

**INTERPRETATION AND MAINTENANCE
OF THE EXPLOSION SAFETY CONDITION
WITHIN THE SYSTEM OF INSPECTIONS****A ROBBANÁSBIZTONSÁGI ÁLLAPOT
ÉRTELMEZÉSE ÉS FENNTARTÁSA A
FELÜLVIZSGÁLATOK RENDSZERÉBEN**ZSARNOVSZKI Attila¹ – ELEK Barbara²**Abstract**

In the system-oriented approach of safety science, explosion safety cannot be interpreted exclusively as a one-time compliance condition, but rather as a technical and organizational state that changes over time. The aim of this paper is to examine to what extent current explosion protection inspection practices are capable of reflecting this dynamic nature of the safety state. The analysis is based on a review of the regulatory and technical framework of explosion protection, as well as an evaluation of the role and limitations of periodic inspections. The results highlight that predominantly static inspection approaches are only partially suitable for assessing temporal state changes and the effects of corrective maintenance activities. Based on these findings, the paper argues that a modern interpretation of explosion safety justifies a stronger consideration of the time dimension and systematic feedback mechanisms within inspection practices.

Keywords

explosion protection, ATEX, inspection, safety science, explosive atmospheres

Absztrakt

A robbanásbiztonság a biztonság tudomány rendszerelvű megközelítésében nem kizárólag egyszeri megfelelési állapotként, hanem időben változó műszaki és szervezeti állapotként értelmezhető. A tanulmány célja annak bemutatása, hogy a robbanásvédelmi felülvizsgálatok jelenlegi gyakorlata milyen mértékben képes leképezni ezt a dinamikus állapotjellegét. A vizsgálat a robbanásvédelem szabályozási és műszaki környezetének elemzésére, valamint a felülvizsgálatok szerepének és korlátainak értékelésére épül. Az eredmények rámutatnak arra, hogy a jellemzően statikus szemléletű ellenőrzési megközelítések korlátozottan alkalmasak az időbeli állapotváltozások és a javító tevékenységek hatásának értékelésére. Mindezek alapján a tanulmány amellett érvel, hogy a robbanásbiztonsági állapot korszerű értelmezése indokolja az idődimenzió és a rendszeres visszacsatolás hangsúlyosabb figyelembevételét a felülvizsgálati gyakorlatban.

Kulcsszavak

robbanásvédelem, ATEX, felülvizsgálat, biztonság tudomány, robbanóképes közeg

¹ zsarnovszki.attila@stud.uni-obuda.hu | ORCID: 0009-0001-5337-4212 | PhD student, Óbuda University, Doctoral School on Safety and Security Sciences | PhD hallgató, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola

² elek.barbara@bgk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-7515-6374 | associate professor, Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Institute of Safety Science and Cybersecurity | egyetemi docens Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Biztonságtudományi és Kibervédelmi Intézet

BEVEZETÉS

A robbanásvédelem műszaki, jogi és szabványi környezete első megközelítésben részletesen szabályozott rendszerként jelenik meg. A potenciálisan robbanásveszélyes terekekben alkalmazott technológiákra, berendezésekre és üzemeltetési gyakorlatokra részletes követelményrendszer vonatkozik. E követelményeket európai irányelvek [1] [2], törvények [3] [4], nemzeti jogszabályok [5] és harmonizált szabványok [6] együttesen határozzák meg. A szabályozási rendszer célja annak biztosítása, hogy a robbanóképes közegek jelenlétében a gyújtóforrások kialakulásának valószínűsége, valamint a robbanások bekövetkezésének kockázata társadalmilag elfogadható szinten maradjon. [7]

A biztonság a biztonságtudomány értelmezésében nem statikus megfelelőségi állapot, hanem dinamikusan változó egyensúlyi állapot, amelyben a veszélyeztető tényezők és az azok kezelésére szolgáló műszaki és szervezeti intézkedések folyamatos kölcsönhatásban állnak egymással. [8] A tanulmány ebből a megközelítésből kiindulva a robbanásbiztonságot nem egyszeri megfelelőségi vagy kizárólag dokumentációs állapotként, hanem időben változó rendszerállapotként értelmezi. A technológiai rendszerek öregedése, az üzemeltetési környezet változása, az emberi beavatkozások, valamint a javítási és karbantartási gyakorlat együttesen folyamatosan alakítják a tényleges robbanásbiztonsági állapotot. [9]

A fentiek ellenére a robbanásvédelem jelenlegi megfelelőségértékelési és felülvizsgálati rendszere a gyakorlatban alapvetően statikus szemléletű. A felülvizsgálatok eredményei jellemzően egy adott időpillanatban rögzített megfelelőségi állapotként jelennek meg, miközben korlátozottan értelmezhető a hibák fennmaradása, az állapotváltozások dinamikája, valamint a javító intézkedések tényleges hatása. A jelenlegi gyakorlatból nagyrészt hiányzik az időbeli állapotváltozások és a javítási folyamatok eredményességének objektív vizsgálata, továbbá jelenleg nem terjedt el egységes módszertan a feltárt hibák súlyosságának, illetve a javításra adható időkeretek meghatározására sem.

A szerző kutatási munkája reagálni kíván a biztonságtudomány említett elméleti kerete és a gyakorlatban kialakult szemléletekre, így eredetileg a robbanásbiztonsági állapot időbeli változásának és az ipari felülvizsgálatok során feltárt hibák dinamikájának empirikus vizsgálatára irányult. A nagyszámú ipari adatbázis elemzése során egyre markánsabban jelentkezett egy alapvető módszertani probléma. A robbanásvédelem jelenlegi felülvizsgálati gyakorlata elsősorban statikus állapotok leírására alkalmas, miközben korlátozott eszközökkel rendelkezik az időbeli állapotváltozások, a hibaperzisztencia, valamint a javítási és karbantartási folyamatok hatékonyságának értelmezésére.

A jelen tanulmány célja ezért nem új műszaki előírások vagy konkrét kvantitatív módszerek részletes bemutatása, hanem egy olyan biztonságtudományi, jogi és műszaki értelmezési keret felállítása, amely megalapozza a robbanásbiztonsági állapot időfüggő vizsgálatának szükségességét. A tanulmány áttekinti a robbanásvédelem szabályozási és műszaki környezetét, a biztonság fogalmának biztonságtudományi értelmezését, a felülvizsgálatok szerepét és korlátait, valamint azokat a módszertani hiányosságokat, amelyek indokoltá teszik a robbanásbiztonsági állapot dinamikus, időben értelmezhető vizsgálatának kialakítását.

A ROBBANÁSVÉDELEM SZABÁLYOZÁSI ÉS MŰSZAKI KÖRNYEZETE

A fejezet célja a robbanásvédelem jogi és műszaki szabályozási környezetének áttekintése, mint a robbanásbiztonsági állapot értelmezésének formális kerete.

A robbanásveszélyes technológiák biztonsági követelményeinek szabályozása az Európai Unióban harmonizált jogi és műszaki keretrendszerben valósul meg. A szabályozás célja annak biztosítása, hogy a potenciálisan robbanóképes közegek jelenlétében alkalmazott technológiák, berendezések és védelmi intézkedések a robbanások kialakulásának és következményeinek kockázatát társadalmilag elfogadható szinten tartsák. [10]

Robbanóképes közeg alatt olyan gáz-, gőz-, köd- vagy por-levegő keveréket értünk, amelyben gyújtóforrás jelenlétében az égés az el nem égett keverék teljes térfogatára önfenntartó módon továbbterjed. Az ilyen közegek az ipar számos területén természetes módon jelen vannak vagy technológiai körülmények között kialakulhatnak, különösen az olaj- és gáziparban, a vegyiparban, a petrokémiában, a gyógyszergyártásban, az élelmiszeriparban, a gabonátárolás és -feldolgozás területén, a festékgyártásban, valamint egyes korszerű akkumulátorgyártási és finomkémiai technológiákban. [11]

Az európai robbanásvédelmi szabályozási rendszer két alapvető pillére a munkahelyekre vonatkozó ATEX 153 irányelv [1] és a berendezésekre vonatkozó ATEX 114 [2] irányelv. Az ATEX 153 irányelv [1] az üzemeltetők kötelezettségeit, a robbanásveszélyes térségek azonosításának és kockázatkezelésének követelményeit, valamint a munkavállalók biztonságának feltételeit határozza meg, míg az ATEX 114 [2] irányelv a potenciálisan robbanásveszélyes térségekben alkalmazott berendezések és védelmi rendszerek megfelelőségi követelményeit szabályozza.

Jelen kutatás elsődlegesen a potenciálisan robbanásveszélyes ipari környezetek robbanásbiztonsági állapotának értelmezésére fókuszál, és nem terjed ki közvetlenül a robbanóanyag- vagy lőporgyártás speciális technológiai és hadtudományi kérdésköreire. Ugyanakkor a különböző robbanási kockázati rendszerek közötti átjárások és hibrid alkalmazási terek vizsgálata a nemzetközi és hazai szakirodalomban egyre hangsúlyosabban jelenik meg, különösen a robbanóanyag-technológia és a robbanásvédelem metszetében. [12]

A robbanásvédelem gyakorlati megvalósítása nem kizárólag egyetlen jogszabály vagy szabvány alkalmazását jelenti, hanem több szakterület követelményeinek együttes érvényesítését igényli. A robbanásveszélyes térségek biztonságos kialakítása és üzemeltetése [13] egyidejűleg érinti többek között a robbanásvédelem [14], a villamos biztonság [5], a tűzvédelem [4], a munkavédelem [15], a villám- és sztatikus feltöltődés elleni védelem [16], továbbá más szakmák követelményeit is [17]. A robbanásvédelem ezért alapvetően interdiszciplináris műszaki területként értelmezhető, ahol az egyes szakterületek követelményei egymással kölcsönhatásban fejtik ki hatásukat.

A robbanásvédelmi követelmények teljesülésének gyakorlati igazolása döntően harmonizált szabványokon és az azokhoz kapcsolódó műszaki irányelveken keresztül valósul meg. Az európai és magyar szabályozási rendszer formálisan lehetőséget biztosít a szabványoktól vagy műszaki irányelvektől eltérő műszaki megoldások alkalmazására, amennyiben azokkal legalább azonos biztonsági szint igazolható. [18] A magyar szabályozási környezetben az Országos Tűzvédelmi Szabályzat [7] és a kapcsolódó jogszabályi rendelkezések az eltérő műszaki megoldások alkalmazását külön eljáráshoz [19] és a biztonsági szint igazolásához kötik, amelyhez a tervezőnek számításokkal, modellezéssel vagy egyéb

műszaki bizonyítási módszerekkel kell alátámasztania az alkalmazott megoldás egyenértékűségét. [20]

A robbanásvédelem területén ugyanakkor a megfelelő biztonsági szinthez kapcsolódó nominális kockázati célértékek — például az emberi élet elvesztésére, a környezetkárosításra vagy a közszolgáltatások kiesésére vonatkozóan — jellemzően nincsenek explicit módon meghatározva. A harmonizált szabványok ezért elsősorban nem konkrét kockázati szintek számszerű elérését írják elő, hanem olyan műszaki megoldásokat és kialakítási követelményeket határoznak meg, amelyek alkalmazásához megfelelőségi vélelem kapcsolódik. Ebből következően a szabványoktól eltérő robbanásvédelmi megoldások objektív egyenértékűségének igazolása a gyakorlatban jelentős műszaki, jogi és felelősségi kihívást jelenthet. A jelenlegi európai és magyar robbanásvédelmi szabályozási környezet működése ezért a gyakorlatban alapvetően preszkriptív logika mentén értelmezhető: a megfelelő biztonsági állapot elsődleges igazolása a harmonizált szabványokban és kapcsolódó műszaki követelményekben meghatározott előírások teljesítésén keresztül valósul meg. [18]

A jelenlegi szabályozási és szabványi rendszer működése ezért elsődlegesen a megfelelőség igazolására épül. A robbanásvédelmi követelmények teljesülése a gyakorlatban döntően meghatározott műszaki kialakítások, szabványi előírások és felülvizsgálati követelmények teljesítésén keresztül kerül értelmezésre. Ez a megközelítés ugyanakkor alapvetően egy adott időpillanatban értelmezett megfelelőségi állapotból indul ki.

A jelen tanulmány szorosán kapcsolódik a szerző korábbi, robbanásvédelmi felülvizsgálati tapasztalatokra és empirikus adatbázis-elemzésekre épülő kutatásaihoz, amelyek a robbanásbiztonsági állapot értelmezésével, a hibák súlyossági rendszerével, valamint a megfelelőség időbeli változásának vizsgálatával foglalkoztak [21] [22]. A korábbi eredmények rámutattak arra, hogy a robbanásbiztonság nem statikus megfelelőségi állapotként, hanem dinamikusan változó rendszertulajdonságként értelmezhető, amelyet műszaki, szervezeti és üzemeltetési tényezők együttesen alakítanak.

E ponton válik egyértelművé a robbanásvédelmi felülvizsgálati rendszer egyik alapvető korlátja. A robbanásbiztonság — a biztonságtudomány általános értelmezésével összhangban — nem statikus megfelelőségi állapotként, hanem dinamikusan változó egyensúlyi állapotként értelmezhető. Ebben a kontextusban a veszélyeztető tényezők és az azok kezelésére szolgáló műszaki és szervezeti intézkedések folyamatos kölcsönhatásban állnak egymással. Ebből következően a robbanásvédelem nem értelmezhető kizárólag egyszeri megfelelőségi állapotként vagy dokumentációs követelményként. A megfelelő biztonsági szint fenntartása műszaki és biztonságtudományi szempontból elsősorban folyamatos műszaki kontroll, rendszeres felülvizsgálat, valamint a feltárt hiányosságokra visszacsatolt javító és karbantartó tevékenység révén biztosítható, amelynek alkalmazását a vonatkozó jogszabályi és szabványi környezet egyaránt megköveteli.

A robbanásbiztonsági állapot alakulását nem kizárólag a berendezések műszaki állapota, hanem az emberi, szervezeti és üzemeltetési tényezők is érdemben befolyásolhatják. A kritikus infrastruktúrák védelmével foglalkozó kutatások rámutatnak arra, hogy a technológiai rendszerek sérülékenysége nem csupán külső eseményekből, hanem belső szereplők, szervezeti hiányosságok, hibás működési gyakorlatok vagy akár szándékos beavatkozások következtében is kialakulhat. A robbanásbiztonság ezért nem kizárólag statikus műszaki megfelelőségi kérdésként, hanem összetett biztonsági és üzemeltetési rendszerként értelmezhető. [23]

A FELÜLVIZSGÁLATOK SZEREPE A ROBBANÁSBIZTONSÁGI ÁLLAPOT FENNTARTÁSÁBAN

Az elméleti és szabályozási kereteket követően indokolt külön vizsgálni a felülvizsgálatok gyakorlati szerepét a robbanásbiztonsági állapot fenntartásában.

A robbanásvédelmi követelmények teljesülésének biztosítása nem kizárólag a megfelelő tervezési és létesítési állapot kialakítását igényli, hanem annak folyamatos fenntartását is. A potenciálisan robbanásveszélyes térségekben alkalmazott berendezések és védelmi intézkedések műszaki állapota az üzemeltetés során természetes módon változik: az öregedési folyamatok, a környezeti hatások, a mechanikai igénybevételek, a karbantartási és javítási beavatkozások, valamint az emberi tényezők együttesen befolyásolják a robbanásbiztonsági állapot alakulását. [9]

A robbanásveszélyes térségekben alkalmazott berendezések és rendszerek üzembe helyezését megelőzően a vonatkozó jogszabályok és szabványok a villamos biztonsági [5] és robbanásvédelmi követelmények [13] teljes körű ellenőrzését írják elő. Az úgynevezett első (initial) felülvizsgálatok célja annak igazolása, hogy az adott létesítmény, berendezés vagy rendszer a tervezett üzemeltetési körülmények között igazoltan teljesíti a vonatkozó biztonsági követelményeket.

Az első felülvizsgálatok egyben a legmagasabb ellenőrzési mélységet képviselik, amelyek célja a teljes rendszer megfelelőségének lehető legteljesebb körű igazolása.

Ebből következően megfelelő tervezés, kivitelezés és ellenőrzés esetén a technológiai rendszer az üzembe helyezés időpontjában egy olyan robbanásbiztonsági állapotból indul, amelyet az első felülvizsgálatok a vonatkozó követelmények teljesüléseként igazolnak. Az üzemeltetés megkezdését követően azonban a műszaki állapot a rendszer természetéből fakadóan folyamatos változásnak van kitéve, amely megfelelő kontroll és visszacsatolt beavatkozások hiányában a robbanásbiztonsági állapot romlásának irányába hat. A robbanásbiztonság dinamikus állapotjellege ezért indokoltá teszi az ismételt felülvizsgálatok, valamint a visszacsatolt javító és karbantartó tevékenységek alkalmazását.[24]

A robbanásbiztonság megfelelő szintje — a biztonságstudomány általános értelmezésével összhangban — hosszú távon akkor tartható fenn, ha a kialakított műszaki és szerkezeti védelmi intézkedések érvényesülését az üzemeltetés teljes életciklusa során rendszeresen ellenőrzik. A feltárt hiányosságokat értékelik, valamint a szükséges javító intézkedéseket visszacsatolt módon végrehajtják. A robbanásvédelmi szabályozási és szabványi környezet ezt a követelményt közvetlen módon is megjeleníti: a potenciálisan robbanásveszélyes térségekben alkalmazott berendezések időszakos felülvizsgálatát és a feltárt hibák javítását egyaránt kötelező elemként kezeli. A felülvizsgálatok szerepe ebben az értelemben túlmutat a formális megfelelőség igazolásán: elsődleges funkciójuk a robbanásbiztonsági állapot monitorozása és a megfelelő biztonsági szint fenntartásának támogatása.

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok gyakorlati rendszere mindemellett nem önállóan értelmezhető műszaki tevékenységként jelenik meg. A potenciálisan robbanásveszélyes térségekben alkalmazott villamos berendezések esetében a robbanásvédelmi megfelelőség és a villamos biztonság követelményei közvetlen kölcsönhatásban állnak egymással. A villamos berendezések érintésvédelmi, túláramvédelmi, szigetelési vagy zárlatvédelmi hiányosságai egyidejűleg jelenthetnek életvédelmi, tűzvédelmi és robbanásvédelmi kockázatot is.

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok és a villamos biztonsági felülvizsgálatok kapcsolatát a magyar szabályozási környezet közvetlen módon is megjeleníti. A 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet [5] hatálya kiterjed a potenciálisan robbanásveszélyes térségekben alkalmazott villamos berendezésekre is, amelyek esetében a jogszabály a villamos biztonsági követelmények ellenőrzését szigorított feltételek mellett kezeli. A rendelet a robbanásveszélyes térségekben alkalmazott villamos berendezések esetében az általános feszültséghatároktól eltérően alacsonyabb feszültség szinteken is kötelezővé teszi a villamos biztonsági felülvizsgálatokat. Továbbá meghatározza az ismétlődő felülvizsgálatok ciklusidejét is.

A robbanásveszélyes térségekben alkalmazott villamos berendezések felülvizsgálatára és karbantartására vonatkozó részletes műszaki követelményeket az MSZ EN IEC 60079-17 szabvány [13] határozza meg. A szabvány az első (initial), időszakos és folyamatos felügyeleti jellegű felülvizsgálatok rendszerét egyaránt szabályozza, amelynek célja a robbanásvédelmi követelmények teljesülésének fenntartása az üzemeltetés teljes életciklusa során.

A villamos biztonsági és robbanásvédelmi követelmények ezért nem egymástól független rendszerekként, hanem egymással közvetlen kölcsönhatásban álló biztonsági követelményekként jelennek meg. A villamos eredetű gyújtóforrások kialakulásának lehetősége, valamint az azok megelőzésére szolgáló védelmi intézkedések megfelelősége egyidejűleg hordoz villamos biztonsági, tűzvédelmi és robbanásvédelmi jelentőséget.

Ebből következően a robbanásvédelmi és villamos biztonsági felülvizsgálatok egymástól elkülönült időben vagy tartalommal történő értelmezése műszaki, biztonságtudományi és szabályozási szempontból is korlátozottan értelmezhető, mivel a robbanásbiztonsági állapot értékelése a villamos eredetű gyújtóforrások kialakulásának lehetőségétől és az azok megelőzésére szolgáló védelmi intézkedések tényleges érvényesülésétől nem választható el.

A robbanásbiztonsági állapot megfelelő értékelésének alapvető feltétele a vizsgálatok teljessége és tételessége. A robbanásvédelmi és villamos biztonsági követelmények teljesülése minden egyes érintett berendezésre, védelmi elemre és kialakítási részletre egyedileg értelmezendő, ezért a felülvizsgálatok rendszere alapvetően tételes ellenőrzési logikára épül. A vonatkozó jogszabályi és szabványi környezet az érintett berendezések és védelmi intézkedések egyedi megfelelőségének ellenőrzését követeli meg. Ebből következően a reprezentatív mintavételen vagy részleges állapotértékelésen alapuló megközelítések a robbanásvédelmi felülvizsgálatok rendszerlogikájával korlátozottan egyeztetetők össze.

A vizsgálatok teljességének követelménye a gyakorlatban számos esetben üzemeltetési, technológiai vagy hozzáférési nehézségekbe ütközhet, különösen üzemelő berendezések, magasban elhelyezett szerelvények vagy nehezen hozzáférhető kialakítások esetén. Ezek a körülmények másrészt nem szüntetik meg a felülvizsgálatok tételes és teljes körű végrehajtásának követelményét, hanem olyan szervezési, üzemeltetési vagy ismételt vizsgálati intézkedéseket tesznek szükségessé, amelyek révén az érintett berendezések megfelelősége egyedileg ellenőrizhetővé válik.

A robbanásbiztonsági állapot értékelése ezért számos esetben nem korlátozható kizárólag dokumentációs vagy szemrevételezéses megfelelőség-ellenőrzésre.

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok eredményeihez kapcsolódó javítási kötelezettség szintén a biztonsági állapot fenntartásának részét képezi. A 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet [5] a feltárt hiányosságok esetében előírja a javításra vonatkozó írásos intézkedések

és javítási határidők meghatározását, amelyhez közvetlen jogkövetkezmények is kapcsolódnak. Amennyiben a feltárt hiányosság a meghatározott időkereten belül nem kerül megszüntetésre, a berendezés üzemeltetése nem tartható fenn.

A javításra adható időkeretek meghatározása ezért a robbanásbiztonsági állapot fenntartásának egyik központi jelentőségű eleme. A jelenlegi szabályozási és szabványi környezet — a javítási kötelezettség és az időkeretek alkalmazásának előírása mellett — nem határoz meg egységes, objektív és ismételhető mérnöki módszertant a feltárt hibák súlyosságának, a javítási prioritásoknak vagy a javításra adható idő meghatározásának támogatására.

A javítási időkeretek meghatározása ezért a gyakorlatban a felülvizsgáló és az üzemeltető közös műszaki és üzemeltetési mérlegelésén alapul. Ennek során egyidejűleg szükséges figyelembe venni a feltárt hiba jellegét, a robbanásbiztonsági kockázatot, a technológiai környezetet, valamint a javítás tényleges műszaki és szervezési lehetőségeit. A jelenlegi rendszer korlátozott eszközökkel biztosít annak objektív értékelésére, hogy az adott robbanásbiztonsági állapot időben milyen mértékben változik, a feltárt hibák milyen arányban maradnak fenn, illetve a végrehajtott javító intézkedések milyen hatást gyakorolnak a biztonsági állapot alakulására. [5]

A felülvizsgálatok ezért számos esetben elsősorban statikus állapotképet rögzítenek, miközben korlátozottan értelmezhető a hibák időbeli fennmaradása, az állapotváltozások dinamikája, valamint a javító intézkedések tényleges hatása.

A ROBBANÁSVÉDELMI FELÜLVIZSGÁLATOK GYAKORLATI KORLÁTAI

A következőkben a robbanásvédelmi felülvizsgálatok gyakorlati végrehajtása során jelentkező korlátok kerülnek bemutatásra.

A robbanásvédelmi és villamos biztonsági felülvizsgálatok szabályozási és szabványi rendszere alapvetően teljes körű és tételes ellenőrzési logikára épül. A gyakorlati végrehajtás során számos olyan üzemeltetési, technológiai és szervezési körülmény jelenhet meg, amely a vizsgálatok tényleges végrehajtását jelentősen befolyásolja.

A potenciálisan robbanásveszélyes térségekben alkalmazott berendezések egy része folyamatos technológiai üzemben működik. Egyes berendezések kizárólag leállított állapotban vizsgálhatók, míg más esetekben a hozzáférhetőség korlátozott magasban történő telepítés, technológiai beépítettség vagy egyéb üzemeltetési körülmények miatt. A gyakorlatban ezért rendszeresen előfordulnak olyan helyzetek, amikor egy adott berendezés vagy kialakítási részlet vizsgálata az adott időpontban nem hajtható végre teljeskörűen.

Ezek a körülmények azonban nem oldják fel a felülvizsgálatok tételes végrehajtásának követelményét. A robbanásvédelmi megfeleléség ugyanis minden egyes érintett berendezésre és védelmi intézkedésre egyedileg értelmezendő, amelyből következően a tényleges állapot is kizárólag egyedi vizsgálatok útján értékelhető. Az olyan gyakorlati megjelölések, mint például az „üzemben volt”, „nem hozzáférhető”, „magasan telepített”, vagy „vizsgálatkor nem ellenőrizhető” önmagukban nem feltétlenül biztosítanak elegendő alapot a megfeleléség egyértelmű igazolásához. Mindezek olyan állapotot jelölnek, amelyben a tényleges robbanásbiztonsági állapot részben vagy egészen ismeretlen marad.

A robbanásvédelmi állapot megfelelő értékelése ezért számos esetben nem korlátozható kizárólag dokumentációs vagy szemrevételezéses megfeleléség-ellenőrzésre. A

tényleges műszaki állapot értelmezése sok esetben részletes helyszíni ellenőrzést, megbon-
tást, működési körülmények közötti vizsgálatot, valamint ismételt vagy külön szervezett
ellenőrzési tevékenységet igényelhet. A vizsgálatok teljességének biztosítása ezért nem ki-
zárólag műszaki, hanem egyidejűleg szervezési és üzemeltetési feladat is.

A gyakorlati korlátok következtében a gyakorlatban kialakulhat olyan helyzet,
amelyben a dokumentált megfelelés és a tényleges robbanásbiztonsági állapot egymástól
részben eltér. A felülvizsgálati dokumentáció ilyen esetekben elsősorban a rendelkezésre
álló vizsgálati körülmények között értékelhető állapotot tükrözi, miközben a teljes robban-
ásbiztonsági állapot egy része nem, vagy csak korlátozottan ismert. Ez különösen jelentős
kockázatot hordozhat olyan rendszerek esetében, ahol a védelmi intézkedések megfelelő-
sége jellemzően részletes műszaki ellenőrzéssel értelmezhető.

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok gyakorlata ezért nem kizárólag a megfelelés
dokumentálásának kérdése, hanem egyidejűleg annak problémája is, hogy a tényleges robban-
ásbiztonsági állapotról milyen mélységű és megbízhatóságú információ áll rendelkez-
ésre az adott időpillanatban.

A ROBBANÁSBIZTONSÁGI ÁLLAPOT IDŐBELI ÉRTELMEZÉSÉNEK KORLÁTAI

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok jelenlegi gyakorlata alapvetően időszakosan
rögzített állapotképek formájában jeleníti meg a robbanásbiztonsági megfelelést. A fe-
lülvizsgálati jegyzőkönyvek jellemzően az adott vizsgálati időpontban feltárt hibákat, hiá-
nyosságokat és megfelelési állapotokat dokumentálják, miközben korlátozottan értelmez-
hető a robbanásbiztonsági állapot időbeli változása, valamint a feltárt hibák fennmaradásá-
nak dinamikája.

A jelenlegi gyakorlatban alkalmazott megfelelési kategóriák — például a „meg-
felelt”, „nem megfelelt”, „súlyos hiba” vagy „karbantartandó” jellegű minősítések — első-
sorban statikus állapotértékelést tesznek lehetővé. A kategóriák mindemeltt önmagukban
korlátozott információt hordoznak arról, hogy az adott hiányosság milyen mértékben befo-
lyásolja a teljes robbanásbiztonsági állapotot, illetve annak időbeli alakulását.

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok során feltárt hibák súlyosságának értelmezése
jelenleg jelentős mértékben szakmai mérlegelésen alapul. A vonatkozó jogszabályi és szab-
ványi környezet részletes műszaki követelményeket fogalmaz meg a megfelelésre vonat-
kozóan, ezzel együtt korlátozottan állnak rendelkezésre olyan egységes módszertani eszkö-
zök, amelyek objektív és ismételt módon támogatnák a feltárt hiányosságok súlyossá-
gának összehasonlítható értékelését. Ebből következően ugyanazon hibatípus különböző fe-
lülvizsgálatok vagy különböző szakmai gyakorlatok során eltérő súlyossági megítélés alá
eshet.

A robbanásbiztonsági állapot időbeli értelmezése nem azonosítható közvetlen mó-
don a klasszikus kockázatértékelési módszerek alkalmazásával. A probléma elsődlegesen
nem a robbanási esemény bekövetkezési valószínűségének és következményeinek szám-
szerű meghatározása. A probléma a jogszabályi és szabványi követelményekhez viszonyí-
tott robbanásbiztonsági állapot, annak változása, valamint a feltárt hibák fennmaradásának
időbeli értelmezése. A zónabesorolásból, a hibák jellegéből vagy a potenciális gyújtóforrás-

képződés lehetőségéből fakadó szempontok természetesen hordoznak biztonsági jelentőségű információkat, a vizsgálat célja azonban nem klasszikus kockázatszámítás, hanem a robbanásbiztonsági állapot és annak időbeli alakulásának értelmezhetősége.

A jelenlegi felülvizsgálati rendszer további korlátja, hogy a hibák fennmaradásának és ismételt előfordulásának időbeli értelmezése jellemzően nem válik a megfelelésértékelés közvetlen részévé. A felülvizsgálati jegyzőkönyvek alapvetően az adott időpontban fennálló állapotot rögzítik, miközben korlátozottan követhető, hogy egy adott hiányosság milyen időtartamon keresztül marad fenn, milyen gyakorisággal tér vissza, illetve a végrehajtott javító intézkedések milyen tartós hatást gyakorolnak a robbanásbiztonsági állapotra.

A robbanásbiztonsági állapot időbeli értelmezésének korlátozottsága különösen jelentős a javítási időkeretek meghatározása szempontjából. A javításra adható idő meghatározása ugyanis nem kizárólag az adott időpillanatban fennálló állapot értékelését igényli, hanem annak mérlegelését is, hogy a feltárt hiányosság a robbanásbiztonsági állapot időbeli alakulását milyen módon befolyásolja. Ennek ellenére jelenleg korlátozottan állnak rendelkezésre olyan objektív eszközök, amelyek a robbanásbiztonsági állapot változásának dinamikáját, a hibák fennmaradását vagy a javítási intézkedések eredményességét időben értelmezhető módon támogatnák.

Ebből következően a jelenlegi felülvizsgálati gyakorlat számos esetben elsősorban a megfelelés aktuális állapotának dokumentálását teszi lehetővé, miközben korlátozott információ áll rendelkezésre arról, hogy a robbanásbiztonsági állapot milyen irányban és milyen ütemben változik az üzemeltetés során.

AZ IDŐBELI ÁLLAPOTÉRTELMEZÉS SZEREPE A ROBBANÁSVÉDELEMBEN

A robbanásbiztonsági állapot dinamikus jellegéből következően az idődimenzió figyelembevétele nem opcionális elem, hanem az értelmezés egyik alapfeltétele.

A robbanásbiztonsági állapot dinamikus jellegéből következően a biztonsági szint fenntartása nem kizárólag az aktuális megfeleléségi állapot értékelését, hanem annak időbeli változásának értelmezését is szükségessé teszi. A jelenlegi felülvizsgálati rendszer elsősorban időszakosan rögzített állapotképeket biztosít, miközben korlátozottan értelmezhető, hogy az adott robbanásbiztonsági állapot milyen irányban és milyen ütemben változik az üzemeltetés során.

A feltárt hiányosságok fennmaradása, ismételt előfordulása vagy hosszú időn keresztül történő jelenléte önmagában is lényeges információt hordozhat a robbanásbiztonsági állapot alakulásáról. Egy adott hiba ismételt megjelenése vagy több felülvizsgálati cikluson keresztül történő fennmaradása nem kizárólag műszaki problémára utalhat, hanem az üzemeltetési, karbantartási vagy szervezeti folyamatok működéséről is információt hordozhat. Hasonló módon a hibák számának, jellegének vagy súlyosságának időbeli változása szintén alkalmas lehet a robbanásbiztonsági állapot alakulásának közvetett értelmezésére.

A javításra adható időkeretek meghatározása szintén olyan terület, ahol az idődimenzió értelmezése különös jelentőséggel bír. A javítási döntések ugyanis nem kizárólag az adott időpontban fennálló megfeleléségi állapotra épülnek, hanem arra a feltételezésre is, hogy az adott hiányosság milyen módon befolyásolhatja a robbanásbiztonsági állapot későbbi alakulását. Ennek ellenére a jelenlegi gyakorlat korlátozott objektív eszközt biztosít

a robbanásbiztonsági állapot időbeli változásának vagy a javító intézkedések tényleges eredményességének értékelésére.

A robbanásvédelmi felülvizsgálatok során keletkező nagymennyiségű műszaki adat lehetőséget teremthet olyan időfüggő állapotértelmezési megközelítések kialakítására, amelyek túlmutatnak az egyszeri megfelelésértékelés logikáján. Az ismételt felülvizsgálatok eredményeinek összehasonlító elemzése lehetőséget adhat többek között a hibák fennmaradásának, az állapotváltozások dinamikájának, valamint a javító és karbantartó tevékenységek hatásának értelmezésére.

Mindez nem a klasszikus robbanási kockázat számszerű meghatározását célozza, hanem a robbanásbiztonsági állapot időbeli értelmezhetőségének javítását, valamint a felülvizsgálati és üzemeltetési döntések objektívebb támogatását. Az időfüggő állapotértelmezési megközelítések ezért hozzájárulhatnak a robbanásbiztonsági állapot fenntartásának tudatosabb és visszacsatoltabb műszaki gyakorlatához.

A jelenlegi felülvizsgálati gyakorlat korlátai következtében korlátozottan ismert, hogy a robbanásbiztonsági állapot időben milyen természetű változásokat mutat, a feltárt hiányosságok milyen arányban és időtartamon keresztül maradnak fenn, valamint a javító és karbantartó intézkedések milyen tényleges hatást gyakorolnak a biztonsági állapot alakulására. Ebből következően a robbanásvédelmi szabályozási és felülvizsgálati rendszer gyakorlati érvényesülésének hatásossága is csak korlátozottan értelmezhető időbeli összefüggéseiben.

Az időfüggő állapotértelmezési megközelítések ezért nem kizárólag részletesebb műszaki állapotképet tehetnek lehetővé, hanem hozzájárulhatnak a robbanásbiztonsági állapot alakulásának pontosabb megértéséhez, valamint a javító, karbantartó és üzemeltetési gyakorlatok tudatosabb visszacsatolásához és fejlesztéséhez is.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az összefoglalás a tanulmány főbb megállapításait és azok biztonság tudományi jelentőségét foglalja össze.

A robbanásbiztonság fogalma a gyakorlatban nem értelmezhető egyetlen statikus, időtől független állapotként. A műszaki rendszerek, az üzemeltetési környezet, a szervezeti működés, valamint az emberi tényezők együttesen folyamatosan változó állapotot hoznak létre, amelynek biztonsági szintje időben természetes módon módosul. A biztonság így nem pusztán egy adott időpillanatban fennálló megfelelés, hanem egy dinamikusan fenntartandó rendszerállapot.

A biztonság tudomány humán- és társadalomtudományi megközelítései rámutatnak arra, hogy a biztonság nem kizárólag műszaki kategória, hanem társadalmi normákhoz, szervezeti működéshez, együttműködéshez, kommunikációhoz és alkalmazkodási folyamatokhoz is kapcsolódó jelenség. A társadalmi és szervezeti normák szerepe a robbanásvédelem területén is egyértelműen megjelenik: a szabványok, a felülvizsgálati rendszerek, a karbantartási gyakorlatok és az üzemeltetési fegyelem együttesen alakítják a tényleges robbanásbiztonsági állapotot.

A vizsgálatok arra is rámutatnak, hogy a formális megfelelés és a tényleges biztonság nem minden esetben esik egybe. A szabványi megfelelés meglepte önmagában nem garantálja, hogy egy rendszer robbanásbiztonsági szempontból hosszú távon is megfelelő állapotban marad. A hibák fennmaradása, az ismétlődő hiányosságok, valamint a javítások

elmaradása vagy késedelme fokozatos állapotromláshoz vezethet, még akkor is, ha a rendszer alapvető technológiai funkcióját továbbra is képes ellátni.

Mindezek alapján a robbanásvédelem korszerű értelmezése indokolja az idődimenzió és az állapotváltozások figyelembevételét. A felülvizsgálatok eredményei nem csupán egy adott időpillanat megfelelőségét írják le, hanem alkalmasak lehetnek a robbanásbiztonsági állapot időbeli alakulásának, romlási tendenciáinak és a beavatkozások hatékonyságának értelmezésére is. Ez egyúttal indokolja olyan módszertani megközelítések alkalmazását, amelyek a robbanásbiztonságot nem statikus megfelelőségi kategóriaként, hanem folyamatosan változó, monitorozható és értékelhető rendszerállapotként kezelik.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] EURÓPAI PARLAMENT ÉS AZ EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA, 1999/92/EK irányelv, a robbanásveszélyes légkör kockázatának kitett munkavállalók biztonságának és egészségvédelmének javítására vonatkozó minimumkövetelményekről. 2000.
- [2] EURÓPAI PARLAMENT ÉS AZ EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA, 2014/34/EU irányelv, a robbanásveszélyes légkörben való használatra szánt felszerelésekre és védelmi rendszerekre vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizációjáról (átdolgozás). 2016.
- [3] Országgyűlés, 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről. 2026.
- [4] Országgyűlés, 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról. 2026.
- [5] Nemzetgazdasági Miniszter, 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet az összekötő és felhasználói berendezésekről, valamint a potenciálisan robbanásveszélyes közegben működő villamos berendezésekről és védelmi rendszerekről. 2026.
- [6] EURÓPAI BIZOTTSÁG, 2022/1668 EU végrehajtási határozat, a robbanásveszélyes légkörben való használatra szánt felszerelésekre és védelmi rendszerekre vonatkozóan a 2014/34/EU európai parlamenti és tanácsi irányelv támogatása céljából kidolgozott harmonizált szabványokról. 2022.
- [7] Belügyminisztérium, 54/2014 BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról. 2025.
- [8] C. Kollár, „A BIZTONSÁG FONTOSABB FOGALMAI”, *Biztonságtudományi Szemle*, sz. 2025. VII. évf. 1. szám, márc. 2025, doi: <https://doi.org/10.12700/btsz.2025.7.1.15>.
- [9] J. Geng, S. Muré, M. Demichela, és G. Baldissoni, „ATEX-HOF Methodology: Innovation Driven by Human and Organizational Factors (HOF) in Explosive Atmosphere Risk Assessment”, *Safety* 2020, köt. 6, sz. 1, o. 21, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/safety6010005>.
- [10] A. Adriana és S. Burian, „Dynamics of the standardization process for explosive atmospheres”, előadás MATEC Web of Conferences, 2024. [Online]. Elérhető: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202438900052>
- [11] T. Csaszar, S. Burian, C. Colda, és E. Ghicioi, „Practical aspects regarding the evaluation of explosion protected equipment”, előadás MATEC Web of Conferences, 2021. [Online]. Elérhető: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134201011>
- [12] M. Leitner, „Technológiai üzemállapotok figyelembevétele robbanásvédelmi kockázatértékelés során”, in *Mérnöki Szimpózium a Bánkin*, in ATT60. , Óbudai Egyetem, 2023, o. 308-313. [Online]. Elérhető: <http://bgk.uni-obuda.hu/esb>

- [13]MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET, „MSZ EN 60079-17 Robbanóképes közegek 17. rész: Villamos berendezések felülvizsgálata és karbantartása (IEC 60079-17:2024)”. 2024.
- [14]OTSZ, *TvMI 13.5.:2025.02.01. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv, Robbanás elleni védelem*. 2025. [Online]. Elérhető: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2024-12/84966.pdf>
- [15]FMM–ESZCSM, 3/2003. (III. 11.) FMM–ESZCSM együttes rendelet a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről. 2008.
- [16]OTSZ, *TvMI 7.7.:2026.02.01. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv, Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem*. 2026. [Online]. Elérhető: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2025-12/86701.pdf>
- [17]MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET, „MSZ EN 1127-1:2019 Robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem. 1. rész. Alapelvek és módszertan”. 2019.
- [18]Magyar Szabványügyi Testület, „Tévhittek és tények”. [Online]. Elérhető: <https://www.mszt.hu/hu-hu/tevhitek-es-tenyek>
- [19]Országgyűlés, 259/2011. (XII. 7.) Korm. rendelet a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról. 2025.
- [20]Országgyűlés, 489/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet a tűzvédelmi hatósági eljárások általános és különös szabályairól. 2024.
- [21]A. Zsarnovszki és B. Elek, „Changes in the Safety Level of Potentially Explosive Industrial Technologies in Practice”, *PCS Science 2023*, o. 57–69, 2023.
- [22]A. Zsarnovszki és B. Elek, „ROBBANÁSVESZÉLYES IPARI TECHNOLOGIÁK BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEINEK ÉRVÉNYESÜLÉSE A GYAKORLATBAN”, *Biztonságtudományi Szemle*, sz. 2024. VI. évf. 4. szám, o. 127-142., 2024, doi: <https://doi.org/10.12700/btsz.2024.6.4.127>.
- [23]N. Daruka, „Critical Infrastructure Risks from Sabotage”, in *Critical Infrastructure Protection: Advanced Technologies for Crisis Prevention and Response*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2025, o. 129–139.
- [24]L. Moldovan, „Considerations regarding the inspection of equipment designed for use in potentially explosive atmospheres”, előadás MATEC Web of Conferences, 2021. [Online]. Elérhető: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134204002>