjed mind az üzemi biztonság, mind a lakosság és a környezet biztonsága, mind a termelés szempontjából kritikus kockázatot magukban hordozó berendezésekre. Az ilyen összetett nyilvántartások készítése során az üzemeltetők minden berendezést a különböző kockázati szempontok szerint értékelnek, végül azokat az értékelés összpontszáma alapján osztályokba sorolják (például kritikus, jelentős, normál, alacsony kockázatú berendezések osztályai).

A nyilvántartásokban indokolt a **berendezések kritikus alkatrészeinek** szerepeltetése a későbbi beszerzések megkönnyítése, ezáltal a karbantartások gazdasági szempontból történő optimalizálása érdekében.

Ettől eltérő esetben, amennyiben az üzemeltető a berendezéseire **teljes körű karbantartási szolgáltatást** rendel meg szerződött partnerétől, el lehet tekinteni az alkatrészek szintjéig részletezett nyilvántartás alkalmazásától.

Fontos azonban, hogy a nyilvántartás minden esetben terjedjen ki a biztonság szempontjából **kritikus műszerezettségre** és a védelmi tervezés során figyelembe vett eszközökre és berendezésekre (többek között az egyéni védőeszközökre, a veszélyhelyzeti kommunikációs eszközökre, az egyéni kimutató- érzékelő eszközökre).

A nyilvántartásokban a berendezéseknek egyértelműen azonosíthatóaknak kell lenniük, ezért célszerű **egyedi azonosítószámok** rendszerének bevezetése. Érdemes feltüntetni ezen túlmenően a berendezés típusát, gyártási évét, a legutóbbi műszaki felülvizsgálat időpontját (esetleg eredményét), a karbantartás felelősét (szükség esetén elérhetőséggel együtt), valamint az aktuális műszaki állapotot.

Döntő jelentőségű, hogy az üzemeltető jelölje ki a **nyilvántartás naprakészen tartásának** felelősét, határozza meg az új berendezés beszerzésekor alkalmazandó kommunikációs útvonalakat és eljárásokat. Cél, hogy amennyiben új berendezés érkezik a telephelyre, úgy az mielőbb kapjon azonosító számot, valamint az értékelést és osztályba sorolást követően szükség esetén kerüljön be a biztonság szempontjából kritikus berendezések nyilvántartásába és a tesztelési, műszaki felülvizsgálati, megelőző karbantartási követelmények ennek tükrében kerüljenek meghatározásra.

A berendezés-nyilvántartás megléte megfelelő alapot jelenthet a **műszaki állapot rendszeres dokumentálásához és értékeléséhez** a teljes működtetési élettartam alatt. A műszaki állapot folyamatos nyomon követése egyrészt a rendszer vagy annak elemeinek megfeleléségének (működésre való alkalmasságának) bármely időpontban történő lekérdezéséhez fontos, emellett az ilyen módon gyűjtött információk jó kiindulási alapját képezhetik a tesztelési, műszaki felülvizsgálati és karbantartási programok felülvizsgálatának [9].

Az információgyűjtés során a teljes működtetési élettartam alatt **naplózni** érdemes egyrészt a berendezések üzemeltetésének körülményeit (különös tekintettel az üzemi nyomásra és hőmérsékletre, valamint esetenként a külső hőmérsékletre), másrészt a telepítésük óta végrehajtott beavatkozásokat (kiemelt figyelemmel a karbantartási tevékenységre, a technológiai paraméterek jelentős változtatására, le- és felterhelésekre, az üzemeltető személyzet által elvégzett kisebb hibajavításokra). A működési próbák és a műszaki biztonsági felülvizsgálatok végrehajtottságát és eredményeit ezen nyilvántartás vezetésével, akár a berendezés jelölésével vagy egyéb módon végre kell hajtani annak érdekében, hogy ismert legyen a rendszer, az alkatrészek és/vagy az anyagok megfelelésége.

A területet érintően a napjainkban elérhető karbantartási és **műszaki diagnosztikai szoftverek** kényelmes, szisztematikus és teljes körű szolgáltatást képesek nyújtani az üzemeltetők számára, habár elmondható az, hogy közel 20 éves üzemeltetés alatt átlagosan 4-5 szoftver csere szükséges. A programok használatával nyomon követhető, naplózható a berendezések, alkatrészek teljes életciklusa és az annak során bekövetkező meghibásodások jellege, gyakorisága, ezáltal az alkalmazások megkönnyítik a karbantartások tervezését és lehetővé

teszi azok gazdasági szempontból történő optimalizálását. A fejlettebb szoftverekkel a későbbiekben akár mobiltelefonnal beolvasható egyedi berendezés-azonosító QR kódok is előállíthatóak, az információkhoz való gyors, mindenkori hozzáférés elősegítése érdekében. Ezen szoftverek lehetővé teszik a karbantartások tervezéséhez, ütemezéséhez, előkészítéséhez és kivitelezéséhez szükséges valamennyi erőforrás nyilvántartását, a felhasználó egy gombnyomással rendelkezhet a szükséges karbantartás végrehajtásáról, az erőforrások automatikus értesítéséről, vagy a külső partnerek részére megrendelések küldéséről.

A karbantartások sikeres és biztonságos végrehajtásához elengedhetetlen, hogy az érintett **munkavállalók** és külső felek **hozzáférjenek** az említett **nyilvántartásokhoz**, munkautasításokhoz [9]. Az elérhetőség biztosítása a korszerű informatikai háttérrel rendelkező üzemeltetők esetében a belső hálózaton történő közzététellel – akár differenciált jogosultságkezeléssel – egyszerűen végrehajtható. Egyéb esetekben, illetve a szerződött felek bevonásával járó karbantartásoknál megoldást jelenthet az egyéb elektronikus vagy papír alapon történő átadás.

Az üzemeltetőknek célszerű a berendezéseik beszerzés kori **műszaki dokumentációinak tárolását** szisztematikus módon, egy erre a célra elkülönített műszaki dokumentumtárban végezni. Ezek a dokumentumok tartalmazzák a kezelési, tisztítási, karbantartási utasítások kiinduló információit, hozzáférésük a berendezések teljes élettartama alatt szükségessé válhat (különösen veszélyes anyagokkal kapcsolatos események bekövetkezése, a berendezés műszaki átalakítása vagy a technológia változtatása esetén).

7. A műszaki állapot nyomon követési és karbantartási tevékenységhez kapcsolódó dokumentumok tartalmi követelményei

Az előzőekben részletezett tartalmi elemek szisztematikus, teljes körű és következetes alkalmazása érdekében a működési próbákhoz, műszaki felülvizsgálatokhoz, karbantartási folyamatokhoz elkészített szerződéseknek, megbízásoknak, munkautasításoknak, munkaengedélyeknek és egyéb kapcsolódó dokumentumoknak tartalmaznia kell a következőket.

- a. Az érintett berendezés egyértelmű azonosítását, például berendezés egyedi azonosító számának feltüntetésével, a tevékenység téves munkahelyen történő megkezdéséből eredő veszélyek kizárása érdekében.
- b. Az elvégzendő feladat típusát és a kapcsolódó időkeretet. Az időkeret tájékoztató jellegű feltüntetése fontos garanciáját képezi a munka ütemezése érintett felek (elsősorban a

- termelés és a karbantartás vagy a külső szerződött fél) általi, a tevékenység megkezdését megelőző átgondolásának.
- c. A tárgyi berendezés és annak környezetének jellemzését, beleértve a veszélyes anyagok felsorolását és a lehetséges veszélyfeltételek ismertetését.
 - d. A tevékenységből eredő kockázatok értékelését.
 - e. Az érintett berendezés üzemeltető személyzettől való átvételének módját, beleértve azt, hogy ki és mikor adja át a berendezést, és a létesítmény vezetőjének aláírását jóváhagyás céljából.
 - f. Az érintett berendezés munkavégzés előtti tisztítására vonatkozó előírásokat, beleértve a tisztított állapot részletes bemutatását, valamint az annak ellenőrzésére szolgáló mérések módszerének leírását
 - g. A biztonsági rendszerek, eszközök és eljárások bemutatását, amelyek a karbantartást végző személyek védelmét szolgálják. Ide tartozhat például a dokumentált blindelési lista, a műszaki védelmi zárok, a kiszakaszolás előkészítettsége, a berendezés kiszakaszolást követő felnyitási módjának bemutatása.
 - h. A karbantartó személyzet által viselendő egyéni védőfelszereléseket és a munkahely biztonságosságának igazolásához szükséges, rendszeres időközönként elvégzendő ellenőrző mérések részletezését. Utóbbi esetében külön figyelemmel a mérések helyszínére, mivel több bekövetkezett esemény is a nem megfelelő helyszínen történő koncentrációmérésre volt visszavezethető (hegesztés során lehulló izzó fémdarabok a hegesztési ponttól távolabb, akár több méter távolságban lévő csatornahálózatban is képesek gyújtóforrásként funkcionálni).
 - i. A készenlétben tartandó tűzoltó eszközök listáját.
 - j. A normál munkafolyamattól, működési állapottól eltérő, lehetséges üzemállapotok felsorolását, azok kezelésének módját, szükség esetén hivatkozással a belső védelmi tervre. Célszerű részletezni a lehetséges súlyos baleseti veszélyek bekövetkezésének előjeleit, a riasztási jelzéseket, a veszélyhelyzeti teendőket, a következménycsökkentő berendezések elhelyezkedését és működtetésük alapvető szabályait, a gyülekezési helyeket.
 - k. Az ismételt üzembe helyezés előtt, a megfelelő üzemelésre kész állapotot igazoló vizsgálatok, tesztek bemutatását.

- l. A berendezés üzemeltető személyzet részére történő visszaadásának folyamatát, beleértve a kiszakaszolás megszüntetését, a működőképesség vizsgálatára szolgáló tesztek bemutatását lehetőleg ellenőrző listás módszerrel, működőképes állapot mindkét fél részéről történő jóváhagyását.
- m. Mindkét fél részéről történő formális visszaigazolását annak, hogy a munkaengedélyben foglalt feladatok a teljesítési követelményeknek megfelelően kivitelezésre kerültek.
- n. Annak megerősítését, hogy tűzveszélyes munkavégzést követően néhány órán belül az üzemeltető a munkavégzés helyszínét ismételten ellenőrizte. Ezen feladat nappali munkavégzés esetén praktikus a telephely tűzvédelmi megbízottja, az érintett létesítmény vezetője vagy az üzemeltető veszélyes ipari védelmi ügyintézője, munkaidő kívül a főfoglalkozású létesítményi tűzoltók vagy a portaszolgálat alkalmazottai által végrehajtható.

8. Műszaki állapot nyomon követési és karbantartási tevékenység végrehajtásának ellenőrzése

A vonatkozó irányítási rendszerelemek következetes és szigorú végrehajtásának nyomon követése érdekében az üzemeltetőnek eljárásokat célszerű kialakítania, amelyek kiterjednek a tesztelési, műszaki felülvizsgálati és **karbantartási tervekben és programokban foglalt feladatok teljesítésének ellenőrzésére**. A működési próbákat érdemes beépíteni a mindennapi üzemeltetési gyakorlatba olyan módon, hogy azok a munkautasításokon keresztül közvetlenül a művezetőkhez, a kezelő személyzethez kerüljenek. Jó gyakorlat a vonatkozó ellenőrző listák bevezetése és alkalmazása műszakváltáskor, vagy a biztonság szempontjából kritikus berendezések esetében a műszak közben is időszakosan. Ezzel a módszerrel nem kizárólag a működési próbák következetes és dokumentált végrehajtása biztosítható, hanem egyben az érintett személyzet biztonsággal kapcsolatos tudatossága is eredményesen növelhető [2].

A karbantartási munkák során szintén érdemes bevezetni a **szerelési, beállítási adatlapok kitöltésének rendszerét**, amelynek keretében a karbantartással megbízott munkavállalók ellenőrző lista szerűen nyilatkozhatnak arról, hogy minden előírt műveletet az meghatározott értékre állítással végrehajtottak. A nyomon követést segíti továbbá, ha az egyes munkafeladatok elvégzését igazoló dokumentumok tartalmazzák az érintett berendezés egyértelmű azonosítását (például egyedi berendezés azonosító szám alkalmazásával), 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. A munkalapok elektronikus formában és papír alapon egyaránt vezethetők, informatikai háttértárakban vagy akár a berendezésre kifüggesztett gépkönyv formájában tárolhatóak.

Mindezen műveletek vezetői szintű nyomon követése érdekében elengedhetetlen egy olyan **felelős vezető kijelölése**, aki irányítani, koordinálni képes a területtel kapcsolatos nyilvántartások vezetését, megfelelő erőforrások biztosításával reagálni képes az automatikus figyelmeztetésekre, riasztásokra, felelős a jelentési rend működtetéséért, a kapcsolódó vezetői átvizsgálásokért. A gyakorlatban ilyen vezetői pozíciót például a vállalat műszaki igazgatója tölthet be eredményesen.

A magas szakmai színvonalon történő, biztonságos munkavégzés érdekében a **tevékenységek ellenőrzése** során az üzemeltetőnek különös figyelmet kell fordítania arra, 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 [8]. A képesítéssel, szakmai kompetenciákkal kapcsolatos követelmények a korábbiakban részletesen bemutatásra kerültek, kiemelt kockázatúnak minősülő esetekben (például nyomás alatti berendezésen végzett karbantartás, beszállással, szűk, zárt helyen végzett munkák, tűzveszélyes munkavégzés) az üzemeltetőnek lehetősége van munkaengedélyezési eljárás keretében kifejezetten az adott munkafeladathoz vizsgálni azok teljesülését.

A **munkaeszközök és a felhasznált alapanyagok** esetenként a biztonság szempontjából kifejezetten kritikusak lehetnek (például szikrafogó elhelyezése a telephelyre behajtó a járműveken, gyújtószikramentes munkaeszközök használata, korrózióálló alapanyagok beépítése), azonban az üzemeltetőnek egyéb esetben is célszerű egyértelmű követelményeket támasztania például a vonatkozó karbantartási és beszerzési utasításokban. Kiemelt biztonsági kockázattal járó esetekben a követelmények teljesítésének munkaengedélyezési eljárás keretében történő ellenőrzése szintén indokolt lehet.

(AI)vállalkozók által végzett tevékenységek esetében célszerű a képesítési követelményeket és az elvárt szakmai kompetenciákat már a szerződéskötéskor meghatározni. A telephelyre belépő személyek név szerinti nyilvántartása indokolt, mivel váratlan távollét esetén az oktatásban részesített, felkészített munkavállalók helyettesítésére is sor kerülhet, és ilyenkor az üzemeltető általi soron kívüli oktatás szükségessé válhat.

Az üzemeltetői tapasztalatok szerint a nem biztonságos munkavégzés elkerülése érdekében különösen indokolt a **szerződött felek munkaeszközeinek és a védelmi berendezéseinek**

üzemeltető általi ellenőrzése (például a munkaeszköz ATEX tanúsítványának megléte, tűzoltókészülék felülvizsgálatának érvényessége tekintetében) a munkavégzés megkezdését megelőzően. Egyes üzemeltetők a biztonság szempontjából kritikus munkaeszközöket, védőfelszereléseket (például zuhanásgátló berendezés, gázkoncentráció mérő berendezés) saját készletükből biztosítják és előírják azok kötelező használatát a szerződött fél saját eszközei helyett.

A közelmúltban több sérüléssel járó munkabaleset is történt a szerződött felek munkavállalóinak nem megfelelő egészségi alkalmassága miatt, ezért van olyan üzemeltető, aki kizárólag a saját egészségügyi szolgáltatója vagy üzemorvosa által kiállított egészségügyi alkalmassági igazolást fogadja el az (al)vállalkozók munkavállalói esetében is, valamint ezen túlmenően az egészségügyi alkalmasságot (például vérnyomásméréssel) szűrőpróbaszerűen a munkavégzés megkezdését megelőzően és annak során is vizsgálja.

9. A biztonság szempontjából kritikusként nem azonosított berendezések karbantartása

A közelmúltban hazánkban bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos események tapasztalatai azt mutatják, hogy az üzemeltetőnek a biztonság szempontjából nem kritikusként azonosított berendezéseire és eszközeire is indokolt egy minimális karbantartási programot kidolgoznia és működtetnie.

Az egyik ilyen káresemény során például egy felső küszöbértékű üzemen az épület fűtési rendszerének meghibásodása miatt kikerült víz okozott rövidzárlatot az üzemi folyamattírányító rendszer közelben elhelyezett egységében, amely az egyik létesítményrész váratlan leállításához vezetett.

Egyéb, a biztonság szempontjából nem kritikus berendezések (például nyomtatók) meghibásodása és kiesése is okozhat a normál üzemviteltől történő olyan eltéréseket, amelyek időkieséssel, munkaszervezési zavarokkal járhatnak, ezáltal végső soron hatással vannak a biztonság szempontjából kritikus feladatok végrehajtására.

10. Változtatások kezelése

A változtatások kezelésére irányuló eljárások megfelelőségének főbb szempontjai a korábban kidolgozott útmutatóban ismertetésre kerültek [2]. Az üzemeltetőnek a jelen témakör vizsgálata során azt kell megítélnie, hogy az útmutatóban foglalt főbb szempontok érvényesülnek-e a tesztelési, műszaki felülvizsgálati, karbantartási rendszerelemekben bekövetkező személyi, műszaki vagy szervezeti változtatások végrehajtása során, valamint kiterjednek-e a szerződött

felek kezelésére is. Ezen túlmenően célszerű áttekinteni azt, hogy az eljárások végrehajtásának feltételei biztosítottak-e a terület vonatkozásában.

Az eljárásoknak biztosítani kell, hogy a riasztások és automatikus reteszrendszerek módosításai (tartósak vagy átmenetiek) ellenőrzés alatt álljanak. Ez kiterjed a karbantartási tevékenységre, beleértve például a biztonság szempontjából kritikus berendezés eltávolítását a karbantartás során vagy helyettesítésére irányuló tevékenységet.

11. A műszaki állapot nyomon követési és karbantartási tevékenység eredményességének vizsgálata

Az üzemeltetőnek belső átvizsgálási, auditálási programja keretében indokolt kifejezetten vizsgálnia a berendezések elhasználódásából eredő kockázatok kezelésének eredményességét, a működési próbákra, a műszaki felülvizsgálatokra és a karbantartásokra vonatkozó programok végrehajtottságát és hatékonyságát, szükség esetén módosítani kell az irányítási rendszer kapcsolódó elemeit [10].

Jó gyakorlatként kiemelhető a területtel kapcsolatos **témavizsgálat beépítése** például a negyedéves vagy féléves **üzemvezetői biztonsági szemlékbe**, valamint az éves egészség-, biztonság-, környezetvédelem vezetői átvizsgálásokba. Fontos, hogy ezen belső ellenőrzéseken lehetőleg a vállalat biztonságtechnikai szakembere, biztonságtechnikai vezetője, műszaki igazgatója és a vállalat egy másik, hasonló technológiát működtető telephelyének vezetője is legyen jelen. A biztonságtechnikai szakemberek jelenléte az egészség, biztonság, környezetvédelem szabályainak érvényre juttatása, a műszaki igazgató részvétele a műszaki állapot nyomon követéshez és a karbantartásokhoz szükséges erőforrások és eljárások irányítása és biztosítása, a másik telephely vezetőjének jelenléte pedig a gyakorlati üzemeltetési hibák és hiányosságok hatékony feltárása miatt indokolt.

Az átvizsgálásokat célszerű auditszerűen lefolytatni és a több tíz oldalas, utólag időigényes módon feldolgozható jegyzőkönyvek készítése helyett külön **eltérési lapokat** felvenni az egyes szabálytalanságok esetében. Egy-egy eltérési lapon rögzíthető a tapasztalt hiányosság, az azt alátámasztó bizonyíték, a felelős és annak nyilatkozata, a javasolt javító intézkedés és annak felelőse, valamint az intézkedés teljesítésének nyomon követésével kapcsolatos információk, mint például a teljesítés záradékolása vagy újabb utasítások.

A már említett kijelölt vezetőknek **nyomon kell követnie az intézkedések végrehajtását**, továbbá a vállalat teljes irányítási rendszerét érintően feltárt probléma esetén gondoskodniuk

kell azok felsővezetés elé történő felterjesztéséről az irányítási rendszer vállalati szintű módosítása érdekében.

Fontos, hogy a **megteendő intézkedések végrehajtottága** a felvett eltérési lapok alapján legkésőbb a következő belső átvizsgálás alkalmával kerüljön visszaellenőrzésre. A karbantartási hiányosságokat érdemes szigorúan venni az átvizsgálások során, amelyre alapvetően kétféle megközelítés terjedt el a hazai veszélyes üzemekben.

Az üzemeltetők egy része determinisztikus kötelezést alkalmaz a hiányosságok haladéktalan pótlása érdekében, más része pedig nyilatkoztatja a telephelyet a hiányossággal kapcsolatban felmerülő termelési és biztonsági kockázatok mértékéről, majd annak tükrében dönt a végrehajtás prioritizálása tekintetében.

Az **átvizsgálások során fontos eszköz** a munkavállalók tudásszintjének interjúkkal történő ellenőrzése. Emellett célszerű áttekinteni a telephelyen a vizsgált időszakban bekövetkezett, a berendezések nem megfelelő műszaki színvonalára visszavezethető nem várt eseményeket, értékelni az ismételt bekövetkezés megelőzése érdekében megtett ellenintézkedések hatékonyságát.

A feltárt meghibásodások és az azok javítására, megelőzésére tett ellenintézkedések, az üzemeltetési folyamatokban tett változtatások ismeretében az üzem **működéséből eredő kockázatok szintjének felülvizsgálata** indokolt lehet. Az üzemeltető tudomására juthatnak olyan, az eddigiekben nem ismert vagy az adott telephely esetében nem feltételezett meghibásodási lehetőségek, amelyek akár új súlyos baleseti eseménysorok szerepeltetését és kockázataik elemzését kívánják meg. Előfordulhat, hogy az üzemeltetési tapasztalatok tükrében a meglévő súlyos baleseti eseménysorok bekövetkezési gyakoriságának módosítása vagy feltételezett következményeik megváltoztatása válik szükségessé.

12. Biztonsági teljesítménymutatók

A tesztelésekhez, műszaki felülvizsgálatokhoz és karbantartásokhoz kapcsolódó irányítási rendszerelemek hatékonyságát és az üzem műszaki színvonalát érdemes számszerű biztonsági teljesítménymutatókkal is vizsgálni. Jól alkalmazható teljesítménymutatók lehetnek többek között a következők [3], [8], [13]:

- a tervezett/végrehajtott felülvizsgálatok és ellenőrzések aránya,
- a felülvizsgálatok, karbantartási munkálatok határidő túllépésének aránya,
- a berendezések meghibásodási rátája,

- a bekövetkezett tartalomvesztések száma,
- a váratlan leállások száma,
- a felügyeleti ellenőrzést követő megkésett intézkedések aránya,
- a várható élettartamon túli üzemeltetés aránya,
- a tesztek, felülvizsgálatok során talált hibás eszközök aránya,
- a működésbe lépett, aktív védelmi eszközök, berendezések száma,
- a kapcsolódó belső átvizsgálások gyakorisága,
- a nem végrehajtott ütemezett berendezés-cserék száma,
- az elvégzett biztonsági berendezés tesztelések aránya a tervezett tesztelések számához képest,
- a megelőző és a helyreállító karbantartások számának aránya,
- a képzések és gyakorlatok száma az érintett személyzet részére és a részvétel aránya,
- a karbantartások nem megfelelőségére visszavezethető nem tervezett leállások száma,
- a nem végrehajtott utókövetési vagy ellenintézkedések aránya,
- a karbantartási munkák ismételt elvégzésének szükségességének aránya,
- a téves riasztások és a működési próbák során tapasztalt berendezéshibák száma.

III. Források:

- [1] Zsuzsanna Gyenes, Maureen H. Wood: Lessons Learned from Major Accidents Relating to Ageing of Chemical Plants, Chemical Engineering Transactions, Vol. 48., 2016., p. 733.
- [2] Dr. 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
- [3] Health and Safety Executive – P. Horrocks, D. Mansfield, K. Parker, J. Thomson, T Atkinson & J. Worsley: Managing Ageing Plant, 08/2010
- [4] Human Factors HSE Inspectors Toolkit, 2005., letöltve: 2017.12.02. 21:19
<http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/toolkit.pdf>,
- [5] 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
- [6] Dr. Gaál Zoltán: A karbantartás szerepe, szervezése és végrehajtása a veszélyes üzemek vonatkozásában, konferencia előadás - „SEVESO III. 2017” szakmai napok a BM OKF szervezésében, Balatonföldvár Hotel Jogar, 2017. szeptember-november
- [7] COMAH Competent Authority: Mechanical Intergirtry: Use of third party expertise on high hazard sites, Version 16June 2010
- [8] OECD Guidance on Developing Safety Performance Indicators related to Chemical Accident Prevention, Preparedness, and Response, Organisation for Co-operation and Development, 2008
- [9] EC JRC MAHB: Lessons Learned Bulletin No. 7 – Major accidents related to ageing, June 2015
- [10] OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, 2003.
- [11] ÖSSZEFOGLALÓ és JÓ GYAKORLATOK MEGOSZTÁSA a felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek – műszaki állapot nyomonkövetés és karbantartás területére kiterjedő – hatósági ellenőrzéssorozatának tapasztalatairól, BM OKF 2020.
- [12] MJV – SEVESO felügyelők 2019. évi EU-s továbbképzése, Veszélyes üzemek öregedésből fakadó kockázatának kezelése témakörben, 2019. április, Qawra (Málta)

[13] Dr. Mesics Zoltán, Domján Iván, Kovács Balázs: Útmutató a biztonsági teljesítménymutatók gyakorlati alkalmazására, közzétéve a BM OKF hivatalos honlapján, 2019. szeptember

[14] MSZ EN 13306:2018 Karbantartás. A karbantartás terminológiája