



# VÉDELEM TUDOMÁNY

I. évfolyam, 1. szám – 2016. március

**Király Lajos**

## **ROBBANÁSVESZÉLYES TEREBEN TÖRTÉNŐ MUNKAVÉGZÉS FELTÉTELRENDSZERE**

### **Absztrakt**

A vegyiparban történő biztonságos munkavégzés alapfeltétele, hogy az alkalmazott veszélyes anyagok tulajdonságainak megfelelő munkakörnyezet biztosítva legyen és rendelkezésre álljanak a megfelelő szabályozók is. Különösen vonatkozik ez a robbanásveszélyes anyagokkal végzett tevékenységekre, a potenciálisan robbanásveszélyes környezet kialakítására. A potenciálisan robbanásveszélyes környezet meghatározására rendelkezésre állnak a szabványban rögzített számítási módszerek, amelyek részben a szakértő objektív megítélésén alapulnak. A potenciálisan robbanásveszélyes környezetben alkalmazott gépekre, berendezésekre vonatkozó követelményeket, a biztonságos munkavégzés feltételrendszerét a különböző jogszabályok, illetve szabványok már egyértelműen meghatározzák, rögzítik. Jelen cikkben a szerző ismerteti a zónabesorolás lehetséges módját, meghatározza a munkakörnyezet kialakításával, a munkavégzés feltételrendszerével kapcsolatos minimális követelményeket.

**Kulcsszavak:** potenciális robbanásveszélyes tér, kockázat, ATEX,

# WORKING CONDITIONS IN POTENTIALLY EXPLOSIVE AREAS

## Abstract

To work safely in the chemical industry, it is necessary to ensure an appropriate work environment (including a fire protection system) that complies with the requirements for the used hazardous substances and also, to make the internal regulations and work instructions ready. This is especially applicable in case of operations performed with explosive materials - creating a safe work environment with potentially explosive substances. To determine a potentially explosive work environment, there is a calculation method fixed in the standards, which is partly based on the objective judgment of the expert, a professional. Once the potentially explosive work environment is determined, the requirements for used equipment, machines and the conditions of working - depending on the zone classification - are clearly defined in standards and legal regulations. It also shows the importance of the topic, that the cost of work (including the cost of certified machines and equipment) in a potentially explosive work environment is multiple if we compare it with working in normal and standard work conditions.

**Keywords:** potentially explosive environment, risk, ATEX,

## BEVEZETÉS

A mérnöki tapasztalat azt mutatja, hogy az ipari gyakorlatban a robbanásbiztonság, mint tervezési peremkritérium nem kellően kezelt és értett szakterület. Az elsődleges probléma abban keresendő, hogy az alafokú mérnök képzésekben a hallgatók nem kerülnek érintőlegesen sem a robbanásvédelmet célzó tárgyakkal az oktatásuk során kapcsolatba. Ez mérsékelten igaz a tűzoltók képzésére is [1], akik a még be nem következett robbanást megakadályozni, a robbanás után pedig tüzet oltani, a károkat mérsékelni jönnek a helyszínre. A tűzoltók széleskörű ismeretanyagának csupán érintőleges részét képezik a robbanással kapcsolatos ismeretek [2] [3], ahogyan a megelőző tűzvédelem területét segítő szakemberek

képzésénél is lehetne az ismeretanyagot bővíteni [4] [5]. Éppen ezért történhet az, hogy sok esetben a vezetői tervezői munkakörökben dolgozó szakemberek sem veszik kellő mértékben figyelembe a munkaterületen jelenlévő veszélyes anyagok veszélyein és ártalmain felül a robbanás kockázatával járó paramétereket [6] [7]. A cikk célja ezen szakterületről rövid átfogó kép formájában megismertetni a szakmai kihívások perspektíváit.

## 1. VONATKOZÓ JOGSZABÁLYI ELŐÍRÁSOK

A robbanás megelőzésének érdekében a robbanásveszélyes terekben alkalmazott berendezésekre, illetve a munkavégzésre rendkívül szigorú műszaki követelmények vonatkoznak. A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvényben foglaltak a szociális és családügyi miniszter az egészségügyi miniszterrel egyetértésben meghatározza a munkaeszközökre, továbbá az egészségügyi miniszterrel együttesen a munkahelyekre vonatkozó munkavédelmi követelmények minimális szintjét, ideértve az ideiglenes vagy változó helyszínű építkezésekre vonatkozó munkavédelmi szabályokat is. [8]

A fenti felhatalmazás alapján a földművelésügyi miniszter, a szociális és családügyi miniszter és az egészségügyi miniszter együttesen alkották meg a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről” szóló 3/2003. (III. 11.) FMM-ESzCsM együttes rendeletet.

A rendelet definiálja a robbanóképes légtér és a potenciálisan robbanásveszélyes környezet fogalmát, mely szerint:

- robbanóképes légtér: az éghető gázok, gőzök, ködök (aeroszolok) vagy porok levegővel alkotott olyan keveréke, amelyben normál körülmények között, gyújtóhatásra az égés áttérjed az egész keverékre;
- potenciálisan robbanásveszélyes környezet: a munkatérnek az a része, ahol robbanóképes légtér kialakulhat. [9]

A rendelet 9.§-a alapján a munkáltatónak robbanásvédelmi dokumentációt kell készíteni, amelynek része a kockázatok felmérése és értékelése, valamint a munkaterületek zónákba történő besorolása.

## **2. KOCKÁZATÉRTÉKELÉS KRITÉRIUMAI**

A munkáltató kockázatértékelés keretében köteles munkabiztonsági és munkaegészségügyi szempontból azonosítani a várható veszélyeket. A veszélyeztetettséget, illetve annak mértékét a következő szempontok figyelembevételével kell meghatározni:

- a robbanóképes légtér kialakulásának és fennmaradásának valószínűsége, illetve annak időtartama;
- a robbanóképes légtérben a gyújtóhatás bekövetkezésének valószínűsége, ideértve az elektrosztatikus kisüléseket is;
- berendezések, az alkalmazott anyagok, eljárások és ezek lehetséges kölcsönhatása;
- a robbanás bekövetkezése esetén a várható hatások mértéke.

A potenciálisan robbanásveszélyes környezettel nyílások útján kapcsolatban álló olyan zárt tereket, ahol robbanóképes légterek alakulhatnak ki, a kockázatértékelés során, a kockázatok felmérése szempontjából együttesen kell figyelembe venni.[9]

Robbanás esetén a sérülés többféleképpen definiálható, a sérülés egyéni kockázat meghatározásánál javasoljuk a dobhártya beszakadására vonatkozó túlnyomás értéket figyelembe venni. Robbanás esetén a probit függvény megközelítés nem alkalmazható a sérülés egyéni kockázat meghatározására. [10]

## **3. ZÓNABESOROLÁS KRITÉRIUMAI**

Korábban az MSz 1600/8:1977 foglalkozott a robbanásveszélyes helyiségek és szabadterek villamos veszélyességével. Az MSz 15633-1:926 volt az első, amelyben a robbanásveszélyes teret az EN előírások alapján megfogalmazta, ez a szabvány teljes terjedelmében bekerült a 2/2002 (I.23.) BM számú rendelet 4. számú melléklet IX. fejezet előírásaiba. A robbanásveszélyes terek besorolása 2004-ig a tűzvédelmi szabályozás részét képezte.[11]

Az Európai Unióhoz való csatlakozást követően a nemzetközi szabályozás - 94/9/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv robbanásveszélyes légkörben való használatra szánt felszerelésekre és védelmi rendszerekre vonatkozó tagállami jogszabályok közelítéséről – beépítésre került a hazai jogrendbe és a zónakijelölés követelményrendszere a 3/2003. (III. 11.) FMM-ESzCsM együttes rendeletbe került.

A munkáltatónak az irányítása alatt álló olyan munkaterületeket, ahol robbanóképes légtér alakulhat ki, az alábbi zónák valamelyikébe kell besorolni:

**0. zóna:** Az a munkatér, ahol az éghető gázok, gőzök vagy ködök (aerosolok) levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér állandóan, hosszú időtartamban vagy gyakran van jelen.

**1. zóna:** Az a munkatér, ahol normál üzemi körülmények között az éghető gázok, gőzök vagy ködök (aerosolok) levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér fordulhat elő.

**2 zóna:** Az a munkatér, ahol normál üzemi körülmények között az éghető gázok, gőzök vagy ködök (aerosolok) levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér ritkán és rövid időtartamban van jelen.

**20. zóna:** Az a munkatér, ahol lebegő éghető porok levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér állandóan, hosszú időtartamban vagy gyakran van jelen.

**21. zóna:** Az a munkatér, ahol normál üzemi körülmények között lebegő éghető porok levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér fordulhat elő.

**22. zóna:** Az a munkatér, ahol normál üzemi körülmények között lebegő éghető porok levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér ritkán és csak rövid időtartamban van jelen. [9]

A térségbesorolás olyan környezetnek az elemzési és besorolási módszere, ahol robbanóképes gázközeg alakulhat ki. A célja, hogy megkönnyítse az ilyen környezetben biztonságosan üzemeltethető villamos gyártmány kiválasztását és telepítését. A besorolás figyelembe veszi a gáz vagy gőz gyulladási jellemzőit, a gyújtási energiát (gázcsoport) és a gyulladási hőmérsékletet (hőmérsékleti osztály). [12]

A térség és veszélyes tér besorolásán felül, szükséges megemlíteni a besoroláshoz szükséges képzési feltételeket:

- szakirányú mérnöki végzettség (vegyész, gépész, villamos, mechatronika),
- tűzvédelmi felsőfokú szakvégzettség,
- munkabiztonsági felsőfokú végzettség,
- munkabiztonsági szakértői területi jogosultság.

#### 4. A KOCKÁZATELEMZÉS JAVASOLT FOLYAMATA

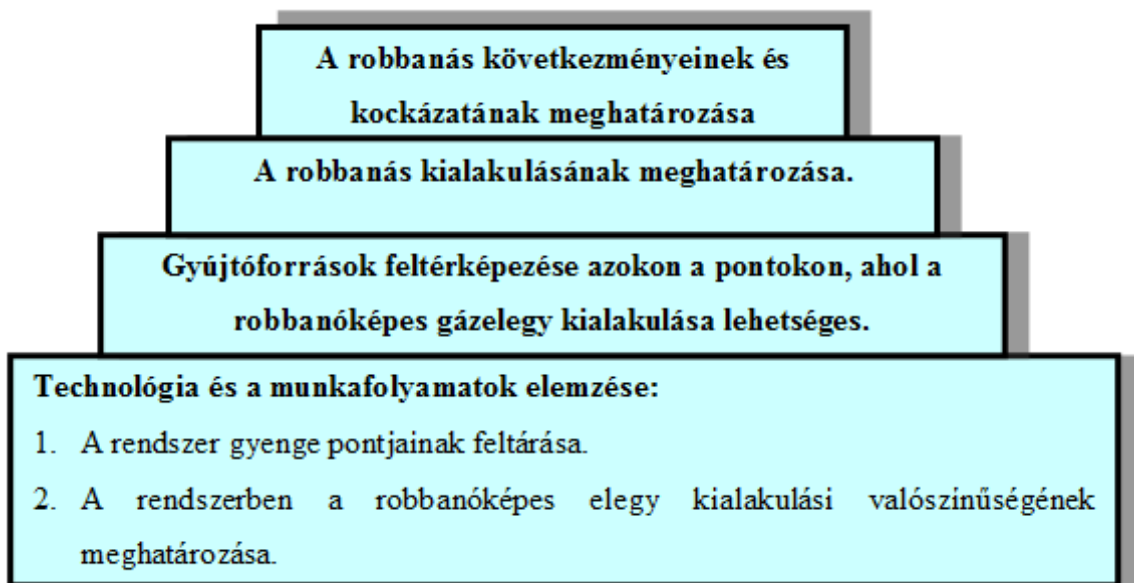
A kockázatelemzés lefolytatására számos módszer alkalmazható. A biztonsági dokumentációkban alkalmazott kockázatelemzési módszerek:

1. Létesítmény-kiválasztási módszer („holland szűrő”)
2. Dow-féle tűz- és robbanásveszélyességi index (TRI)

3. Ellenőrzőjegyzékes elemzés [9]
4. Előzetes veszélyelemzés [10]
5. Működőképesség- és veszélyelemzés (HAZOP)
6. Meghibásodásmód és -hatás elemzése (FMEA)
7. Hibakritikusság-elemzés / Kockázati mátrix [11]
8. Hibafa-elemzés
9. Eseményfa-elemzés
10. Bizonytalanság-elemzés Monte Carlo szimulációval
11. Dominóhatások elemzése a DominoXL kóddal
12. Hatásterjedési modellek (következmény-elemzés) [13]

A módszerektől függetlenül általános elvéként követendő folyamat

1. A technológia és munkafolyamatok elemzése során meg kell határozni a robbanásképes légtér kialakulásának lehetőségét
2. Fel kell mérni a légtérben a gyújtóforrások jelenlétét
3. Meg kell határozni a robbanás kialakulást
4. A robbanás következményei alapján értékelni kell a kockázatot. [14]



1. ábra: Kockázatelemzés általános folyamata [14]

A munkavégzés folyamata öt, egymással szorosan összefüggő lépés javasolt:

1. A munkafolyamat első lépése a technológia és munkafolyamatok elemzése a nemzetközileg elfogadott Failure Mode and Effects Analysis (Meghibásodásmód- és

hatáselemzés) módszerrel. A módszer célja a robbanásveszélyes légtér kialakulása lehetőségének és valószínűségének a meghatározása, ezáltal a vizsgálatok leszűkítése a teljes üzembről a kritikus részekre. A módszert a vizsgálathoz a rendszerre adaptálni kell. [15]

2. A munkafolyamat második lépése az első pontban azonosított és feltárt lehetséges „eseménysorok” környezetében jelenlevő illetve kialakulható gyújtóforrásokat felmérése.
3. Ezt követően a technológia és munkafolyamatok elemzése kapcsán feltárt gyenge pontok rangsorolása.
4. A robbanás dolgozókra kifejtett hatásának (túlnyomás) vizsgálata terjedésszámító és robbanás modellező szoftverrel.
5. A kockázatelemzés eredményei, illetve az FMEA vizsgálat adatlapjai alapján javaslatok a kockázat csökkentésére.

#### **4.1 Meghibásodásmód- és hatáselemzés (Failure Mode and Effects Analysis)**

A hibamód- és hatás elemzés a rendszerelemek meghibásodásai típusainak, illetve a meghibásodások rendszerre gyakorolt hatásainak elemzésére alkalmas előzetes induktív eljárás. A robbanásvédelmi dokumentáció elkészítése során az elemzés célja azon rendszerelemek (alrendszerek) és technológiai folyamatok azonosítása és lehetséges meghibásodásainak - az úgynevezett gyenge pontok - elemzése, ahol robbanóképes légtér kialakulására, illetve robbanás bekövetkezésére lehetőség van.

A folyamat az alrendszer szintnél kezdődik és a meghibásodás hatásait a rendszer szinten és a teljes üzemi szinten keresztül nyomon követi, ahogy azt az elemzés követelményei diktálják. Az elemzés lefolytatása a következő logikai lépések sorozata:

1. Az összes fontos tervezési információ összegyűjtése a figyelembe vett rendszernél: pl. technológiai dokumentáció, folyamatábra, berendezési jegyzék;
2. A munkalap formátum felhasználásával az egyes komponensekhez tartozó lehetséges működési meghibásodási üzemmódok összegyűjtése, azok valószínű okaival együtt;
3. Az egyes meghibásodások a vonatkozó alrendszer szintekre gyakorolt hatásainak meghatározása;
4. A meghibásodási üzemmódok elkerülését, vagy megelőzését célzó ellenőrző és diagnosztikai tevékenységek áttekintése. [16] [17]

## 4.2 Gyújtóforrások felmérése

Azt az iniciált anyagot/tárgyat, amelyből a robbanóképes elegy gyulladáshoz szükséges energia származik, gyújtóforrásnak nevezzük. A robbanásvédelem sarkalatos pontja, az eredményes védelem feltétele a gyújtóforrás ismerete, megszüntetése, vagy elkülönítése annak érdekében, hogy a rendszerbe ne juthasson a gyulladáshoz szükséges energia.

Az alábbi gyújtóforrások előfordulását kell megvizsgálni: [18]

1. **Mechanikus szikra:** A mechanikus szikra ütés és dörzsölés hatására keletkezik. Nincs „csak” ütési és „csak” dörzsölési szikra, mert az ütés és dörzsölés együttesen lép fel. Két egymáshoz ütődő vagy súrlódó test között a nyomást a szilárd felületből kiálló, kis anyagrészek veszik fel. A hőmérséklet elérheti az 1000 °C-ot, esetleg ennél többet is. Ez a hőmérsékletemelkedés azonban – becslés szerint – csak  $10^{-3}$  ...  $10^{-4}$  másodpercig tart. A különböző eredetű mechanikus szikrák keletkezésének módja és gyújtóhatásuk természete más és más.
  - **Acélszikra:** Acélből kemény acéllal vagy kemény, nemfémes anyaggal (pl. beton) való ütéssel és dörzsöléssel kiválthatók fénylő szikrák. A legkisebb szikrák átmérője 0,01 ... 0,1 mm, a legnagyobb méretű átmérője 0,2 mm. Ennél nagyobb szikra már nem izzik fel, így nem képez gyújtóforrást. Az acélrészecské hőmérséklete a leszakadás pillanatában 500... 800 °C, a levegő oxigénjével kölcsönhatásba lép és meggyullad. Az égés következtében a hőmérséklete akár az 1700...1800 °C-ot is elérheti. Az acélszikra 500 ... 800 °C-os keletkezési hőmérséklete általában nem elegendő a gázelegy meggyújtásához, mert a szikra tömege nagyon kicsi. A szikra akkor válhat gyújtóképesé, amikor hőmérséklete tovább emelkedik. Nagy energiájú ütés és súrlódás okozta acélszikra gyújtóhatása a legtöbb-gőz elegyre kiterjed.
  - **Könnyűfém-szikra (Alumínium):** Könnyűfém-ből igen nehezen keletkezik szikra. Gyújtóképes szikra keletkezéséhez igen nagy mechanikai hatás szükséges. Lényegesen megváltozik a helyzet akkor, ha rozsdá van jelen, ilyenkor könnyen keletkezik szikra. A rozsdá szerepét könnyen redukálódó fém-oxid is átveheti. A könnyűfém-ből keletkezett szikra sokkal gyújtóképesebb, mint az azonos mechanikai energiával keltett acélszikra. A könnyűfém szikra hőmérséklete (2500 °C) nagyobb, mint az acélszikráé.



- **Éghetetlen anyagok szikrája:** Az éghetetlen anyagokból szikra úgy jön létre, hogy ütközésükkor, sűrűlódásukkor a felületükből kiálló kis részecskék a mechanikai hatás miatt hirtelen nagyon felmelegszenek, még jobban, mint a fémek, mert az éghetetlen anyag rossz hővezető. Kedvező a szikraképződésre az, hogy az éghetetlen szikrázó anyag rideg, törékeny. Mivel a gyakorlatban az éghető anyag szikrázása jelenti a fő veszélyforrást, az éghetetlen anyag szikráinak gyújtóhatásával kevesen foglalkoztak. Ugyanakkor megállapítható, hogy a nem éghető anyag szikrái képesek gáz-gőz-levegő elegyeket meggyújtani.
2. **Nyílt láng, forró tárgy és forró gáz:** Nyílt láng a gyújtóforrása a tüzesetek közel 20%-ának. Ha a dohányzást is ide számítjuk, akkor ez a szám eléri a 35%-ot is. Az üzemekben gyakori eset, hogy figyelmetlenségből égő gyufával világítanak be éghető gáz- vagy gőz eleggyel telt készülékbe vagy tartályba, főleg a karbantartási munka megkezdésekor. Gyakori gyújtóforrás lehet például a forrasztólámpa lángja is.
3. **Hő és fénysugárzás:** Amikor a hő- vagy fénysugárzás új közeg határára érkezik, egy része visszaverődik a felületről, egy része áthatol az anyagon, egy része pedig elnyelődik. A sugárzó energiának csak az elnyelődött része okoz az anyagban felmelegedést vagy fotokémiai reakciót.
- **Hősugárzás gyújtóhatása:** A hősugárzás általában akkor okoz tüzet, vagy robbanást, ha a hőforrás túl közel van az anyaghoz, vagy közvetlenül érintkezik vele. Ezért például a robbanásveszélyes légtérben nem használható infravörös lámpa. (A felületi hőmérsékletük magas, 200...1100 °C között lehet.)
  - **Fénysugárzás:** A nap sugárzó energiája felmelegíti a föld felületén lévő tárgyakat. A földfelszínén mérhető maximális sugárzási energia, a földfelszíni szoláris állandó 5,86 kJ\*m<sup>-2</sup>\*s<sup>-1</sup>. Az Egyenlítő vidékén a sötét színű tárgyak 100 °C-ig felmelegedhetnek. Közép-Európában a tapasztalatok szerint ez az érték 85 °C. Ez a hőmérséklet nem elegendő robbanóképes gázelegy meggyújtására. Megváltozhat a helyzet, ha a napfény homorú tükörben visszaverődve vagy gyűjtőlencsén áthaladva egyetlen pontban, a fókuszpontban összpontosul. A fókuszpontban elhelyezett tárgy több ezer fokra melegedhet. Az ilyen természetű gyulladás azonban ritka.
  - **Gyújtóforrás lehet a lézersugár:** A lézersugár teljesítménye viszonylag alacsony (10...50 mW), de mivel tökéletesen koherens, intenzitása alig csökken a távolsággal.

Az ipari gyakorlatban a sugárzó energia hatása csak nagyon ritkán szerepel gyújtóforrásként.

4. **Fotokémiai gyújtás:** Ha a sugárzó energia kvantumjainak energiája elegendő nagy, képes gázreakció megindítására. Pl.: hidrogén és klór megvilágításkor láncreakcióban, robbanásszerűen hidrogén-kloriddá egyesül. A robbanást kék, vagy ibolya és ibolyántúli fény kiváltja (243 kJ-nál nagyobb energia), a kisebb hullámhosszú nem. Nagyon sok fotokémiai reakció ismert, de a fotokémiai gyújtás a biztonságtechnika és a tűzvédelem gyakorlatában alárendelt szerepet játszik.
5. **Öngyulladás, piroforosság:** Az öngyulladás hőmérséklete az a legkisebb hőmérséklet, amelyen az anyag külső gyújtóforrás nélkül meggyullad és önfenntartó módon ég.
6. **Elektrosztatikus gyújtóforrás:** Az anyagok eredeti állapotukban villamos szempontból semlegesek. Az anyagokat alkotó pozitív és negatív töltésű részecskék az ún. töltéshordozók egyenlő számban és egyenletes eloszlásban helyezkednek el mind az anyagok belsejében, mind pedig azok felületén. Különböző külső hatások eredményeképpen azonban egyik, vagy másik fajta töltéshordozó helyi feldúsulása az eredetileg semleges állapot megbomlását jelenti. Az egyensúlyi helyzetnek – akár helyi, akár csupán rövid idejű – megszűnését elektrosztatikus feltöltődésnek nevezik.
7. **Villamosság, mint gyújtóforrás:** A robbanásveszélyes légtérbe telepített villamos berendezések – transzformátor, izzólámpás fénycső, kapcsolók – gyújtóforrássá válhatnak. Alapvetően a villamos szikrát vagy ív képződést valamint a légtérrel érintkező felület melegedését lehet megkülönböztetni gyújtási módként. Ezek a gyújtási módok előfordulhatnak hibátlanul, illetve hibásan működő villamos berendezések esetén. Fontos azonban e gyújtóforrás tárgyalásánál megjegyezni, hogy a robbanásveszélyes légtérben a villamos berendezések alkalmazhatóságának, illetve használhatóságának feltételeit (robbanásbiztos berendezés) jogszabályok írják elő. [19] [20] [21]

### 4.3 Gyenge pontok rangsorolása

A kritikusság elemzés célja, hogy rangsorolja azon alkotóelemek kritikusságát, amelyek sérüléshez, veszélyhez vagy a rendszer károsodásához vezethetnek egyetlen ponton történő

meghibásodáson keresztül azért, hogy meghatározhassa azon alkotóelemeket, amelyek különös figyelmet és szabályozási intézkedéseket igényelnek a tervezés vagy az üzemeltetés során. A technika univerzálisan alkalmazható az összes rendszerre, folyamatra, eljárásra és azok alkotóelemeire. A kritikusság elemzés során az egyes meghibásodási hatások relatív jelentőségének mennyiségi meghatározása történik meg. A mennyiségi elemzés után kiválaszthatók azok a folyamatok, vagy rendszerelemek, amelyeknél vizsgálni kell a robbanás hatását és javaslatokat kell kidolgozni a kockázat csökkentésére.

#### **4.4 Modellezés**

A robbanási túlnyomás alatt azt az atmoszférás nyomás feletti nyomásfokozódást értjük, amely robbanóanyagok vagy fegyverek okozta robbanás során keletkezik. Lényege a robbanási hullám előtt elhelyezkedő levegő kompressziója, amely felhevíti és felgyorsítja a levegő molekulákat. [22]

A robbanásveszélyes légtér nagyságának meghatározására az MSZ EN 60079-10-1:2009. szabvány ír elő számítási metodikát.

A robbanásveszélyes légtér nagysága, valamint a lehetséges hatások terjedési és következményelemző szoftverekkel is megállapíthatók.

A modellezés során az alsó és felső robbanási határértékhez tartozó koncentrációt kell meghatározni a tér mindhárom irányába. A meghatározott övezet lesz a zónabesorolás alapja.

A következmények értékeléséhez a túlnyomás változását kell meghatározni a földfelszínen a távolság függvényében.

#### **4.5 Kockázatértékelés, kockázatcsökkentés**

A robbanás következményeinek, azaz az emberi szervezetre gyakorolt hatása, valamint a bekövetkezés gyakoriság alapján értékelni kell a lehetséges kockázatokat.

A munkáltatónak indokolt esetben kockázatok csökkentésére intézkedést kell hoznia. Célszerű, ha első lépésként azt vizsgálja, hogy a fennálló veszélyek megszüntetésére milyen módon kerül sor. Ezért célszerű átgondolni, hogy az a munkaelem, illetve folyamatrés, amely kockázatot eredményez, vagy hoz létre, milyen módon váltható át olyan tevékenységre, amely során egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkaművelet alkalmazásával ugyanazt a technológiai célt elérhetjük. Másik lehetőség a munkaeszköz, anyag, vagy egyéb tényező korszerűbbel történő kiváltása.[23]

## **5. A MUNKAKÖRNYEZET KIALAKÍTÁSÁVAL, A MUNKAVÉGZÉS FELTÉTELRENDSZERÉVEL KAPCSOLATOS MINIMÁLIS KÖVETELMÉNYEK**

A technológiai folyamatok robbanásbiztosságát robbanás-megelőzéssel és robbanásvédelemmel, szervezési és műszaki intézkedésekkel kell megelőzni. A robbanás megelőzése érdekében – a robbanásveszélyes légtér kialakulásának megelőzése mellett – ki kell zárni a gyújtóforrás jelenlétét.

Robbanóképes gázközegekben használatos villamos gyártmányok általános követelményeit az alábbiakban lehet összefoglalni [24]:

1. A villamos berendezéseket a fő alkatrészén, jól látható/olvasható helyen, a vegyi korrózióknak ellenálló módon a következő információkat tartalmazó jelöléssel kell ellátni:
  - a gyártó neve és címe,
  - a gyártói típusazonosító jele,
  - az Ex jel,
  - az alkalmazott védelmi mód,
  - II alkalmazási csoport jel, és hőmérsékleti osztály jele, G jel (gázok, gőzök vagy ködök okozta robbanóképes közeg),
  - a gyártási szám,
  - a tanúsítvány kibocsátójának neve és jele, a tanúsítvány azonosító jele,
  - a CE jelölés.
2. A berendezéshez gépkönyvet kell mellékelni, amelynek a következő írásos utasításokat kell tartalmazni:
  - a berendezés jelölésének információit,
  - a biztonságos alkalmazás feltételeit az üzembehelyezéshez, használathoz, össze- és szétszereléshez, karbantartáshoz, felszereléshez, beállításhoz,
  - a kezelők képzésére vonatkozó előírásokat,
  - részletes információt annak eldöntéséhez, hogy az eszköz biztonságosan használható-e az előírányzott területen, a várható üzemi körülmények között,
  - a legnagyobb felületi hőmérsékletet és más határértékeket,
  - a különleges alkalmazási feltételeket,
  - a gyártmányhoz használható szerszámok lényeges jellemzőit,

- azon szabványoknak a listáját, amelyeknek a gyártmányt megfelelőnek nyilvánították.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A fentiekben ismertetett szakterületet azért fontos kiemelten kezelni, mert az egyes anyagokban (vegyi) rejlő kockázatok nem minden esetben ismertek. Ugyan így, a vegyiparban előforduló keverékekről és porokról/ hibrid porokról sincsenek meg a szükséges ismereteink. A megközelítés alapja minden esetben a mélyre kiható tervekészítés. A tervezett folyamat áttekintése (P&I és HAZOP) az ott felhasználandó anyagok tulajdonságait figyelembe véve (tűzveszély és robbanásveszély) kiemelten fontos. A tervezési fázisban lehetőség nyílik az anyagok veszélyességének csökkentésére (adalékanyagok felhasználásával- inhibíció), mellyel a technológiai folyamatok javíthatóak és racionalizálhatóak. Az előzőek nem megvalósulása esetén szükséges az egyes anyagok robbanástechnikai jellemzőinek ismerete, keverékek esetében további vizsgálatok (mérések) válnak fontossá. Ellenkező esetben a mérnöki becslés alkalmazható, mely minden esetben konzervatív, és a biztosan a költségeket gyarapítja.

Mivel a robbanásbiztonság a tüzek elleni védekezés egyik sarkalatos pontja, ezért mindenképpen szükséges ennek a területnek a tűzvédelmi hatóság (katasztrófavédelem) által történő ellenőrzése (lásd a közelmúltban történt kínai ipari események) és engedélyeztetése. A szerző véleménye szerint ez a terület nem kellően a helyén kezelt (munkavédelmi hatóság és jogszabályrendszer), így további vizsgálatok szükségesek.

**Király Lajos** doktorandusz hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki

Doktori Iskola, +36 20 340 79 81

E-mail: [Lajos.Kiraly@zoltek.hu](mailto:Lajos.Kiraly@zoltek.hu) // ZOLTEK Zrt, Nyergesújfalu, Varga József tér 1, 2537

**Lajos Király** PhD student, National University of Public Service, Budapest, Hungary;

Doctoral School of Military Sciences, Tel: +36 20 340 79 81; E-mail: [Lajos.Kiraly@zoltek.hu](mailto:Lajos.Kiraly@zoltek.hu)

// ZOLTEK Zrt, Nyergesújfalu, Varga József tér 1, 2537

ORCID: 0000-0002-4961-878X

A kézirat benyújtása: 2016.02.10.

A kézirat elfogadása: 2016.03.04.

Lektorálta: Restás Ágoston

## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Bleszity János – Grósz Zoltán – Krizsán Zoltán – Restás Ágoston: New Training for Disaster Management at University Level in Hungary; NISPAcee, Budapest, 2014.05.22-24. ISBN:ISBN 978-80-89013-72-2
2. Restás Ágoston: Alkalmazott tűzoltás. Nemzeti Közszerológati Egyetem, Budapest, 2015.(Egyetemi jegyzet)
3. Restás Ágoston: Égés- és oltáselmélet. Nemzeti Közszerológati Egyetem, Budapest, 2014. (Egyetemi jegyzet)
4. Beda László, Kerekes Zsuzsa: Égés- és oltáselmélet II. Budapest: Szent István Egyetem Ybl Miklós Főiskolai Kar, 2006. 118 p.
5. Kerekes Zsuzsa: Építőanyagok tűzvédelmi vizsgálatai és minősítése az Ybl tűzvédelmi laborjában; Ybl Építőmérnöki Tudományos Tanácskozás; Szent István Egyetem Ybl Miklós Főiskolai Kar, Budapest, 2014.11.20.
6. Balázs L György, Lublós Éva: Tűzhatásra való méretezési lehetőségek áttekintése vasbetonszerkezetek esetén; VASBETONÉPÍTÉS: A FIB MAGYAR TAGOZAT LAPJA: MŰSZAKI FOLYÓIRAT 12:(1) pp. 14-22. (2010)
7. Lublós Éva, Czoboly Olivér, Balázs L. György, Mezei S. (2015): „Valós tűzterhelés tanulságai”, Vasbetonépítés, ISSN 1419-6441, online ISSN: 1586-0361, XVII. évf., 1. szám, pp. 17-23., [http://www.fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2015\\_1.pdf](http://www.fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2015_1.pdf)
8. A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény.
9. A potenciálisan robbanásveszélyes környezetben lévő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről szóló 3/2003. (III.11.) FMM-ESzCsM együttes rendelet.
10. Vass Gy.: A településrendezési tervezés helye és szerepe a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek megelőzésében. Doktori (PhD) értekezés, ZMNE, 2006.
11. Bónusz J.: Robbanásveszélyes térségek zónabesorolásáról, ahol a veszélyt az éghető gőzök, gázok jelenléte okozza. A villamos veszélyesség fokozatainak elemzése a hatályos jogszabályok és szabványok összevetésével. Budapesti Műszaki Egyetem, 2006.
12. MSZ EN 60079-10-1:2009. Robbanóképes közegek 10-1. rész: Térségbesorolás. Robbanóképes gázközegek (IEC 60079-10-1:2008).

13. Cseh G.: Kockázatelemzési módszerek a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek szabályozása területén. Doktori (PhD) értekezés, ZMNE, 2005.
14. Cimer Zs., Dancsecz B.: Robbanásveszélyes terekben történő munkavégzés, a robbanásvédelmi dokumentáció készítésének tapasztalatai. Munkavédelem és Biztonságtchnika, XXII 1 (2010) 22–26.
15. Nune Ravi Sankar, Bantwal S. Prabhu: Modified approach for prioritization of failures in a system failure mode and effects analysis, International Journal of Quality & Reliability Management, 2006.
16. R. Eckhoff: Explosion Hazards in the Process Industries. Elsevier, 2005.
17. Szakál B: A súlyos ipari balesetek elleni védekezésben használatos veszélyeztettség - értékelési eljárások elemzése és összehasonlító vizsgálata. PhD értekezés, ZMNE, 2001.
18. Dencz Béla, Fejes János, Melich István, Molnár Edit, Pongrácz Gábor, Tihanyi István: Ismeret felújító, aktualizáló előadás sorozat a robbanásvédelem területén, Nemzeti Munkaügyi Hivatal/ExVÁ Kft., 2012.
19. S. Mannan: Lee's Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification, Assessment and Control. Elsevier, 2005.
20. H. Groh: Explosion Protection. Elsevier, 2003.
21. D. P. Nolan: Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles. Elsevier, 2005.
22. Hernád M.: A robbanás fizikai hatásai és az élőerő védelmének lehetőségei. Hadmérnök IV. 3 (2009) 80–94, [http://hadmernok.hu/2009\\_3\\_hernad.pdf](http://hadmernok.hu/2009_3_hernad.pdf) (A letöltés ideje: 2015. 11. 29.)
23. Udvardi E.: Kockázatbecslés, kockázat értékelés, Hadmérnök IV. 3 (2009) 21–30, [http://www.hadmernok.hu/2009\\_3\\_udvardi.pdf](http://www.hadmernok.hu/2009_3_udvardi.pdf) (A letöltés ideje: 2015. 10. 01.)
24. K. Barton: Dust Explosion Prevention and Protection: A Practical Guide. Elsevier, 2005