

SZAKDOLGOZAT

OE-YBL
2025.

Hallgató neve:

Fekete Ildikó

Hallgató törzskönyvi száma:





ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Fekete Ildikó

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: TÖ [REDACTED]

Neptun kódja [REDACTED]

Szak: Tűzvédelmi szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: A növényolajgyártás során keletkezett napraforgó dara feldolgozását végző üzem létesítési és használati előírásainak tűz- és robbanásvédelmi szempontjai.

A dolgozat címe angolul: Fire and explosion safety aspects of the establishment and operational regulations for a sunflower meal processing plant generated during vegetable oil production.

A feladat részletezése: A napraforgómag feldolgozása során keletkező darát (az étolajgyártás egyik melléktermékét) gabonaipari száraz technológiával magas és alacsony fehérjetartalmú (protein) termékekre osztályozzák. A technológia intenzív porképződéssel jár, porrobbanásveszélyes. A szakedolgozatom alapfeladata egy meglévő 2017. évben létesített üzem tűz- és robbanásvédelmi tervezési követelményeit felülvizsgálva, majd áttervezve a jelenleg hatályos előírások figyelembevételével, egy fiktív 2025. évben létesítendő új üzemre vonatkozóan. A cél, hogy megállapításra kerüljön az aktuális tűz- és robbanásvédelmi tervezési feladatok és követelmények, mely szempontok alapján a fiktív üzem létesíthető, illetve a létesítést követően kellő biztonsággal üzemeltethető.

Intézményi konzulens neve: Lucza Edit Éva

Külső konzulens neve: Leitner Miklós

Munkahelye: Hexagon Safety Services Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2029. 12. 31.

Beadási határidő: 2025. 05. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
1446 Budapest, Thököly út 74.
1442 Budapest, 70., Pf. 117.

Kiadva: Budapest, 2025. 03. 19.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2025. 05. 15.

[Signature of Lucza Edit Éva]

belső konzulens

[Signature of Leitner Miklós]

külső konzulens

**SZAKDOLGOZAT
KONZULTÁCIÓS NAPLÓ**

Hallgató neve: Fekete Ildikó

Dolgozat száma: [REDACTED]

Oktatási azonosítója: [REDACTED]

Szak, specializáció megnevezése:

Neptun azonosítója: [REDACTED]

Tűzvédelmi szakmérnök

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

A dolgozat címe magyar nyelven:

A növényolajgyártás során keletkezett napraforgó dara feldolgozását végző üzem létesítési és használati előírásainak tűz- és robbanásvédelmi szempontjai.

A dolgozat címe angol nyelven:

Fire and explosion safety aspects of the establishment and operational regulations for a sunflower meal processing plant generated during vegetable oil production.

Belső (kari) konzulens neve: Lucza Edit Éva

Külső konzulens neve: Leitner Miklós

Külső konzulens munkahelye: Hexagon Safety Services Kft.

ALK.	DÁTUM	KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA	KONZULENS ALÁÍRÁSA
1.	2025.03.03.	Téma egyeztetés, tartalomjegyzék terv készítés, szakdolgozat felépítésének koncepciója	[Signature]
2.	2025.03.14.	Szakirodalmi áttekintés, tűz-és robbanás elleni védelem szabályozási környezete	[Signature]
3.	2025.04.07.	Probléma megfogalmazása, tervezési és üzemeltetési követelmények meghatározása	[Signature]
4.	2025.05.02.	Következtetések, mérnöki javaslatok, összegzés	[Signature]

A Konzultációs naplót minimum négy alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A részvételt a konzulens akkor igazolhatja, ha arra a hallgató felkészülten érkezik, azaz érdemi konzultáció történt.

A hallgató a Szakdolgozat/Diplomaterv/Diplomamunka tantárgy(ak)* követelményét teljesítette.

Kelt: Budapest (hely), 2025.05.12. (dátum)

belső (kari) konzulens

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Fekete Ildikó hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest *(hely)*, 2025.05.12. *(dátum)*



hallgató

A NÖVÉNYOLAJGYÁRTÁS SORÁN KELETKEZETT NAPRAFORGÓ DARA FELDOLGOZÁSÁT VÉGZŐ ÜZEM LÉTESÍTÉSI ÉS HASZNÁLATI ELŐÍRÁSAINAK TŰZ- ÉS ROBBANÁSVÉDELMI SZEMPONTJAI

Összefoglalás

A szakdolgozat célja a növényolajgyártással foglalkozó, napraforgó dara feldolgozását végző üzem tűz- és robbanásvédelmi tervezési követelményeinek felülvizsgálata a 2017. és 2025. évi jogszabályi és szabványi környezet változásainak figyelembevételével. A dolgozat bemutatja a korábbi és a jelenlegi előírások közötti eltéréseket, valamint meghatározza azokat a tervezési feladatokat, amelyek teljesítése szükséges egy új, 2025-ben létesítendő üzem biztonságos megvalósításához. A munkám alapját 2017-ben szerzett projekt tapasztalat adja, amely során egy napraforgódara-feldolgozó üzem létesítési és üzembe helyezési folyamatát kísérhettem végig. A technológia porrobbanás veszélye, valamint az üzem kapacitásbővítési tervei és a szabályozási környezet változásai indokolták a biztonságtechnikai követelmények és a tűzvédelmi helyzet újraértékelését. A dolgozat különös figyelmet fordít az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) módosításaira, a robbanás elleni védelemre vonatkozó Tűzvédelmi Műszaki Irányelvre, valamint az ATEX-irányelvek hazai alkalmazására. Emellett a dolgozat vizsgálja a tűz- és robbanásvédelmi szakterületek közötti együttműködés jelentőségét, a felelősségi körök elhatárolásának és az interdiszciplináris szemlélet érvényesítésének gyakorlati megvalósulását.

Kulcsszavak: robbanásvédelem, robbanásvédelmi tervezés követelményei, porrobbanás, növényolajgyártás, kompetencia

FIRE AND EXPLOSION SAFETY ASPECTS OF ESTABLISHMENT AND OPERATIONAL REGULATIONS FOR A SUNFLOWER MEAL PROCESSING PLANT GENERATED DURING VEGETABLE OIL PRODUCTION

Summary

This theses aims to review the fire and explosion protection design requirements for a plant engaged in processing of sunflower meal generated during vegetable oil production, taking into account the changes in the legislative and regulatory framework between 2017 and 2025. The thesis presents the differences between the former and the current requirements and identifies the design tasks necessary for the safe realization of a new plant to be established in

2025. The basis of this work is the project experience gained in 2017, during which I had the opportunity to follow the establishment and commissioning process of a sunflower meal processing plant. The explosion hazard associated with the technology, the plant's capacity expansion plans, and the changing regulatory environment justified the reassessment of safety requirements and fire protection conditions.

The thesis places particular emphasis on the amendments to the National Fire Protection Regulations (OTSZ), the Fire Protection Technical Guidelines concerning explosion protection, and the domestic application of the ATEX directives. In addition, it examines the importance of cooperation between the fields of fire protection and explosion protection, with focus on the delineation of responsibilities and the practical implementation of an interdisciplinary approach.

Keywords: explosion safety, explosion protection design requirements, dust explosion, vegetable oil production, competence

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	6
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	8
2.1. Jogszabályi, szabályozási háttér	8
2.1.1. Tűz-és robbanás elleni védelem szabályozási környezete	8
2.1.2. A robbanás elleni védelem módszertana és folyamata.....	13
2.1.3. A porrobbanás veszélye, a robbanóképes poros közegek és az éghető porok robbanási kockázatai	20
2.1.4. Az égés és porrobbanás feltételrendszere, valamint a porrobbanási jellemzők meghatározására alkalmazott mérési eljárások	24
2.1.5. Az élelmiszeripari porok éghetőségi és robbanási jellemzői	28
2.2. Irodalomkutatás	35
2.2.1. Az olajos gabonanövények ipari feldolgozásának lehetőségei	35
2.2.2. A növényolajgyártás technológiai folyamatai és a gyártás során keletkező kockázatok, különös tekintettel a porrobbanás veszélyre	38
2.2.3. Javaslatok a porrobbanás elleni védelem kialakítására a mezőgazdaság és élelmiszeripar területén	40
2.2.4. Az OTSZ 5.0 és az OTSZ 5.2 tervezési előírások közötti eltérések azonosítása...	43
2.2.5 Tűz-és robbanásvédelmi szakember együttműködési kötelezettségének vizsgálata a tervezés során	51
3. A PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA	55
4. KÖVETELMÉNYEK FELÜLVIZSGÁLATA-MEGOLDÁSOK	56
4.1. A létesítendő új üzemre vonatkozó tervezési követelmények meghatározása, felülvizsgálata.....	56
4.2. Az üzemeltetés során érvényesülő biztonságtechnikai követelmények	73
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS MÉRNÖKI JAVASLATOK	80
5.1 A tűz- és robbanásvédelmi tervezési szempontok, valamint az üzemeltetési követelmények alakulásának összefoglalása és javaslatok	80
5.2. A tűzvédelmi és robbanásvédelemért felelős szakemberek tervezési feladataik értékelése	90
5.3. Összegzés és következtetések	91
6. HIVATKOZÁSOK.....	93

6.1.	Szakirodalom.....	93
6.2.	Jogszabályok	94
6.3.	Szabványok, irányelvek	95
MELLÉKLETEK.....		96

1. BEVEZETÉS

A szakdolgozatom témáját szakmai tapasztalatom alapján választottam, korábban egy projekt során, mint munkavédelmi szakember 2017. évben lehetőségem volt részt venni és végig kísérni üzemeltetési oldalról egy növényolajgyártó üzem létesítésének és használatbavételének folyamatát. Az üzem kapacitásbővítési tervei kapcsán, korábbi kollégáim megkeresésére felmerült az igény a beruházás előkészítése során – a 2017. év óta bekövetkezett jogszabályi és szabvány változások – tűz- és robbanásvédelmi szempontú felülvizsgálatára. Ez a feladat lehetőséget teremtett számomra, hogy a korábbi projekt tapasztalatait összevegyem a jelenlegi, megváltozott jogszabályi és szabványi környezettel, ezáltal átfogó képet adva a növényolajipari létesítmények biztonságtechnikai követelményeinek fejlődéséről és a bekövetkezett változásairól.

A projekt során nemcsak munkavédelmi szempontból, hanem tűz- és robbanásvédelmi szempontból is számos kihívással kellett szembenézni, amelyek közül az egyik legjelentősebb veszély jelentett a porrobbanás.

A dolgozat témája több szempontból is aktuális, egyrészt a magyar agrár- és élelmiszeriparban egyre nagyobb jelentőséget kapnak az olajos gabonanövények – elsősorban a napraforgó, kukorica és a repce –, melyek feldolgozása során keletkező melléktermékek, mint például a napraforgó dara, szintén értékes alapanyaggá váltak. Az olajos gabonanövények ma már nem csupán a takarmányiparban hasznosulnak, hanem különböző iparágak – például a biodízel-gyártás, a vegyipar, a gyógyszeripar, a kozmetikai és festékipar, a műanyagipar és az élelmiszeripar – is egyre nagyobb mennyiségben használják fel.

Ezen iparági fejlődés és keresletnövekedés új üzemek létesítését és meglévők korszerűsítését is indokolja. Erre az iparágra jellemző és alkalmazott technológiai feldolgozási folyamatok – mint például a tisztítás, őrlés, aprítás, darálás, keverés, szállítás és tárolás – során jelentős mennyiségű finom por keletkezik, amely kedvezőtlen körülmények között tűz- és robbanásveszélyes környezetet teremthet, ezért a tervezés és üzemeltetés során kiemelten kell figyelni a porrobbanás megelőzésére. Az ilyen típusú robbanások nemcsak jelentős anyagi károkat, hanem súlyos személyi sérüléseket vagy haláleseteket is okozhatnak.

A téma aktualitását, tehát nemcsak az ipari növekedés és technológiai fejlődés, hanem a jogszabályi környezet változása is adja, a 2017. év óta életbe lépett új szabványok, irányelvek és azóta többször módosított Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) új követelményeket támasztanak az ilyen üzemek létesítésével és üzemeltetésével szemben.

A szakdolgozatom alapfeladata egy meglévő 2017. évben létesített – napraforgó dara feldolgozását végző – üzem tűz- és robbanásvédelmi tervezési követelményeit felülvizsgálva, majd áttervezve a jelenleg hatályos előírások figyelembevételével, egy fiktív 2025. évben létesítendő új üzemre vonatkozóan.

A cél, hogy megállapításra kerüljön a hatályos tűz- és robbanásvédelmi előírásoknak megfelelően, milyen tervezési feladatok és követelmények teljesítése szükséges egy új üzem létesítéséhez, valamint annak biztonságos üzemeltetéséhez a létesítést követően.

A porrobbanás megelőzése szempontjából alapvető fontosságú, hogy a teljes technológiai életciklust átfogóan kezeljük – a tervezéstől kezdve, a létesítésem és üzemeltetésem át egészen a karbantartásig. Minden egyes szakasz meghatározó szerepet tölt be a robbanásveszély minimalizálásában és a biztonságos üzemvitel hosszú távú biztosításában.

A robbanás elleni védelem jogi környezete, mint korábban is már említettem a 2017-es évhez képest jelentős változáson ment keresztül, amely jól tükrözi a műszaki fejlődésből eredő új elvárásokat és kockázatkezelési megközelítéseket.

A szakdolgozatomban ennek vizsgálata azért kiemelten fontos, mert lehetőséget nyújt a korábbi és a jelenlegi szabályozási környezet felülvizsgálatára, így rávilágít arra, hogy milyen irányban fejlődött a tűz- és robbanásvédelmi szakmai szemlélet, azáltal, hogy számos új robbanásvédelmi előírás és szigorítás lépett életbe, valamint hogyan befolyásolják ezek a változások egy új létesítmény tervezését, létesítését és biztonságos üzemeltetését.

Továbbá szintén fontos szakmai követelmény e témakörhöz kapcsolódva, a tervezés szakaszában a tűzvédelmi és robbanásvédelmi szakemberek szoros együttműködése nemcsak jogszabályi előírás, hanem a biztonságos működés alapvető feltétele is. A tűzvédelem és a robbanásvédelem szorosan összefügg, de mégis eltérő szakterületek, külön kompetenciával és felelősségi körrel, a feladataik elhatárolása sok esetben nem egyértelmű, mivel a gyakorlatban ezek a területek szorosan összefonódnak. Ugyanakkor bizonyos szakmai és jogi szempontok mentén a felelősségi körök jól körül határolhatók.

A szakdolgozatomban erre is keresem a választ az egyes kompetenciák határvonalai és összefüggések vizsgálatával a korábbi projekt tapasztalatom alapján, hogy hol húzódnak e szakmai felelősségek határai, illetve egy tűzvédelmi szakember és robbanásvédelmi szakember hogyan tudja kezelni a robbanásvédelemhez kapcsolódó követelményeket és hogyan képes a két szakterület közötti határvonalakat és szakmai összefüggéseket komplex módon átlátni és ezeket alkalmazni a gyakorlatban a tervezés során.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Jogszabályi, szabályozási háttér

2.1.1. Tűz-és robbanás elleni védelem szabályozási környezete

A tűz elleni védekezés egy részletesen szabályozott tevékenység, melynek anyagi jogi- és eljárásrendi kereteit különböző törvények, valamint kormány és miniszteri rendeletek átfogó rendszere határozza meg.

A tűz- és robbanásvédelem kapcsolódási pontjai több hazai jogszabályban megjelennek, különösen a tűzvédelmi, katasztrófavédelmi, munkavédelmi és környezetvédelmi törvényekben és azok végrehajtási rendeleteiben.

A tűzvédelem és a robbanásvédelem egymással szoros kapcsolatban álló, de önálló szakmai területek, közös céljuk a veszélyes technológiákhoz kapcsolódó kockázatok azonosítása, megelőzése és hatásaik csökkentése. Különösen indokolt ezek integrált alkalmazása olyan iparágakban, ahol gyúlékony anyagok vagy robbanásveszélyes légkör jelenléte a jellemző.

Míg a tűzvédelem elsősorban a tűz keletkezésének, terjedésének és hatásainak mérséklésére irányul, addig a robbanásvédelem specifikusan a robbanásveszély megelőzésére, a bekövetkezés valószínűségének csökkentésére, valamint a robbanás következményeinek mérséklésére irányul az emberi élet, a berendezések és a környezet védelme érdekében. A két terület összehangolt alkalmazása alapvető a komplex védelmi szempontok érvényesítéséhez mind a tervezés és mind az üzemeltetés során.

Az 54/2014. (XII.5.) Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló rendelet meghatározza (továbbiakban OTSZ [2014]) az épületek, építmények létesítési és használati, valamint a tűzoltóságok beavatkozásával kapcsolatos tűzvédelmi követelményeket, az elérendő biztonsági szintet. A tűzvédelmi műszaki irányelvek kidolgozásáért felelős bizottság kidolgozza az Országos Tűzvédelmi Szabályzatban meghatározott biztonsági szintnek megfelelő egyes műszaki megoldásokat, számítási módszereket tartalmazó tűzvédelmi műszaki irányelveket. (Tűzvédelmi törvény [1996])

Az 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló jogszabály 3/A. § (3) bekezdése alapján, az Országos Tűzvédelmi Szabályzatban meghatározott biztonsági szint elérhető

- a) *tűzvédelmet érintő nemzeti szabvány betartásával,*
- b) *a tűzvédelmi műszaki irányelvekben kidolgozott műszaki megoldások, számítási módszerek alkalmazásával, vagy a tűzvédelmi műszaki irányelvektől vagy*
- c) *a nemzeti szabványtól részben vagy teljesen eltérő megoldással, ha az azonos biztonsági szintet a tervező igazolja.* (Tűzvédelmi törvény [1996])

A 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv alapján (továbbiakban [TvMI 2025]), „a robbanásveszéllyel összefüggésbe hozható anyagokra vonatkozó szabályozás alapvető dokumentuma az OTSZ szerint: Az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról, a 67/548/EGK és az 1999/45/EK irányelv módosításáról és hatályon kívül helyezéséről, valamint az 1907/2006/EK rendelet módosításáról szóló 2008. december 16-i 1272/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet (a CLP).” [TvMI 2025]

Az OTSZ [2014] alapvetően a biztonság elvárt szintjét meghatározó kötelező előírásokat tartalmazza, a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek ezzel szemben önkéntes ajánlasként fogalmazzák meg azokat a műszaki megoldásokat, amelyek alkalmazásával az OTSZ-ben rögzített követelmények teljesítése igazoltnak tekinthető. 2019. év végén elfogadásra kerültek a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek módosításai, valamint egy új irányelv kiadásáról is döntés született. A változtatásokat az OTSZ [2014] 2020. január 22-ei módosítása indokolta, ezért az új és módosított irányelvek hatálybalépése ehhez az időponthoz igazodott.

Az új Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 2020. január 22-én jelent meg először és lépett hatályba a Robbanás elleni védelem jogszabályi követelményeit teljesítő műszaki megoldásokkal, amely azóta eltelt időszakban több módosításon esett át és jelenleg hatályos 2025.február 01-jétől.

A robbanás elleni védelem e Tűzvédelmi Műszaki Irányelv tekintetében a robbanásvédelemmel azonos kifejezés.

A TvMI-ben foglalt megoldások választása során az érvényes építési engedély alapján végzett kiviteli tervezés vagy építési tevékenység esetében az építési engedélyezési eljárás során érvényes verzióban foglalt – az adott követelményt teljesítő – megoldások érvényesíthetők. Abban az esetben, ha a TvMI megoldásai bővültek, változtak az építési engedélyezési eljárás megkezdése után, akkor azok is alkalmazhatók, ha az építési engedélyezési eljáráshoz köthető, tűzvédelemhez kapcsolódó jogszabályi környezet nem változott, de a módosított TvMI – az adott követelményt teljesítő – megoldásai teljeskörűen kerülnek alkalmazásra, vagy az építési engedélyezési eljáráshoz köthető, tűzvédelemhez kapcsolódó jogszabályi környezet megváltozott, és a jogszabályi követelmény, valamint a hozzá rendelt TvMI – az adott követelményt teljesítő – megoldásai együttesen, teljeskörűen kerülnek alkalmazásra.

Az építési engedélyezési eljárás nélküli átalakítás, bővítés, felújítás, korszerűsítés, rendeltetés, illetve tűzvédelmi helyzet megváltoztatása esetén, az erre irányuló (kivitelezési) tevékenység megkezdésének időpontjában hatályos OTSZ követelményeit kielégítő TvMI megoldásai alkalmazandók. [TvMI 2025]

Lestyán Mária szakdolgozatában [2024] – „*A CPR rendelet bevezetésének negatív és pozitív hatásai a magyarországi tűzvédelmi tervezésre. A nem megfelelő építési termék és szerkezetismeret kockázatai és szükséges intézkedések*” – kifejti, hogy a tűzvédelmi helyzet változása közvetlen hatással van a létesítmény tűzbiztonsági szintjére. Az építmények kockázati osztályba sorolása szorosan összefügg a létesítéskori tűzvédelmi állapottal, mivel az Országos Tűzvédelmi Szabályzat különböző időállapotai eltérő követelményrendszert tartalmazhatnak. Az épület tűzvédelmi helyzetének megváltozása esetén a vonatkozó követelmények meghatározásához elengedhetetlen annak vizsgálata, hogy a jogszabályi környezet módosulása nem eredményezi-e a létesítmény kockázati osztályának megváltozását. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat különböző időállapotaihoz kapcsolódóan a létesítmény kockázati besorolása is változhat, amely közvetlen hatással van az épületszerkezetekre vonatkozó követelményekre. Ezért az átjárhatóság és a megfeleltethetőség kérdését minden esetben vizsgálni kell, különösen egy épület átalakításakor, felújításakor vagy bővítéskor. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat létesítéskor elvárt biztonsági szintjét és az ezzel összefüggésben álló követelményeket a szakmagyakorlóknak az épület tulajdonosainak és használoinak egyaránt be kell tartaniuk. Az építési termékek, építményszerkezetek, tűzvédelmi célú berendezések előírásoknak megfelelő betervezéséért, beépítéséért, ellenőrzéséért és üzemeltetéséért, fenntartásáért az érintettek a vonatkozó előírásokban rögzítetteknek megfelelően felelnek. Az érintettek felelősségi körét a létesítmény teljes életciklusán keresztül szükséges vizsgálni. LESTYÁN [2024]

Az elvárt biztonsági szint ellenőrzése során mindig a létesítés időpontjában hatályos előírásokat kell figyelembe venni, amelyek jelenleg az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló, kétszer módosított 54/2014. (XII. 5.) BM rendeletben találhatók meg. A legutolsó módosítás 2022. június 13-án lépett hatályba.

A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény [1993] alapján a munkavégzésre vonatkozó szabályok és előírások kiemelt figyelmet fordítanak a robbanásvédelemre, különösen a robbanóképes légkör kialakulásának megelőzésére, a gyújtóforrások kizárására, valamint a robbanási események hatásainak csökkentésére. A törvény értelmében a munkáltató köteles a munkakörnyezetet úgy kialakítani, illetve a munkaeszközöket úgy megválasztani, hogy azok megfeleljenek a robbanásveszély megelőzésére és kezelésére vonatkozó munkavédelmi követelményeknek. A robbanásveszélyes munkahelyekre vonatkozó speciális előírásokat a 3/2003. (III. 11.) FMM–ESZCSM együttes rendelet [2003] tartalmazza, amely a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben történő munkavégzés minimális munkavédelmi követelményeit határozza meg. E rendelet egyben a

robbanásveszélyes környezetben alkalmazandó 1999/92/EK ATEX-irányelv hazai jogrendbe történő átültetését is biztosítja. A szabályozás előírja többek között a veszélyes zónák meghatározását, a robbanásvédelmi dokumentáció elkészítését, valamint az adott zónákban alkalmazható berendezések robbanásbiztos kialakítását is.

A 35/2016. (IX. 27.) NGM rendelet [2016] a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben alkalmazott berendezések és védelmi rendszerek megfelelőségértékelésének, vizsgálatának és tanúsításának rendjét szabályozza, összhangban a 2014/34/EU ATEX-irányelvvel. A rendelet célja annak biztosítása, hogy az ilyen berendezések biztonságosan alkalmazhatók legyenek a robbanásveszélyes zónákban. VERESS [2023]

Az irányelvek elsődleges célja a robbanásveszélyes környezetben bekövetkező balesetek megelőzése. A robbanásvédelemre vonatkozó ATEX-szabályozás két fő irányelven alapul:

- az 1999/92/EK számú úgynevezett üzemeltetési irányelven (ATEX 137) és
- a 2014/34/EU számú termékirányelven (ATEX 114).

E két irányelv célzottan szabályozza a robbanásveszélyes légkörben használt berendezések és védelmi rendszerek gyártására, üzemeltetésére és használatára vonatkozó követelményeket. A megelőző robbanásvédelem csak akkor valósítható meg hatékonyan, ha a potenciális veszélyforrásokat és gyújtási kockázatokat időben azonosítják, és azok kiküszöbölésére megfelelő műszaki és szervezési intézkedéseket alkalmaznak.

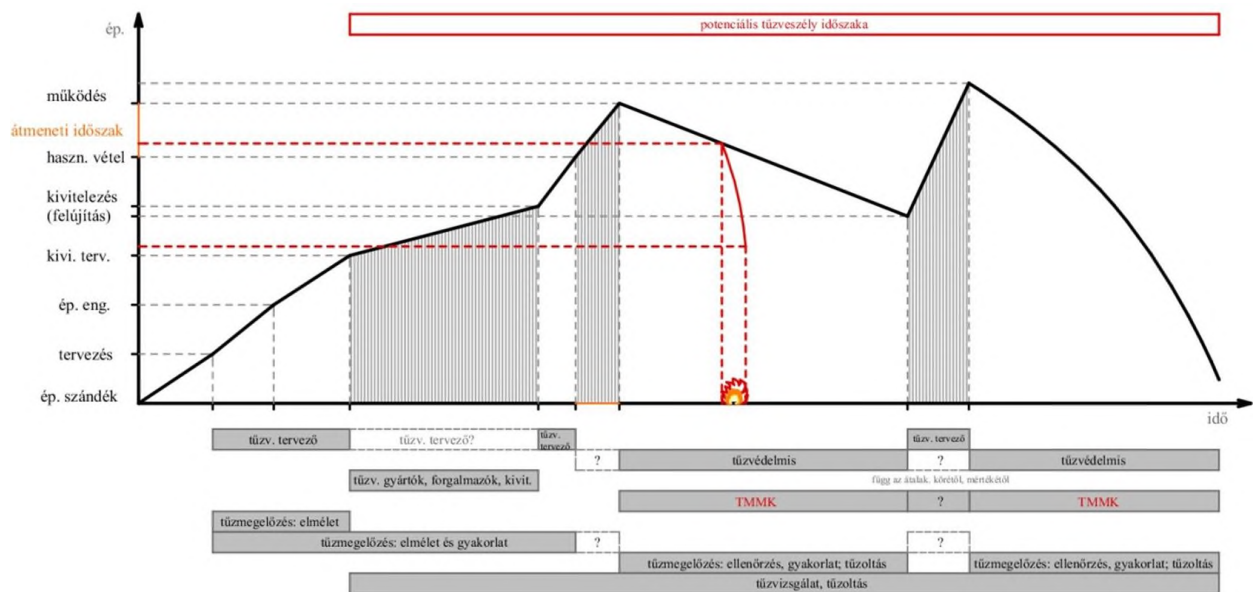
A robbanásveszélyes technológiák alkalmazása során Magyarországon három alapvető követelményrendszer teljesítése elengedhetetlen a jogszabályi megfelelés és a biztonságos üzemeltetés biztosítása érdekében, amelyeket az 1. táblázat foglalja össze az átláthatóság érdekében:

1. Jogszabályi és műszaki megfelelés igazolása: Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) engedélyezési és felügyeleti rendszerének megfelelően kiemelt figyelmet kell fordítani a zónabesorolás, a műszaki dokumentáció és a megfelelőségi igazolások meglétére.
2. Üzemeltetői kötelezettségek teljesítése: Az ATEX 137 irányelv és annak hazai megfelelője alapján az üzemeltető köteles biztosítani a robbanásveszély megelőzését, a megfelelő technológiai eszközök alkalmazását, valamint a munkavállalók egészségének és biztonságának védelmét.
3. Gyártói megfelelés biztosítása: Az ATEX 114 irányelv értelmében a gyártóknak garantálniuk kell, hogy az általuk forgalomba hozott berendezések megfeleljenek a robbanásvédelmi követelményeknek, a megfelelő kategóriába tartozzanak, teljesítsék

az alkalmazandó szabványokat, és rendelkezzenek tanúsítással, valamint robbanásbiztos jelöléssel. VERESS [2023]

1.táblázat A robbanásveszélyes technológiák alkalmazása során betartandó jogi és műszaki követelményrendszer Forrás: VERESS [2023]		
OKF követelmény rendszere	Követelmények az üzemeltetővel szemben -ATEX 137- 99/92/EG	Követelmények a gyártóval szemben -ATEX 114- 2014/34/EU
54/2024.(XII.5.) BM rendelet, 22/2009.(VII.23.) ÖM rendelet, 1996.évi XXXI. Törvény	Vonatkozó rendelet: 3/2003. (III.11.) FMM-ESZCSM rendelet	Vonatkozó rendelet: 35/2016.(IX.27.) NGM rendelet
Fokozottan tűz-és robbanásveszélyes gép, eszköz, berendezés	Zónabesorolás, megfelelő berendezés kiválasztása	Alkalmazási területek definiálása, kategóriához hozzárendelés
Minden tűz- vagy robbanásveszélyes technológia		
0/20-as Zóna	0/20-as Zóna	Kategória 1: G/D
1/21-es Zóna	1/21-es Zóna	Kategória 2: G/D
2/22-es Zóna	2/22-es Zóna	Kategória 3: G/D
Rb TvMI	Szerelési, telepítési utasítások betartása	Vonatkozó szabványok betartása
Robbanásvédelmi tervfejezet	Robbanásvédelmi dokumentáció készítése	Készülék tanúsítása és jelölése a gáz és porrobbanásveszélynek megfelelően G ill. D
Zónabesorolás dokumentáció	Zónabesorolás, zónatérkép készítése	
Tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány	Gyújtóforrás analízis, felülvizsgálat	
Tűzvédelmi célú vizsgálat	Munkaköri kockázatértékelés	

Komplexitását tekintve és vizsgálva tűz- és robbanásvédelem szempontjából alapvető fontosságú, hogy a létesítményhez kapcsolódó szereplők – tervezők, kivitelezők, üzemeltetők, karbantartók és hatóságok – felelősségi köreit egy létesítmény teljes életciklusán keresztül vizsgáljuk. Ez a vizsgálat a létesítéskori elvárt biztonsági szintből indul ki, amely a vonatkozó jogszabályok és műszaki követelmények szerint határozza meg a minimálisan teljesítendő biztonsági feltételeket. Az életciklus során azonban számos olyan változás következhet be – például technológiai módosítás, felújítás, bővítés vagy jogszabályi, szabványi változás –, amelyek hatással lehetnek a létesítmény tűzvédelmi helyzetére. Ezek a változások szükségessé teszik a biztonsági szint újraértékelését és adott esetben a felelősségi körök újra definiálását is. Kiemelt jelentőségű, hogy minden szereplő tisztában legyen a saját kötelezettségeivel és azokkal az elvárásokkal, amelyek a különböző életciklus fázisokban rá hárulnak. ÉRCES [2019] Ezt a követelményt mutatja be az 1. ábra.



1. ábra: Tűzvédelmi helyzet az életciklusban

Forrás: ÉRCES [2019]

2.1.2. A robbanás elleni védelem módszertana és folyamata

A robbanás elleni védelem módszertana:

A Robbanás elleni védelem [TvMI 2025] alapján, a robbanás megelőzése érdekében a robbanás elleni védelem során, egy strukturált módszertant kell követni. A robbanás elleni védelem célja, a robbanásveszélyes anyagokkal kapcsolatos kockázatok feltárása és kezelése a megfelelő biztonsági szint elérése érdekében.

A védekezés lépései a következők:

- **Robbanásveszélyes anyagok azonosítása** – a feldolgozott, tárolt, szállított anyagok vizsgálata a robbanásveszélyes tulajdonságaik alapján.
- **Zónabesorolás** – az éghető anyagok jelenléte alapján a technológiai térségben robbanásveszélyes zónákat kell kijelölni, a vonatkozó szabványok szerint.
- **Zónák kiterjedésének szabályozása** – műszaki és szervezési intézkedésekkel a veszélyes terület minimalizálása.
- **Megfelelő berendezések alkalmazása** – csak az adott zónának megfelelő robbanásbiztos villamos és nem villamos berendezések használhatók.
- **Gyújtóforrások kizárása** – a munkafolyamatokat úgy kell kialakítani, hogy ne hozzanak létre gyújtóforrást.

- **Robbanás hatásainak csökkentése** – szükség esetén számítással igazolt műszaki megoldásokat (pl. lefűvató felületek, lángzárak, hasadó panelek, Q-box) kell alkalmazni.
- **Állapotfenntartás** – a robbanás elleni védelmi eszközök folyamatos működőképességét a technológia működése alatt biztosítani kell. [TvMI 2025]

A robbanás elleni védelem folyamata:

Tervezés:

„Az OTSZ 99.§ (1) bekezdésében foglalt előírások teljesülnek, ha megállapításra kerül a robbanásveszély mértéke és ettől függően olyan dokumentáció kerül összeállításra, melyből a tervezett technológia biztonságos üzemeltetése a tervezett környezetben igazolható.” [TvMI 2025]

A robbanásvédelmi tervfejezet célja, hogy igazolja a tervezett technológia biztonságos üzemeltetését a robbanásveszély mértékétől függően. Az OTSZ [2014] és a Robbanás elleni védelem [TvMI 2025] a tervezési kötelezettség attól függ, hogy a robbanásveszély elhanyagolható vagy kockázatot jelentő mértékű.

„A robbanásveszély mértékének meghatározása történhet a TvMI 13.5:2025.02.01. „B” mellékletben foglaltak szerint, vagy egyedileg, amit a technológia tervezője állapít meg. Amennyiben a robbanásveszély elhanyagolható, nem szükséges a robbanásvédelmi tervfejezet készítése. A kockázatot jelentő esetekben a TvMI 13.5:2025.02.01. 5.1.3. pont szerinti robbanásvédelmi tervfejezet készül.” [TvMI 2025]

„Megjegyzés: A robbanásvédelmi tervfejezet biztosítja a robbanásvédelemmel kapcsolatos követelmények teljesülését és a teljes létesítményre vagy technológiai rendszerre vonatkozó robbanás elleni védelmi koncepciót. Az elkészített tervfejezet hatással van a kapcsolódó tervekre is, ahol a tervezési folyamat során robbanásvédelmi megoldásokat alkalmazni szükséges.” [TvMI 2025]

A robbanásvédelmi tervfejezet célja, hogy részletesen bemutassa, hogyan valósulnak meg a robbanás elleni védelemre vonatkozó követelmények a tervezett technológia során. A tervfejezetben az elkészítésében részt vevő szakemberek rögzítik az alkalmazott jogszabályi előírásokat, a műszaki megoldásokat és az esetleges eltérések indoklását is.

A Robbanás elleni védelem [TvMI 2025] 4. fejezetében meghatározott módszertan szerint a robbanásvédelmi tervfejezet legalább az alábbi főbb tartalmi elemeket kell, hogy tartalmazza:

- **A technológia rövid ismertetése** és a tervezési határok pontosítása.
- **A robbanásveszély bemutatása**, különös tekintettel a veszélyeztető anyagokra.
- **A robbanásvédelmi szempontból releváns anyagjellemzők ismertetése** (például gyulladási hőmérséklet.)
- **A zónabesorolási dokumentáció** részletezése.
- **A berendezések védelmi szintjének leírása** – ideértve a villamos és nem villamos eszközöket is.
- **Kockázatelemzés**, amely igazolja, hogy a technológia megfelel a kívánt biztonsági szintnek üzemeltetés során is.

A tervfejezet ezen kívül részletesen kitér a robbanásvédelmi rendszerekre, úgymint:

- **Konstrukciós védelmi megoldásokra**, például robbanásálló építési mód, vagy nyomáscsökkentő szerkezetek, hasadó-nyíló felületek, lángzárak, Q-csövek, stb.
- **Műszeres védelemre**: reteszelések, szenzorok alkalmazása.
- **Beépített robbanásvédelmi rendszerekre**, mint a robbanáselfojtó rendszerek, szikragátak, gyorselzárók, inertizálások stb.
- **Biztonsági szint igazolása** a megfelelő műszaki szabványok alapján (MSZ EN 1127-1).
- **Kiürítési megoldások**, menekülési útvonalak, vészkijáratok kialakítása a Kiürítés című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv előírásai szerint.
- **Tápellátás biztosítása**, ha a robbanásvédelmi rendszerek működéséhez elengedhetetlen.
- **Elektrosztatikus feltöltődés és villámvédelem**, a Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv előírásai alapján.
- **Karbantarthatóság** biztosítása a rendszerek hosszú távú működőképessége érdekében.
- **Megfelelő jelölések** feltüntetése, például zónahatárok, földelési pontok, tiltások.

A robbanásvédelmi tervfejezetet – a beruházás előrehaladtával – a tervezés, kivitelezés és üzemelés során is felül kell vizsgálni. [TvMI 2025]

Zónabesorolási dokumentáció tartalma:

„A robbanásveszélyes terek robbanásveszélyes zónába sorolásának dokumentálására a zónabesorolási dokumentáció szolgál.

- A zónabesorolási dokumentáció tartalmazza (szükség szerinti részletezettséggel)
 - a) tervezési határok rögzítését,
 - b) a tervezett technológia rövid leírását,
 - c) robbanásveszély ismertetését,
 - d) robbanásvédelmi szempontból releváns anyagjellemzők ismertetését.
- A zónabesorolást jogszabályi előírás alapján, vonatkozó műszaki követelmény (pl. szabvány) szerint vagy iparági gyakorlat alapján kell elkészíteni, melyről írásos és – amennyiben a megértéshez szükséges – a zóna kiterjedését ábrázoló több nézőpontos rajzos anyagot kell készíteni. Az elkészült zónabesorolást (ha lehetséges) számítással és részletes műszaki indoklással szükséges alátámasztani.
Megjegyzés: A számítást úgy kell rögzíteni, hogy a későbbi felülvizsgálatoknál az alkalmazott módszerek, megállapítások és következtetések érthetőek és rekonstruálhatóak legyenek az eljáró szakemberek számára.
- Az OTSZ 99. § (1) bekezdésében foglaltak teljesülnek, amennyiben aktualizált zónabesorolási dokumentáció készül a technológiát érintő alábbi folyamatok esetében:
 - a) a teljes tervezési folyamat alatt,
 - b) technológia üzembe helyezésekor,
 - c) technológia átalakításakor, változásakor, amennyiben az befolyásolhatja a robbanásveszélyes térség kiterjedését vagy a védelem módját.” [TvMI 2025]

Kivitelezés:

Az OTSZ [2014] 99. § (1) bekezdésében meghatározott előírások teljesülésének feltétele, hogy a robbanásveszélyes technológia kivitelezése során az alábbi követelmények maradéktalanul teljesüljenek:

- A robbanásbiztos berendezések telepítése dokumentált módon és kizárólag a vonatkozó tervek alapján történhet.
- A robbanásbiztos berendezések és védelmi rendszerek telepítését kizárólag a vonatkozó jogszabály alapján megfelelő jogosultsággal rendelkező szakemberek végezhetik.

A kivitelezés lezárásakor a kivitelező köteles az alábbi dokumentumokat átadni a beruházó vagy üzemeltető részére:

- megvalósulási tervdokumentációk (építész, villamos, gépész, tűz- és robbanásvédelmi dokumentációk stb.),
- felelős műszaki vezetői és kivitelezői nyilatkozatok,
- a személyi feltételek teljesülésének igazolása,
- az EU-megfelelőségi nyilatkozatok a 35/2016. (IX.27.) NGM rendelet alapján,
- a robbanásbiztos berendezésekre vonatkozó ATEX szerinti tanúsítványok,
- Tűzvédelmi Megfelelőségi Tanúsítvány,
- magyar nyelvű gépkönyvek,
- villamos elosztók gyártói dokumentációja és darabvizsgálati jegyzőkönyvei,
- első villamos biztonsági felülvizsgálatról szóló minősítő irat (40/2017. (XII.4.) NGM rendelet szerint), amely magában foglalja:
 - villamos biztonsági felülvizsgálati jegyzőkönyvet,
 - kábelek szigetelési ellenállásának mérési jegyzőkönyvét,
 - villamos motorok túlterhelésvédelmi beállításainak ellenőrzését,
- robbanásbiztos villamos berendezések első szabványossági felülvizsgálata, amelynek ki kell terjednie a nem robbanásveszélyes térben elhelyezett, de a rendszerhez kapcsolódó berendezésekre is (pl. gyújtószikramentes leválasztók, ATEX tanúsított PTC-kártyák),
- ha gyújtószikramentes áramkörök kerültek kialakításra, azokra vonatkozóan RLC-vizsgálati jegyzőkönyv,
- elektrosztatikus feltöltődés és kisülés elleni védelemről készült szabványossági felülvizsgálati jegyzőkönyv,
- villámvédelmi rendszer részleges és első felülvizsgálati jegyzőkönyve,
- valamint minden technológia specifikus vizsgálati dokumentum, mint például reteszpróba jegyzőkönyv, IQ/OQ/PQ tesztek. [TvMI 2025]

Üzembe helyezés:

Az OTSZ [2014] 99. § (1) bekezdése szerinti kivitelezést követően az üzembe helyezés akkor tekinthető megfelelőnek, ha az alábbi követelmények teljesülnek:

- **Tűzvédelmi szempontú vizsgálat elvégzése:** Az 1996. évi XXXI. törvény 20. § (2) bekezdése alapján tűz- vagy robbanásveszélyes technológia bevezetése vagy forgalomba hozatala esetén kötelező tűzvédelmi szempontú vizsgálatot lefolytatni.

A vizsgálatról készült dokumentációnak legalább a következőket kell tartalmaznia:

- a vizsgálat helye és időpontja,
 - a vizsgálat tárgya,
 - a technológia rövid ismertetése,
 - az alkalmazott veszélyes anyagok bemutatása,
 - figyelembe vett jogszabályok és szabványok,
 - a robbanásveszélyes zónák besorolása,
 - a telepített tűz- és robbanásvédelmi rendszerek bemutatása,
 - teljes körű gyújtóforrás elemzés,
 - az üzemeltetéshez szükséges műszaki és személyi feltételek,
 - inertizálás vagy védőgáz alkalmazása esetén az oxigén határkoncentráció megfelelő szintjének igazolása,
 - a technológia tűzvédelmi minősítése (üzemeltethető-e vagy sem).
- **Helyszíni szemrevételezés:** A vizsgálat helyszíni ellenőrzéséről jegyzőkönyvet kell készíteni.
 - **Ismételt vizsgálat szükségessége:** A tűzvédelmi vizsgálatot meg kell ismételni, ha a robbanásveszélyes technológia bővítésen vagy módosításon esett át.
 - **Robbanásvédelmi tervfejezet figyelembevétele:** A vizsgálat során a vizsgálatot végző köteles a robbanásvédelmi tervfejezet tartalmát is figyelembe venni.
 - **Robbanásvédelmi követelmények teljesítésének ellenőrzése:** Az üzembe helyezés során meg kell vizsgálni, hogy a robbanás elleni védelemhez kapcsolódó előírások teljesülnek-e. (A 3/2003. (III.11.) FMM–ESzCsM együttes rendelet 4. § (8) bekezdése szerint.)
 - **Robbanásvédelmi dokumentáció megléte** Az üzemeltetés megkezdésének feltétele, hogy elkészüljön a vonatkozó jogszabály szerinti robbanásvédelmi dokumentáció. [TvMI 2025]

Ezek együttes megléte és megfelelő tartalma elengedhetetlen a biztonságos üzemeltetés megkezdéséhez és a robbanásvédelmi megfelelés igazolásához.

Üzemeltetés:

Az OTSZ [2014] 177. § (1) bekezdés g) pontja alapján, a robbanás elleni védelem megfelelő kialakítása és működőképességének fenntartása az alábbi feltételek teljesülése esetén tekinthető biztosítottnak:

- A telepített robbanás elleni védelmi rendszerek a **technológia teljes élettartama alatt működőképesek és biztosítottak.**
- Az **üzemelés során** az alábbi **dokumentációk** folyamatosan és naprakészen **rendelkezésre állnak:**
 - robbanásvédelmi dokumentáció,
 - érvényes és aktuális zónabesorolási dokumentáció,
 - a robbanásbiztos berendezések üzemeltetési, kezelési, karbantartási és javítási utasítása,
 - robbanásbiztos berendezések nyilvántartása (MSZ EN 60079-17 szerint),
 - takarítási terv porrobbanásveszélyes technológia esetén.
- **Technológiai módosítás esetén,** ha az befolyásolja a robbanásveszélyes tér kiterjedését vagy a védelem módját, a zónabesorolási dokumentációt frissíteni kell, és a robbanás elleni védelmet ennek megfelelően módosítani szükséges.
- A **kötelező felülvizsgálatokat elvégzik,** ideértve a villamos berendezések környezetének vizsgálatát és a zónabesorolás pontosítását az OTSZ [2014] 277. § (5) bekezdése alapján.
- A **felmerülő hiányosságokat pótolják,** és folyamatosan biztosítják a hasadó-nyíló felületek, légtechnikai rendszerek és légtérelenző eszközök megfelelő működését.
- A **használt eszközök és védőeszközök** az érvényes zónabesorolásnak megfelelőek.

Az OTSZ [2014] 177. § (8) bekezdése szerint a robbanásveszélyes térben csak olyan berendezések és eszközök használhatók, amelyek megfelelnek a zóna besorolásának, hőmérsékleti osztályának és az adott terület robbanásvédelmi követelményeinek. Ennek teljesítése az alábbiak szerint valósulhat meg:

- A robbanásveszélyes **zónákat jól látható és olvasható jelöléssel kell ellátni** (például: Zóna 1 IIB T4).
- A robbanásbiztos villamos és nem villamos berendezések **nyilvántartását naprakészen kell vezetni.** A berendezések egyedileg azonosíthatóak kell legyenek (például: sorszám, QR-kód, barcode stb.), az élettartam követés és a szükséges dokumentációk biztosítása érdekében.
- **Alkalomszerű tűzveszélyes tevékenység esetén figyelembe kell venni a robbanásvédelmi dokumentációban meghatározott feltételeket,** például: személyi kompetenciák megléte, légtér ellenőrzés.

- **A robbanásbiztos eszközöket a vonatkozó műszaki előírások szerint kell üzemeltetni és rendszeresen felül kell vizsgálni.** A hibák kijavításáról jegyzőkönyv készül, és csak a megfelelő karbantartás, javítás után lehet a berendezést tovább használni.
- **A szükséges javításokat és helyreállításokat kizárólag az MSZ EN 60079-19 szabvány szerint minősített műhelyek vagy gyártók végezhetik.** A beavatkozást követően a berendezést új jelöléssel kell ellátni, és az élettartamkövetés részeként dokumentálni kell. Mielőtt a javított berendezés újra üzembe kerül, részletes felülvizsgálaton kell átesnie. [TvMI 2025]

Ez az átfogó, szabványokon és jogszabályokon alapuló üzemeltetési gyakorlat biztosítja a robbanás elleni védelem folyamatos megfelelőségét és a létesítmény biztonságos működését.

2.1.3. A porrobbanás veszélye, a robbanóképes poros közegek és az éghető porok robbanási kockázatai

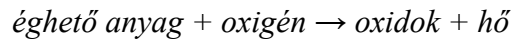
A porrobbanásokkal kapcsolatos területen fontos kiemelni, hogy önmagukban nem léteznek „robbanásveszélyes porok” – helyesebb megfogalmazás szerint éghető anyagok por alakú formái, amelyek meghatározott körülmények között robbanóképes elegyet képezhetnek a levegővel. A robbanóképes poros közeg kialakulása számos tényezőtől függ, így például az anyag kémiai összetételétől, szemcseméretétől, koncentrációjától, az oxidáló közeg jelenlététől, valamint a gyújtóforrások elérhetőségétől.

Az éghető porok robbanási veszélyét az adja, hogy megfelelően kis szemcseméret, megfelelő porkoncentráció, elegendő oxigén és gyújtóforrás együttes fennállása esetén a porfelhő képes hirtelen, láncreakciószerű energiakibocsátással elégni, amely nagymértékű túlnyomás kialakulásával járhat. Ezért a robbanásveszélyes poros közegek az ipari technológiákban kiemelt kockázatot jelentenek, különösen például a feldolgozóipar, az élelmiszeripar, a faipar, a gyógyszeripar és az energiaipar területén. A porrobbanások megelőzése érdekében elengedhetetlen a potenciálisan éghető anyagok azonosítása, robbanóképességük vizsgálata, valamint a megfelelő műszaki és szervezési védelmi intézkedések alkalmazása, figyelembe véve az érvényben lévő nemzeti és nemzetközi szabványokat, irányelveket.

A szakdolgozat tárgyának pontos megértéséhez fontos a vonatkozó fogalmak és összefüggések megismerése, valamint a robbanás elleni védelem értelmezéséhez és alkalmazásához nélkülözhetetlenek a következő szakkifejezések, amelyek a mellékletben találhatók.

A porrobbanás kialakulásának feltételei és befolyásoló tényezői:

A porrobbanás során gyors hőfelszabadulással járó kémiai reakció alakul ki:

Porrobbanást okozhatnak az alábbiak fő anyagcsoportok:

- természetes szerves anyagok (gabona, fa, len, cukor stb.),
- szintetikus szerves anyagok (műanyagok, szerves pigmentek, peszticidek, gyógyszerek stb.),
- szén és tőzeg,
- fémek (alumínium, magnézium, titán, cink, vas stb.).

Azok a porok, amelyek oxidáció szempontjából stabilak, – például szilikátok, szulfátok, nitrátok, karbonátok és foszfátok, homok, mészkő stb. – porfelhői nem képesek porrobbanásokat kialakítani.

Porrobbanás kialakulásának feltételei:

- A robbanás kialakulásához az alábbiaknak kell időben és térben egyszerre teljesülnie:
- éghető anyag jelenléte,
- oxidáló anyag,
- gyújtóforrás (megfelelő energiával rendelkezik ahhoz, hogy a porfelhőt be tudja gyújtani),
- porszemcsék diszpergált állapotban (lebegő porszemcsék),
- porszemcsék 0,5 mm-nél kisebb szemcseméretűek,
- porkoncentráció az alsó és felső éghetőségi tartomány között kell lennie,
- porszemcsék által kialakított porfelhőnek zárt, illetve félig zárt térben kell kialakulnia.

A porok robbanási tulajdonságai megállapíthatók szakirodalmi adatok alapján vagy laboratóriumi méréssel, melyet 2. ábra szemléltet, amely mellékletben található. Továbbá a 2. táblázat szemlélteti a robbanóképes szilárd anyagok robbanási alcsoportjait, amely szintén a mellékletben található.

A robbanás elleni védelem tervezési, létesítési és üzemeltetési szempontból egyaránt a következő módszereken alapszik:

A robbanásveszélyes környezetek kezelése során **elsődlegesen arra kell törekedni**, hogy a **robbanás kialakulását kiváltó anyagok jelenlétét megszüntessük**, vagy azok **menyiségét** olyan mértékben **csökkentsük**, hogy ne alakulhasson ki robbanóképes elegy. Ennek egyik módja lehet a robbanásveszélyes anyagok kiváltása vagy az égést tápláló közeg – például oxigén – koncentrációjának korlátozása.

Másodlagos lépésként, ha a robbanóképes közeg jelenléte nem kerülhető el, **meg kell akadályozni, hogy bármilyen gyújtóforrás bekerüljön a robbanásveszélyes térbe**. Az ilyen potenciális gyújtóforrások közé tartoznak többek között: forró felületek, mechanikai súrlódásból eredő szikrák, nyílt láng, forró gázok, elektromos szikrák, kóbor elektromos áram, elektrosztatikus feltöltődés, villámcsapás, elektromágneses és ionizáló sugárzás, ultrahang, gyors nyomásnövekedés (adiabatikus kompresszió), valamint öngyulladást okozó kémiai reakciók.

Harmadlagos intézkedésként, amennyiben **robbanás mégis bekövetkezne, annak hatásait a lehető legnagyobb mértékben korlátozni kell**. Ennek érdekében robbanásbiztonsági konstrukciós és műszaki megoldások alkalmazásával – például robbanásnyomás-levezető felületek, hasadó-nyíló elemek, robbanásleválasztó rendszerek – a robbanás következményei kezelhetők, illetve a személyi és anyagi károk minimalizálhatók. [TvMI 2025]

A robbanásveszélyes portérfogatok, robbanásveszélyes zónák meghatározására vonatkozó követelmények a mellékletben található.

A robbanásveszélyes zónák típusai az alábbi kategóriákba sorolhatók, melyek részletes leírása a mellékletben található:

Robbanásveszélyes zóna alatt olyan teret értünk, ahol a levegő és egy éghető anyag keveréke robbanóképes légkört alkot, amely meghatározott körülmények között jelen van, vagy várhatóan kialakulhat és gyújtóforrás jelenlétében robbanást okozhat.

- **Zóna 20:** állandó vagy gyakori jelenlét (pl. silók belseje),
- **Zóna 21:** időszakosan jelenik meg normál üzemben (pl. töltő-lefejtő pontok),
- **Zóna 22:** ritkán és rövid ideig fordul elő (pl. poros raktári terek).

A robbanásveszélyes térségekben alkalmazható megfelelő villamos és nem villamos gyártmányok kiválasztásához a következő információk szükségesek:

- a robbanásveszélyes térség besorolása, beleértve a gyártmányvédelmi szintre vonatkozó követelményeket, ahol értelmezhető;
- a gáz, gőz vagy por besorolása a villamos gyártmány alkalmazási csoportjának- vagy alcsoportjának megfelelően, ahol értelmezhető;
- az adott gáz vagy gőzhőmérsékleti osztálya vagy gyulladási hőmérséklete;
- az éghető porfelhő legkisebb gyulladási hőmérséklete és az éghető porréteg legkisebb gyulladási hőmérséklete;
- a gyártmány tervezett alkalmazása; – külső hatások és környezeti hőmérséklet. VERESS [2020]

A 2014/34/EU ATEX irányelv és hatályos átültető magyar jogszabály a 35/2016.(IX.27.) NGM rendelet szerint a következő minimális információkat kell feltüntetni minden olyan eszközön, védelmi rendszeren és berendezésen, amelyet robbanásveszélyes légkörben használnak (3.táblázat):

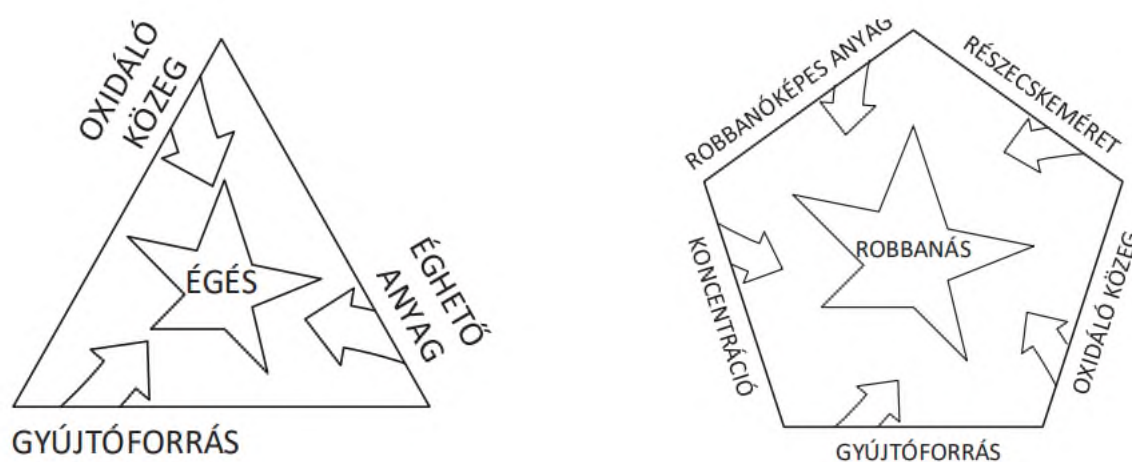
- A gyártó neve, bejegyzett kereskedelmi neve vagy bejegyzett védjegye és címe.
- CE-jelölés és az érintett bejelentett szervezet száma.
- A sorozat és a típus megnevezése.
- Adott esetben a tétel- vagy sorozatszám.
- A gyártás éve.
- A robbanásvédelmi szimbólum, majd az készülékcsoportot és a kategóriát azonosító szimbólum.

3.táblázat ATEX berendezések jelölése Forrás: VERESS [2020]		
2014/34/EU (ATEX) jelölés	IEC/CENELEC Termékmegjelölés	
ATEX követelmény	Gáz	Por
Ex= Robbanásvédelmi jelölés	Ex= Robbanásvédelmi jelölés	Ex=Robbanásvédelmi jelölés
2= Kategória	de= Gyulladási mód	tb= Gyújtási mód
G= Gáz, gőz vagy köd	IIC= Robbanásvédelem típusa	IIIC = Robbanásvédelmi csoport
D=Por	T6= Hőmérsékleti osztály	T6 = Max. felületi hőmérséklet
	GB= Készülékvédelmi szint (EPL)	GB= Készülékvédelmi szint (EPL)
		IP XX= IP védelmi fokozat

2.1.4. Az égés és porrobbanás feltételrendszere, valamint a porrobbanási jellemzők meghatározására alkalmazott mérési eljárások

A porrobbanások kialakulásának megértéséhez alapvető fontosságú az égés feltételrendszerének ismerete. Az égési folyamathoz három alapvető tényező együttes, térben és időben való jelenléte szükséges: éghető anyag, oxidáló közeg és gyújtóforrás.

Siménfalvi és szerzői társai tudományos közleményben [SIMÉNFALVI ET AL, 2023] mutatják be ezt a kapcsolatot az úgynevezett égési háromszöget, melyet az 2. ábra bal oldala szemlélteti. Robbanás bekövetkezéséhez ezen felül szükséges a zárt tér jelenléte és az éghető anyag koncentrációjának robbanásra alkalmas tartományba esése – így alakul ki a robbanási ötszög, melyet az 2. ábra jobb oldala szemléltet.



2.ábra: Az égés bekövetkezésének feltételrendszere (bal oldal) és a robbanás bekövetkezésének (jobb oldal)

Forrás: SIMÉNFALVI ET AL [2023]

Az éghető anyag lehet gáz (például metán), gőz (például etanol vagy benzin gőze, esetleg különböző oldószerek) vagy por (például napraforgómag-héj pora). Az oxidáló közeget leggyakrabban a levegő oxigéntartalma adja, bár más közegek is hatékonyan segítik a gyulladást (például nitrogén-oxid vagy klór). Gyújtóforrások közül a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által összefoglalt Tűzvédelmi Műszaki Irányelv összesen 13 félé típust határoz meg, ezek közül a leggyakrabban a következők fordulnak elő: forró felületek (pl. kazánok felülete), mechanikus szikrák (pl. súrlódó csapágyak, leeső csavarok), láng, forró gázok (pl. dohányzás, égetők környezete), elektromos szikra (pl. elektronikai eszközök), elektrosztatikus feltöltődés (pl. műszálas ruházat), villámvédelem stb. Röviden gyújtóforrásként funkcionálhat bármi, ami elegendő energiát képes biztosítani a gyulladás

bekövetkezéséhez. A gyulladáshoz szükséges energia mértéke az anyag fizikai és kémiai tulajdonságaitól függ. Zárt térben egy porrobbanás akár 10–12 bar_g maximális nyomást is elérhet, amely jelentős mechanikai károkat okozhat.

A robbanás hevességét jellemző főbb paraméterek:

- Maximális robbanási túlnyomás ($P_{\max}$),
- Maximális nyomásemelkedési sebesség ($(dP/dt)_{\max}$),
- Alsó és felső robbanási határértékek (LEL és UEL).

Ezen paraméterek ismerete alapvető fontosságú a robbanásvédelmi intézkedések tervezése szempontjából. A robbanási konstans (K_{st}) meghatározása lehetővé teszi a különböző anyagok robbanási hevességének összehasonlítását, a robbanás erősségére (K_{st}) értékéből lehet következtetni. Ennek alapján a porokat három veszélyességi kategóriába sorolják (St-1, St-2, St-3). Ezek az osztályok adnak iránymutatást a robbanóképességre és a biztonsági elemek méretezésére vonatkozó követelményekkel kapcsolatban, amelyet 3. táblázat szemléltet. Amennyiben az adott porra jellemző robbanási konstans zérus, a por nem robbanóképes. [SIMÉNFALVI ET AL, 2023]

4. táblázat Porok veszélyességi osztályai és azok jellemzői Forrás: (TvMI [2025])			
Porrobbanási osztály	K_{st} [bar m/s]	Robbanási tulajdonság	Por típus
St 0	0	Nincs robbanás	nem robbanóképes porok
St 1	$0 < K_{st} < 200$	Gyenge robbanás	liszt, cukor
St 2	$200 \leq K_{st} < 300$	Erős robbanás	szerves pigmentek, fa por
St 3	$300 \leq K_{st}$	Nagyon erős robbanás	fémporok, pl.: alumínium

A fenti ismeretek birtokában könnyen belátható, hogy a porok minimális gyulladási hőmérsékletének, minimális gyújtási energiájának, robbanóképességének, robbanási határértékeinek és robbanási jellemzőinek megállapítása a megfelelő szintű védelem kialakításának alapja. [SIMÉNFALVI ET AL, 2023]

Az égés Turns [2000] szerint olyan gyors oxidációs folyamat, mely hőfelszabadulással vagy egyidejű hőfelszabadulással és fényjelenséggel jár, vagy pedig lassú oxidáció mely relatíve alacsony hőfelszabadulással, látható fényjelenség nélkül megy végbe. MIKÁCSÓ [2022]

Mikáczó Viktória [2022] Phd értekezésében fejti ki, hogy a robbanás egy igen gyors égésnek tekinthető, szintén energiaszabadulással járó reakció. Kétféle típusát különböztethetjük meg, a közben lezajló fizikai-kémiai változások alapján, fizikai és kémiai robbanást. Zárt rendszerű és lefűtatott robbanási folyamatok esetén a két mechanizmus együttesével számolhatunk, változó arányban. Hevességét tekintve kétféle módon zajlik a lángterjedés: deflagráció és detonáció.

- Deflagráció: a legáltalánosabb lángterjedési mód. Az el nem égett gázhoz viszonyítva hangsebesség alatti lángterjedési sebességgel jellemezhető reakció, melyben a tipikus lángterjedési sebesség 1 és 1000 m/s közé esik.
- Detonáció: ez esetben az el nem égett gázhoz viszonyított hangsebességnél nagyobb sebességű lángterjedéssel jellemezhető a folyamat. A deflagráció a lángterjedés és egyéb részecskemozgási folyamatok következtében átalakulhat detonációvá.

MIKÁ CZÓ [2022]

Robbanóképességet befolyásoló tényezők:

A porrobbanás kialakulására számos fizikai és kémiai tényező gyakorol hatást, melyek ismerete alapvető fontosságú a megfelelő robbanásvédelmi intézkedések meghatározásához.

- Szemcseméret: A kisebb szemcseméret elősegíti a homogénebb porfelhő kialakulását és gyorsabb lángterjedést eredményez. A nagyobb szemcsék égése jellemzően lassabb, kevésbé veszélyes.
- Robbanóképes anyag típusa és koncentrációja: Robbanás csak az alsó (LEL) és felső (UEL) koncentrációs határok között következhet be. Lebegő porok esetében a robbanás alsó határa jellemzően 50–100 g/m³.
- Oxidáló közeg koncentrációja: A levegő oxigéntartalma jelentősen befolyásolja az égés hevességét. 21 V/V% felett az égési sebesség nő, míg 10 V/V% alatt a lángfenntartás akadályozott. TASNEEM [2006]
- Turbulencia: A turbulens áramlások meggyorsítják a lángterjedést és növelik a robbanási hevességet.
- Inert anyag hozzáadása: Az éghető porokhoz adagolt inert anyagok csökkenthetik a robbanás súlyosságát és akár meg is akadályozhatják azt.
- Gyúlékony gázok jelenléte: A robbanásveszély növekszik, ha a rendszerben gyúlékony gázok is jelen vannak, mivel ezek csökkentik a gyulladáshoz szükséges minimális energiát.

- Poreloszlás és gyújtási hely: A robbanás heveessége függ a por koncentrációjának eloszlásától és a gyújtás helyétől; nagyobb térbeli terjedés nagyobb robbanási nyomást eredményezhet.
- Gyújtóforrások jellege: A nagyobb energia- és intenzitású gyújtóforrások jelentősebb robbanási túlnyomást generálnak.

Készüléktérfogat: A robbanási nyomás a készülék térfogatával arányosan nő, míg a nyomásemelkedési sebesség csökken, összhangban a köbös törvénnyel. MIKÁ CZÓ [2022]

A robbanások megelőzése és a bekövetkezése esetén fellépő károk mérséklése az ipari gyakorlat egy rendkívül fontos területe, amely kiterjedt jogi és szabványi szabályozással bír. Az Európai Parlament és a Tanács 1999/92/EK irányelve kimondja, hogy a munkáltató kötelezettségei közé tartozik a robbanások megelőzése és a robbanásvédelem, valamint a robbanási kockázatok felmérése. A robbanási kockázatok kezelése három védelmi szinten történik.

Ennek megvalósítási alapelvei a következők:

- A robbanásveszélyes légkör kialakulásának megelőzése, azaz az **elsődleges védelmi intézkedések alkalmazása**. Ide tartozik pl. a korábban említett porrobbanási ötszög legalább egy feltételének kiküszöbölése, mint a robbanásveszélyes anyag kiváltása a technológiában, vagy inertizálás (nem éghető védőgázok használata a kritikus helyzetek megelőzésére vagy a nemkívánatos reakciók elkerülésére vagy csökkentésére). Porrobbanások esetén kivételt képez ez alól a behatároltság megszüntetése, mivel ez önmagában még nem jelenti a robbanás lehetőségének kizárását.
- A robbanásveszélyes légtér begyulladásának elkerülése, azaz a **másodlagos védelmi intézkedések alkalmazása**, amely a lehetséges gyújtóforrások kialakulásának megakadályozását takarja.
- A robbanás hátrányos hatásainak az enyhítése a munkavállalók egészségének és biztonságának a biztosítása érdekében, azaz a **harmadlagos védelmi intézkedések alkalmazása**, például robbanási nyomásálló építési móddal, lefűvósos védelem alkalmazásával, elfojtással stb.

Ezeket szükség szerint a robbanás tovább terjedése ellen ható intézkedésekkel kell ötvözni, illetve kiegészíteni, továbbá rendszeresen és minden olyan alkalommal felül kell vizsgálni, amikor a körülményekben lényeges változások állnak be. Ennek megfelelően a harmadlagos védelem számos típusát különböztethetjük meg: a robbanásterjedés szakaszolása,

elkülönítése, az elfojtás, a lefűtatás, valamint a veszélyes készülék vagy üzemrész megfelelő létesítési helyének kiválasztása. Ahogyan a [TvMI 2025] is javasolja, nemcsak az abban foglalt számítási módok, hanem a nemzeti szabványok alkalmazása is megfelelő műszaki megoldásnak tekinthető a robbanás elleni védelmi megoldások tervezése és alkalmazása során. SIMÉNFI ET AL [2023]

A nemzetközi szabályozási környezetben a porrobbanás elleni védelem tervezése során – különböző biztosító társaságok által is gyakran megjelennek és az elvárt műszaki követelmények figyelembevételével – célszerű alkalmazni az olyan irányadó szabványokat és útmutatókat, mint például az NFPA 68 (deflagrációk nyomáscsökkentése), NFPA 69 (robbanásmegelőző rendszerek), NFPA 499 (éghető porokkal kapcsolatos villamos berendezések besorolása), NFPA 654 (szilárd részecskék feldolgozásából eredő robbanások megelőzése), valamint a VDI 2263 (porrobbanások kockázatértékelése és megelőzése) és VDI 3673 (porrobbanások nyomáslevezetése). [NFPA 68]

A porrobbanásra veszélyes iparági területeken többféle vizsgálati módszer alkalmazható annak meghatározására, hogy az adott alapanyagok esetében indokolt-e robbanásvédelmi intézkedésekkel foglalkozni. A porrobbanásra veszélyes környezetek azonosítása és a megfelelő védelmi intézkedések megtervezése érdekében szükséges az anyagok robbanási és gyulladási tulajdonságainak pontos vizsgálata. [SIMÉNFI ET AL, 2023]

A mellékletben rövid áttekintésre kerülnek azok a vizsgálati eljárások, amelyeket a vonatkozó nemzetközi és hazai szabványok részletesen szabályoznak.

2.1.5. Az élelmiszeripari porok éghetősége és robbanási jellemzői

Az élelmiszeripari alapanyagok megtermelése, feldolgozása fontos nemzetgazdasági feladat, különös tekintettel a kenyérgabona. Magyarország természeti adottságainak köszönhetően kiváló feltételeket biztosít a gabonafélék termesztésének, ennél fogva a feldolgozóipar is jelentős. Folyamatosan fejlődik a különféle porított élelmiszeripari alapanyagokat előállító ágazat is. Az élelmiszeripari porok előállítása, feldolgozása, legtöbb esetben tűzveszéllyel is járó folyamatok. Ebből a szempontból különösen veszélyes a malomipar – de a porított élelmiszerek feldolgozása során sem elhanyagolható a veszély – ugyanis porrobbanás bekövetkezésével is számolni kell. Ez a jelenség a modern technológiai berendezések alkalmazása mellett is bekövetkezhet, megelőzése fontos feladat. Kuti és szerző társai foglalkoznak részletesebben az élelmiszeripari porrobbanás veszélyeivel, amely során kifejtik, hogy korábbi kutatások bizonyították, hogy minden éghető anyag pora hajlamos porrobbanásra. A legtöbb fajta éghető porral az élelmiszeripar különböző területein

találkozunk, ezek a lisztel, cukorral, kakaóval, keményítővel, kávéval, fűszerekkel, táplálék kiegészítőkkel stb. foglalkozó ágazatok. A termelés növelésének érdekében a technológiai folyamatokat korszerűsítették. Új őrlő, keverő, pneumatikus szállító berendezések rendszeresítésével nőtt a feldolgozásra kerülő, ezáltal a tárolt anyagok mennyisége is, ami növelte a porrobbanások kockázatát. [KUTI ET AL, 2016]

Pornak nevezünk minden szerves vagy szervetlen vegyületet, anyagőrléssel, osztályozással, vagy más módon keletkezett frakcióinak az összessége. 0,004 mm-nél nem nagyobb szemcseméretet jelent. Számos munkafolyamatban előfordul a porzás (pl.: kemény anyagok aprításánál). SPISÁK [2011]

A porokat a tüzeik alapján lefolytatott vizsgálatok során a következő csoportba soroljuk:

5.táblázat Éghető porok vizsgálata tűzveszélyességi jellemzőik alapján Forrás: SPISÁK [2011]	
Fa, faipari termék	32%
Papír	2%
Szén, tőzeg	9%
Élelemiszer, takarmány	25%
Műanyagok	13%
Fémek	13%
Egyéb	6%

Az esetek nagy része megmutatja, hogy a szerves porok éghetők. A porok egy része öngyulladásra hajlamos, míg a más részük könnyen gyullad. SPISÁK [2011] Ez az eloszlás azt szemlélteti a 4. táblázatban, hogy mely anyagcsoportok porai jelentik a legnagyobb tűz- vagy robbanásveszélyt az ipari környezetben.

A por égésének, robbanásának reakciósebessége annál nagyobb, minél finomabbak a porszemcsék. Porrobbanás szempontjából általában a 100 μm -nél kisebb frakciók a veszélyesek. Robbanási határkoncentrációval jellemezzük a por-levegő keveréket. Alsó robbanási határkoncentráció mértékegysége g/m^3 . A reakcióképes por egységnyi térfogatú és meghatározott állapotú levegőben mérhető legkisebb mennyisége, amelynél külső gyújtóforrás, vagy meghatározott hőmérséklet emelkedés hatására a keverék már felrobban. Felső robbanási határkoncentráció mértékegysége szintén g/m^3 . A reakcióképes por egységnyi térfogatú és meghatározott állapotú levegőben mérhető legnagyobb mennyisége, amelynél külső gyújtóforrás, vagy meghatározott hőmérséklet emelkedés hatására a keverék már nem

robban fel. A porok felső robbanási határkoncentrációja olyan magas, hogy a legtöbb esetben gyakorlati jelentősége nincs, hiszen ilyen koncentrációt alig lehet elérni.

A különféle éghető anyagok pora a gyújtóforrás energiájától függően különféleképpen viselkedik, ezért a porokat tűzveszélyességük alapján három csoportba sorolhatjuk:

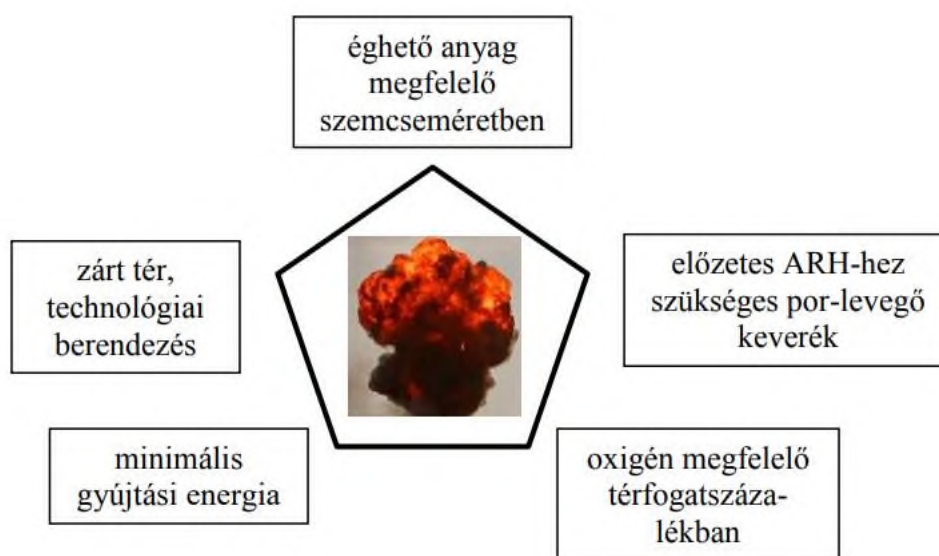
- **A könnyen gyulladó éghető anyagok pora**, már alacsony koncentráció mellett, csekély energiájú gyújtóforrás (akár egy szikra) hatására is meggyullad és az égés gyorsan terjed a teljes portérfogatban. Ebbe a csoportba sorolhatók leginkább az élelmiszeripari porok, többek között a liszt, a cukor, a keményítő, a kakaó.
- **Közepesen gyulladó éghető anyagok porai**, amelyek csak magas porkoncentráció és nagyobb energiájú gyújtóforrás hatására kezdenek égni (elektromos ív). Ebbe a kategóriába például a fűrészpor, a bőr pora tartozik.
- **A nehezen éghető porok csoportjába azok a porok tartoznak**, amelyek bár éghető anyagok, nem képesek arra, hogy a levegőben tartósan lebegjenek. Ezek a porok, porkeverékek közönséges körülmények között nem gyújthatók meg.

A por meggyújtása és az égésnek a por teljes tömegére történő áttérjedése, csak az éghető por és levegő-keverék meghatározott aránya esetén lehetséges.

A következő táblázat különféle élelmiszeripari por-levegő elegyek éghetőségi, robbanási jellemzőit tartalmazza. Fontos leszögezünk, hogy a táblázat adatai laboratóriumi vizsgálatokon alapulnak. A porképződéssel járó technológiát alkalmazó üzemekben tűz megelőzési szempontból fontos, hogy a képződő por alsó robbanási határértékét és koncentrációját üzemi feltételek között kell meghatározni, ugyanis a laboratóriumi eredményektől adott esetben kisebb-nagyobb eltérés is mutatkozhat. [KUTI ET AL, 2016]

6.táblázat: Élelmiszeripari por-levegő elegyek éghetőségi, robbanási jellemzői			
Forrás: KUTI ET AL [2016]			
Anyag név	Gyulladási hőmérséklet °C		Alsó robbanási határ a levegőben (20°C, 0,1MPa) g/m ³
	Lerakódott por	Lebegő por	
búzapor	290	420-485	70
búzaliszt	220	380	40
burgonyakeményítő	210	380	25
cukor	elolvad	360	77
tejcukor	elolvad	450	83
kávé	240	410	85
kakaó	200	420	45
fahéj	230	440	40
földimogyoró	210	460	45
kekszliszt	250	480	55

A gabonaipari tevékenységre, de más száraztermék előállításával foglalkozó élelmiszeripari ágazatra is különösen jellemző a kiporzás. A gabona maga is éghető anyag, azonban a feldolgozási folyamatok, tisztítás, koptatás, őrlés, szitálás, keverés, a kész lisztek, valamint további termékek zsákokba, zacskókba töltése során a technológiai berendezéseket körülvevő levegő a finom porral keveredik, ami gyújtóforrás, akár egy szikra hatására is belobbanhat, és kinetikai égés játszódik le. A porrobbanás során tehát a nagy fajlagos felülettel rendelkező kis szemcse nagyságú szilárd anyagok (porok) levegőben történő elkeveredésével robbanóképes elegy keletkezik, amely a megfelelő energiájú gyújtóforrás hatására belobban és robbanásszerűen elég. A különféle porok szemcseméretei széles határok között mozognak, porrobbanás szempontjából nagyobb veszélyt a kisméretű szemcsék jelentenek, mert azok hosszabb ideig képesek lebegni a levegőben, ezzel biztosítva a porrobbanáshoz szükséges keverék jelenlétét. Az égési folyamat csak akkor játszódik le, ha az égés általános feltételei azonos térben és időben vannak jelen. A porrobbanás leírásából kitűnik, hogy a kinetikai égéshez további feltételek is szükségesek, melyeket a következő 3. ábra szemléltet



3.ábra: A zárt térben bekövetkező porrobbanás feltételei

Forrás: KUTI ET AL [2016]

A 3. ábrából kitűnik, hogy a porrobbanás bekövetkezéséhez szükséges a megfelelő szemcseméretű por és levegő előzetes keverékének kialakulása az alsó robbanási határértékhez szükséges koncentrációban. További fontos feltétel, hogy a keverék zárt térben alakuljon ki. Természetesen ennek az öt feltételnek is azonos térben és időben kell jelen lenni. A fenti összefüggések alapján, a gabona- és élelmiszeripari porok porrobbanás szempontjából különösen veszélyesnek tekinthetők, mivel számos olyan fizikai és kémiai jellemzővel

rendelkezik, amelyek elősegítik a robbanásveszély kialakulását az egyes technológiai folyamatok során. A téma jelentőségének alátámasztására a dolgozat néhány, korábban bekövetkezett porrobbanással történő esemény bemutatásával szemlélteti a veszélyek valóságát és relevanciáját. [KUTI ET AL, 2016]

A mezőgazdasági termények és késztermékek gyulladási hőmérséklete jelentős szerepet játszik a robbanás- és tűzvédelmi kockázatok értékelésében. A MŰKI (Műszaki Kutató Intézet) 1975-ös mérései alapján megállapítható (6.táblázat), hogy az egyes alapanyagok gyulladási hőmérséklete széles tartományban mozog: például a rizsliszt már 330 °C-on, míg a búzadara csak 420 °C-on gyullad meg. A napraforgó esetében 345 °C-os gyulladási hőmérsékletet mértek, míg a napraforgó dara – feldolgozott állapotának köszönhetően – magasabb, 410 °C-os gyulladási hőmérséklettel rendelkezik. Ez azt mutatja, hogy a feldolgozott termékek (darák, lisztek) éghetőségi tulajdonságai módosulnak, gyakran magasabb gyulladási hőmérséklet mellett is jelentős robbanásveszélyt képviselnek a finomabb szemcseméret és a nagyobb aktív felület miatt.

7.táblázat: Mezőgazdasági termények, alapanyagok és késztermékek, gyulladási hőmérséklete Forrás: (MŰKI mérési eredményei alapján 1975)		
Sor-szám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet °C
1.	Árpa	400
2.	Búza	360
3.	Búzadara	420
4.	Búzakorpa	375
5.	Földi dió	400
6.	Gyapotmag dara	405
7.	Hántolt sárgaborsó	345
8.	Hántolt zöldborsó	345
9.	Kukorica	395
10.	Korpa	355
11.	Lucernaliszt	360
12.	Napraforgó	345
13.	Napraforgó dara	410
14.	Premix IV.	410

A következőkben bemutatásra kerülő esetek egyértelműen igazolják, hogy a gabona- és élelmiszeripari technológiák különösen azokban a technológiai folyamatokban, ahol finom szemcséjű porok képződnek fokozott figyelmet kell fordítani a porrobbanás megelőzésére. A robbanásveszélyes környezetek biztonságos kialakítása és fenntartása érdekében alapvető követelmény a megfelelő műszaki ismeretek alkalmazása, a technológiai fegyelem betartása, a korszerű porkezelési technológiák integrálása, karbantartási, felülvizsgálati rendszerek

működtetése, valamint a vonatkozó robbanásvédelmi előírások és szabványok maradéktalan betartása.

Robbanás egy lisztraktárban:

Az első írásos esettanulmányt Count Morozzo készítette 1785-ben Torinóban a történekről. Giacomelli pékségében történt lisztrobbanást írja le teljes részletességgel, ez az első dokumentum, ami porrobbanásról szól. A raktárba beérkezett zsákolt lisztet helyezték el egy száraz helységben. Itt egy inas kiöntötte a zsákok tartalmát, majd belapátolta a raktárba. A raktár a pékség felett helyezkedett el. 6 láb magas, 6 láb széles és nagyjából 8 láb hosszú volt. Lapátolás közben a belapátolt liszt egy része visszacsúszott és a földet érés után egy lisztfelhő képződött. A felhő akkora volt, hogy a plafonon lévő lámpás lángja képes volt begyújtani. A robbanás több szerencsétlen tényező együttes hatása váltotta ki, száraz nyári napon történt, a liszt alacsony nedvességtartalmú volt, illetve a helységben lévő nyílt láng jelenléte. A robbanásban az inas, illetve a helység melletti házban lévő férfi sérült meg. Az épület ablakai betörték, illetve az ablakkeretek sérültek. [BOKROS ET AL, 2009]

Terményszárító robbanás:

Kaposfüreden 2006. október 24-én kettős halálos munkabaleset következett be egy terményszárító üzemeltetése közben, amikor a terményszárító pihentető tartályának belsejében porrobbanás következett be, amelynek hatására a tartály felhasadt és a kiömlő forró termény a tartály melletti helyiséget elárasztva a benne tartózkodó két munkás fulladásos halálát okozta. A robbanást követő állapotot az 1. képen látható felvétel szemlélteti, amely a vizsgálat során készült. A balesetvizsgálat megállapította, hogy az egyenpotenciálra hozó hálózat kiépítése nem történt meg. Előzőleg az üzem dolgozói a kiporzás megakadályozására a kapcsolódó csövégek köré, közé műanyag zsákdarabokat tömtek, a nyílásokat purhabbal tömítették, ennek hatására a belső térben megnőtt a porkoncentráció értéke, aminek csökkentéséről elszívással nem gondoskodtak, másrészt a csődarabok villamos szempontból elszigetelődtek egymástól, ami lehetővé tette az egyes alkatrészek különböző potenciálra való feltöltődését és végső soron a villamos szikra kialakulását. Mivel a vizsgálat során a villamos berendezések hibátlannak bizonyultak, a kiömlő terményben nem találtak szikrát okozó tárgyat, a robbanás bekövetkeztét elektrosztatikus szikra létrejöttében valószínűsítették. [2007]



1. kép Terményszárító robbanás

Forrás: Védelem Folyóirat [2007]

Silótartály robbanás:

A 2019. október 21-én Visonta külterületén történt porrobbanás egy feldolgozó üzem 80 tonnás silótartályában következett be. A robbanás pontos oka nem került nyilvánosságra, azonban a Heves Megyei Katasztrófavédelem tájékoztatása szerint, a tartály tetején izzó korpa volt megfigyelhető, ami arra utal, hogy a robbanás éghető poranyag, jelen esetben korpa, meggyulladása miatt történt. Az eset során személyi sérülés nem történt, azonban a tűzoltók jelentős erővel vonultak ki a helyszínre és hosszú időn keresztül dolgoztak a tartály oltásán, valamint a környező tartályok hűtésén. [2019]

Gabonasiló robbanás:

2023. augusztus 7-én 12 ember megsérült és 1 meghalt, amikor egy robbanás rázta meg a nyugat-törökországi Derince kikötőjében lévő gabonasilókat. A detonáció ereje olyan hatalmas volt, hogy hatása az egész városban visszhangzott. A beérkezett gabona szállítmány hajóról a silóba történő betárolását végezték, a helyi hatóságok előzetes vizsgálatai szerint a robbanást valószínűleg az összetömörödött gabonapor meggyulladása okozta. A robbanás az ott található 60 silóból 13 silót megrongált, amelyet a 2. kép szemléltet, továbbá szemtanúk arról számoltak be, hogy a lökéshullámok sűrű füst- és porcsóvát eredményeztek, amely beborította az egész környéket. A Derince kikötő stratégiai jelentőségű Törökországban, mivel az egyik legnagyobb gabonaforgalmat bonyolító állami tulajdonú létesítmény.

A robbanás következtében a kikötő működését ideiglenesen felfüggesztették és az eset kivizsgálása azonnal megkezdődött. [2023]



Forrás: <https://www.dailysabah.com/turkiye/at-least-12-injured-in-blast-at-grain-warehouse-in-nw-turkiye/news> [2023] kereső: www. google.com,

kulcsszavak: dailysabah at least 12 injured in blast, letöltés 2025.04.15.

2.2. Irodalomkutatás

2.2.1. *Az olajos gabonanövények ipari feldolgozásának lehetőségei*

Az olajos magvak közül Magyarországon a legnagyobb arányban a repce és a napraforgó a meghatározó. Napraforgó tekintetében Magyarország volt a második legnagyobb termesztő az Európai Unióban az elmúlt években. A hazai szántóföldi növénykultúrák teljes területéből közel 1 millió hektárt a repce és a napraforgó foglalja el, amiből a napraforgó vetésterülete az elmúlt tíz évben 500 és 700 ezer hektár közt változott és növekvő tendencia volt megfigyelhető. [EU] 2024-ben a legtöbb napraforgó, 1,8 millió tonna Magyarországon termelt az Európai Unió országai közül. Hazánkat Franciaország követte 1,7 millió tonnás betakarított mennyiséggel. KSH [2024]

Az olajos magvak, mint a napraforgó, repce vagy szója, nemcsak az élelmiszeriparban töltenek be kiemelkedő szerepet, hanem számos egyéb iparág számára is alapanyagot jelentenek. Az olajtartalom kivonása után keletkező melléktermékek, például az olajgyári pogácsa vagy az extrahált dara szintén értékes ipari alapanyagként hasznosíthatók. [EU]

A felhasználási lehetőségek az alábbi főbb területekre terjednek ki:

- Élelmiszeripar: Az olajos magvakból kinyert olajok (pl. napraforgóolaj, repceolaj) elsődlegesen sütőolajként, margarinok és egyéb étkezési zsiradékok előállítására

szolgálnak. A finomított olajok magas tápértékük és kedvező zsírsav-összetételük miatt keresettek a modern táplálkozásban.

- Biodízel-gyártás: a növényi olajok alapanyagot biztosítanak a környezetbarát biodízel előállításához. Az olajos magvakból előállított nyers növényi olaj metanolos vagy etanolos transzészterezéssel biodízel alapanyaggá alakítható. A biodízel környezetbarát alternatívája a fosszilis üzemanyagoknak, mivel megújuló forrásból származik és csökkenti a szén-dioxid kibocsátást.
- Festék- és lakkipar: Egyes növényi olajok, például a lenmagolaj, kiválóan alkalmasak festékek, lakkok gyártására. A biológiailag lebomló tulajdonságaik révén elősegítik a környezetkímélőbb ipari megoldásokat.
- Kenőanyagok előállítása: A növényi olajokból természetes kenőanyagokat gyártanak, amelyek környezetbarát alternatívát kínálnak a hagyományos, kőolaj alapú kenőanyagokkal szemben, például mezőgazdasági gépek kenésére.
- Gyógyszeripar: A gyógyszergyártásban a növényi olajok szerepet kapnak hordozóanyagként kapszulákban, illetve oldószerként aktív hatóanyagok szuszpendálására vagy oldására, különösen a természetes gyógyszerkészítményeknél.
- Kozmetikai ipar: Az olajos magvakból származó olajokat széles körben alkalmazzák bőrápoló krémekben, testápolókban, szappanokban és sminktermékekben, mivel hidratáló, bőrpuhító és antioxidáns hatásuk jól ismert.
- Vegyipar: A növényi olajok egyes komponensei alapanyagul szolgálnak különféle szintetikus anyagok – például műanyagok, lágyítószerke – előállításában. A megújuló forrásból származó alapanyagok előtérbe helyezése a fenntartható vegyipari technológiákban is kulcsszerephez juttatja őket.
- Műanyagipar: A biológiailag lebomló műanyagok (biopolimerek) gyártásához egyre gyakrabban alkalmaznak növényi eredetű olajokat, ezzel csökkentve a kőolaj-felhasználást és a műanyag hulladék környezeti terhelését.
- Szappanipar: a növényi olajok a szappankészítés egyik legfontosabb alapanyagát képezik. Különösen a napraforgó-, pálma- és kókuszolajból készülnek szilárd és folyékony szappanok.
- Ipari melléktermékek: Az olajkinyerés után visszamaradó napraforgó-, szója- vagy repce pogácsa, illetve az extrahált dara értékes fehérjetartalmú melléktermék. Takarmányként hasznosítják az állattenyésztésben, illetve biogázüzemekben energetikai alapanyagként is alkalmazható. [SZABÓ ET AL, 2006] [EUBIA 2021]

A választott szakdolgozati témám szorosan kapcsolódik a napraforgó, mint olajos növény ipari feldolgozásához, ezért szeretném mutatni a napraforgó feldolgozásának sokrétű lehetőségeit, hogy ez a növény nemcsak növényolaj előállítására alkalmas, hanem a feldolgozás során keletkező melléktermék – így például a napraforgódara – is jelentős gazdasági és ipari értéket képviselnek. A napraforgó feldolgozása során nyert termékek szerepe kiemelkedő mind a takarmányiparban, mind az energetikai hasznosításban, ezáltal a növény hasznosítása teljes körű és fenntartható módon valósulhat meg.

Ipari melléktermékek a napraforgó-, szója- és repcepogácsa, extrahált dara:

Az olajkinyerési technológiai folyamatok során – akár mechanikai préselés, akár oldószeres extrakció alkalmazásával – jelentős mennyiségű melléktermék keletkezik. Ezek a melléktermékek, elsősorban a pogácsák és az extrahált darák, ipari szempontból értékes fehérje- és energiahordozók.

1. Napraforgó-, szója- és repcepogácsa:

A pogácsa a mechanikai préselés során visszamaradó anyag, amely még tartalmaz némi maradék olajat (5–12% közötti olajtartalom), valamint jelentős mennyiségű fehérjét (kb. 25–40% fehérjetartalom, növénytől függően).

Főbb jellemzők:

- Fehérjetartalom: értékes növényi fehérjeforrás, különösen az állattartásban.
- Rosttartalom: a pogácsák általában magas rosttartalommal is bírnak, ami takarmányozási szempontból fontos a kérődzők (pl. szarvasmarhák) emésztésének segítésében.
- Felhasználás: elsősorban szarvasmarhák, juhok és sertések takarmányozására alkalmazzák, jellemzően abrak keverékek részeként vagy önálló takarmánykiegészítőként.
- Energetikai felhasználás: a pogácsák magas energiatartalmuk révén biogázüzemek fermentációs alapanyagául is szolgálnak. FAO [2022]

2. Extrahált dara:

Az extrahált dara az oldószeres (pl. hexános) olajkinyerési eljárás után visszamaradó termék, amelynek olajtartalma alacsonyabb (1–3%), de fehérjetartalma koncentráltabb.

Főbb jellemzők:

- Fehérjekoncentráció: különösen a szójadara értékes, amely 45–50% fehérjét is tartalmazhat.

- Felhasználás: legfontosabb fehérjeforrás a baromfi- és sertéstakarmányokban, de a tejhasznú tehenészetekben is jelentős szerepe van a tejelő állatok fehérjeszükségletének kielégítésében.
- Energetikai hasznosítás: az extrahált darák is hasznosíthatók biogáztermelésre, különösen magas biológiai lebomlási potenciáljuk miatt. FAO [2022]

A napraforgó és a napraforgódara feldolgozásának lehetőségét és a hasznosításának jelentőségét, a napraforgó hazánk egyik legfontosabb olajnövénye, amelynek feldolgozása során nemcsak étkezési célú olaj nyerhető, hanem jelentős mennyiségű melléktermék is keletkezik, mint például a napraforgódara. Ezen melléktermékek hasznosítása kulcsfontosságú a mezőgazdasági és ipari szektorok számára, különösen a takarmányozás és a megújuló energiaforrások előállítása területén. Takarmányozási alkalmazás szempontjából, a napraforgódara az olajkinyerés után visszamaradó fehérjedús melléktermék, amely kiválóan alkalmas állati takarmányozásra. Fehérjetartalma jelentős és különösen a tejelő szarvasmarhák takarmányozásában alkalmazzák széles körben. Energetikai hasznosítási szempontokat figyelembe véve, a napraforgódara nemcsak takarmányként, hanem energetikai célokra is felhasználható. Anaerob fermentációval biogáz előállítására alkalmas, amely során metánban gazdag gáz keletkezik. Kutatások szerint a napraforgódara biogázhozama jelentős, különösen megfelelő előkezelés és optimális fermentációs körülmények mellett. FILHO [2021]

2.2.2. A növényolajgyártás technológiai folyamatai és a gyártás során keletkező kockázatok, különös tekintettel a porrobbanás veszélyre

Szabó László és szerző társai által írt, 2006-ban a Mezőgazda Kiadó gondozásában megjelent „*Olajnövények, növényolajgyártás*” című könyv a szakterület kiemelkedő jelentőségű alpművének számít, amely technológiai és szakmai szempontból ma is aktuális és jól hasznosítható ismereteket közöl. Hasonló témájú, újonnan írt szakkönyv vagy egyetemi jegyzet utoljára az 1970-es években jelent meg, azonban azok többnyire elavult, korábbi technológiai eljárásokat mutattak be. A szerzők részletesen ismertetik a növényolajgyártás technológiai folyamatait és azok egyes lépéseit. A könyv szakmai alapként szolgál jelen dolgozat témájához, mivel lehetőséget ad arra, hogy a növényolajgyártás melléktermékeként keletkező napraforgódara feldolgozásával összefüggő technológiai sajátosságokat, valamint az ezzel járó tűz- és robbanásveszélyes kockázatokat megalapozottan mutassam be.

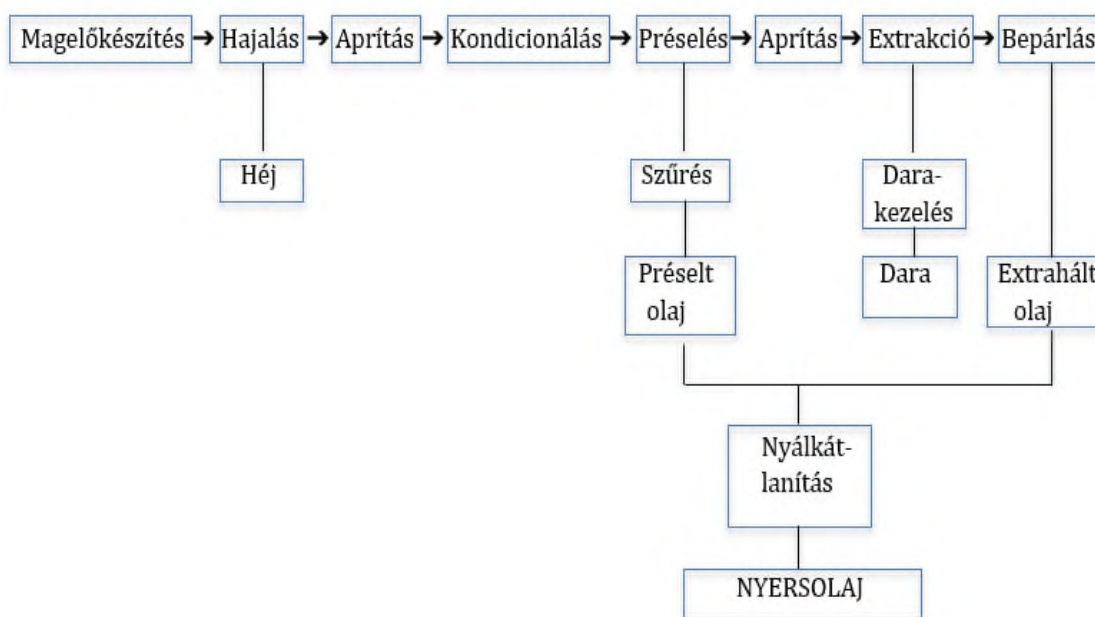
Áttérve a növényolajgyártás folyamat lépéseire, röviden összefoglalom azokat. Az olajos magvakat az olaj kinyeréséhez elő kell készíteni. Az egyes előkészítő műveletek változnak a mag fajtája szerint és annak függvényében is, hogy utána sajtolni vagy közvetlenül extrahálni

akarják. A tárolásból kikerülő magot közvetlenül előkészítési műveletnek kell alávetni: a sajtolás vagy extrahálás előtti tisztítás (fémek eltávolítása, rostálás), durva aprítás, hajálás, aprítás hengerszéken, kondicionálás, lapkázás hengerszéken, esteleg extrudálás. A tisztítás a következő műveleteket tartalmazza: durva rostálás, finom rostálás, mágneses vasleválasztás, szerelőrostálás. A szárított magot pl. egy szállítócsigával rázóvályúra adagolják, amelyről a mag egy mágneses vasleválasztóra kerül. Itt egyúttal pneumatikusan választják le a szennyeződések, amelyeket egy szállítóberendezés (pl. szállítócsiga) hordja ki a rendszerből. A magot, amennyiben szükséges, hajalják, a héjat pneumatikusan választják le és eltávolítják a rendszerből. A hajalt magot aprítják, hengerszéken összelapítják és innen kerül az anyag olajkinyerésére. [SZABÓ ET AL, 2006]

A technológiai folyamatok, amely során a kiporzás jellemző:

- Kiporzás forrása: A száraz napraforgómag be- és kitárolása során keletkezik por a mechanikus szállítóberendezések (rédler, serleges felvonó, csiga) működése közben, különösen a mag zuhanása, dörzsölődése során.
- Kiporzás forrása: A gépi válogatás a szennyeződések eltávolítása során nagy mennyiségű növényi por, héjtöredék és finom anyag válik le. Kiporzás a gépek körül, porlerakódás (héj eltávolítás).
- Kiporzás forrása: A héj eltávolítása során az ütközések és rostálás közben nagy mennyiségű héjpor keletkezik. Héjpor gyúlékony, különösen, ha a légáram visszakeveredik zárt térbe, ez tűz-és robbanásveszélyes.
- Kiporzás forrása: A lapkázás és pörkölés során a növényi anyag morzsalékosává válik, ami apró szilárd szemcsék leválását okozza. Forró felületeken gyúlékony porkeverék jöhet létre gyújtóforrásokkal együtt robbanás tud kialakulni.
- Kiporzás forrása: Napraforgó dara kezelése (szárítás, szita, őrlés, granulálás) a szárító-hűtő, osztályozó sziták, hengerszékek és granulálók működése során intenzív por keletkezik – főként száraz dara formájában. Porrobbanás és tűz, különösen zárt térben, ahol hő- vagy elektromos forrás is jelen van.

A növényolajgyártás (étolaj) egyes technológiai folyamatainak, lépéseinek bemutatására a mellékletben kerül sor. Az olajkinyerés sematikus folyamatábráját a 4. ábra szemlélteti.



4.ábra Az olajkinyerés sematikus folyamat ábrája

Forrás: [SZABÓ ET AL, 2006]

2.2.3. Javaslatok a porrobbanás elleni védelem kialakítására a mezőgazdaság és élelmiszeripar területén

A porrobbanás elleni védelem alapelvei a mezőgazdasági és élelmiszeripari területeken:

A mezőgazdasági és élelmiszeripari területeken a porrobbanás elleni védelem komplex, több szakterület összehangolt együttműködését igénylő feladat. A megfelelő műszaki tervezés, a technológiai berendezések korszerű kialakítása, a szellőztetés, a porelszívás, a gyújtóforrások megelőzése, valamint a megfelelő karbantartási és takarítási protokollok mind hozzájárulnak a robbanásveszélyes helyzetek minimalizálásához. A Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 13.5:2025.02.01. D melléklete részletes iránymutatást ad a robbanásveszélyes helyzetek megelőzésére, a biztonságos technológiai kialakításra és az üzemeltetésre vonatkozóan kiemelten a mezőgazdaság és az élelmiszeripar területén. A mezőgazdaságban – különösen a szemestermények feldolgozása, tárolása és szállítása során – fokozott tűz- és robbanásveszéllyel kell számolni a keletkező poros közegek miatt. Az élelmiszeripar területén a termények, termékek feldolgozása, tárolása és forgalmazása során keletkező porok tűz- és robbanásveszélyt idézhetnek elő. A [TvMI 2025] D melléklete az ilyen technológiák robbanás elleni védelmét szabályozza, figyelembe véve a mezőgazdasági

eredetű és vegyipari úton előállított élelmiszeripari porokat (pl. darált gabona, vitaminporok, adalékok).

1. Mezőgazdasági terület:

- **Szemestermény fogadóterek:** A fogadóterek robbanásvédelmi szempontból három kategóriába sorolhatók: nyitott, félig zárt és zárt kialakítású terek. A nyitott fogadóterek jelentik a legkisebb robbanásveszélyt, míg a zárt terek esetében kötelező a hatékony porelszívás, megfelelő légpótlás, a gyújtóforrások kizárása, valamint az elszívó rendszerek automatikus működtetése borítás közben.
- **Tisztító- és szárítóberendezések:** A tisztítóberendezéseknek légáramos porelszívással kell rendelkezniük, és robbanásveszélyes környezetben robbanásbiztos kivitelben kell működniük. A leválasztott por és szennyeződések tárolása biztonságos módon – például antisztatikus big-bag zsákokban vagy porkamrákban – történhet. A szárítóberendezések esetében szigorú előírások vonatkoznak a belépő és kilépő levegő hőmérsékletének kontrolljára, a vészleállítás lehetőségére, valamint a termény túlhevülésének megelőzésére.
- **Szállítógépek:** A szállítoszalagok, láncos szállítók, csigák és felvonók esetében kötelező a robbanásveszélyes tér meglétének számítási alapú meghatározása. A védelem része a hatékony porelszívás, a szállítószervezetek folyamatos monitorozása (forgásérzékelés, csapágyhőmérséklet-ellenőrzés), valamint az antisztatikus anyagok és égésgátolt szalagok használata. Külön figyelmet kell fordítani a mozgó alkatrészek és a szerkezeti elemek közötti távolságok betartására, a porlerakódás rendszeres eltávolítására.
- **Tárolók és silók:** A síktárolók és toronytároló silók esetében a robbanásveszélyes terek kockázatát csökkenteni kell például terményhőmérséklet-monitorozással, folyamatos átszellőztetéssel, szintérzékeléssel és megfelelő anyagmozgatási technikákkal. A tartós tárolásra szolgáló silókban a termény átmozgatása és hőmérséklet-felügyelete kiemelten fontos a spontán öngyulladás és a porrobbanás elkerülése érdekében.

Főbb kockázati pontok:

- Szemestermény-feldolgozás (fogadás, tisztítás, szárítás, tárolás)
- Szállítórendszerek (szalagok, csigák, felvonók)
- Tároló rendszerek (silók, síktárolók)

Fő védelmi elvek:

- **Nyitott kialakítás** előnyben részesítése (fogadóterek szellőztetése).
- **Porelszívás** kötelező a zárt és félig zárt technológiáknál.
- **Villamos berendezések** IP54 vagy robbanásbiztos kivitelűek legyenek.
- **Gépek forgó alkatrészeinél** max. 1 m/s kerületi sebesség előírás a súrlódás miatti gyújtás elkerülésére.
- **Porlerakódások megelőzése**, rendszeres takarítási tervek kötelezőek.
- **Gyújtóforrások kizárása**, beleértve az elektrosztatikus feltöltődést is (pl. antisztatikus szalagok).
- **Vészleállítási rendszerek** telepítése havária helyzetekre (szárítók, szállítószalagok).
- **Robbanás tovább terjedésének megakadályozása** szerkezeti és műszaki eszközökkel (pl. hasadónyílások). [TvMI 2015]

2. Élelmiszeripari terület:Főbb kockázati pontok:

- Aprított, őrölt, porított élelmiszeripari anyagok kezelése.
- Pneumatikus szállítórendszerek.
- Feldolgozógépek (darálók, keverők, sziták).

Fő védelmi elvek:

- **Szemestermény fogadók** kialakítása a mezőgazdasági előírások szerint.
- **Nyitott porbetöltési technológiák** zóna kiterjedésének minimalizálása (porelszívással, burkolatokkal).
- **Zárt csomagolású alapanyagok** kezelésekor porrobbanásveszély nem áll fenn manipuláció nélkül.
- **Tartálykocsis pneumatikus ürítések** szűréssel történő kialakítása, szabadtéri biztonsági intézkedésekkel.
- **Tisztítóberendezések**, szűrők, szeparátorok vezető anyagokból, földeléssel, és a gyújtóforrások kizárásával.
- **Feldolgozógépek** (aprítók, keverők) potenciális gyújtóforrásként kezelése, védelmi rendszerekkel (pl. rezgésfigyelés, inertizálás).
- **Porlasztva szárítók** robbanás elleni védelme, oxigénszint kontrollal.
- **Pneumatikus szállítás** során a rendszer szívott üzemű kialakítása előnyös.
- **Tárolók** (ömlesztett, zsákos) esetében a csomagolás sértetlenségének ellenőrzése, robbanásveszély minimalizálása.

3. Közös követelmények:

- **Villámvédelem és elektrosztatikus védelem** megléte.
- **Normatív szabványok betartása:** (pl. MSZ EN 1127-1, MSZ EN ISO 80079-36, MSZ EN 60079-14 stb.).
- **EPH rendszer** bekötésének biztosítása.
- **Zónabesorolások meghatározása számítással** minden poros technológiai folyamatra.
- **Dokumentált karbantartási és takarítási rendszer** alkalmazása.
- **Robbanásvédelmi dokumentáció** megléte (pl. robbanásvédelmi dokumentum [TvMI 2025])

2.2.4. Az OTSZ 5.0 és az OTSZ 5.2 tervezési előírások közötti eltérések azonosítása

A robbanásvédelemre vonatkozó jogszabályi és műszaki követelmények az elmúlt években jelentős változásokon mentek keresztül. A korábbi projekt feladatom során 2017. évben létesített üzem kapacitás bővítéséhez kapcsolódóan szükséges áttekinteni az változásokat.

2017. évben érvényes szabályozás alapelvei és előírásai a technológiai fejlődés, valamint az európai uniós szabványokhoz való igazodás miatt 2025-re több pontban módosultak. Ebben a fejezetben célom, hogy áttekintsem a 2017-es robbanásvédelmi tervezési követelményeket és felülvizsgáljam azokat a 2025-ben hatályos rendelkezésekkel.

Mielőtt a fontosabb változások ismertetésre kerülnének, szükséges néhány szót megemlíteni az 54/2014. (XII.5.) BM rendelet megjelenés előzményeiről, először is az 5.0 fantázianév szorulhat magyarázatra. A tűzvédelmi szabályozásban a megjelölt 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az ötödik olyan OTSZ, amely nem valamely korábban kiadott jogszabályt módosított, hanem önálló sorszámmal rendelkezik. (Ha a tűzvédelem fejlődését is át kívánjuk tekinteni, a korábbi négy jogszabály száma: 4/1980. BM r., 35/1996. BM r., 9/2008. ÖTM r. és 28/2011. BM r. Megjegyzendő, hogy a tűzvédelmet sokáig meghatározó 2/2002. BM rendelet elnevezését tekintve nem volt Országos Tűzvédelmi Szabályzat, így nem is lett figyelembevétel ebben a jelölési rendszerben.) A 28/2011. BM rendelet kiadáskori fő célja csaknem 600 oldalas előd, a 9/2008. ÖTM rendelet szerkesztési és szakmai hibáinak kijavítása volt a deregulációs törekvések figyelembevételével, azaz úgy, hogy kikerüljenek a jogszabályból azok a részletes követelmények, amelyek szabványokban fellelhetők. [2015.5.0] Az 54/2014. (XII.5.) BM rendelet előkészítőinek alapvetően mások voltak a szándékai. Az új OTSZ esetében nem a korábbi előírások módosításáról, korszerűsítéséről van szó, hanem deklaráltan egy új szemlélet bevezetéséről. A fentiekből egyértelműen

körvonalazódott a jogalkotó azon szándéka, hogy az OTSZ-t tartalmazó BM rendelet csak biztonsági szinteket határozzon meg, az elvárt biztonsági szint gyakorlati megvalósítása – az eddigieknél jóval rugalmasabb módon – legyen a szakmára, a tűzvédelmi szakemberekre bízva. Konkrétan az új OTSZ biztonsági szintjeit kielégítő műszaki és egyéb megoldásokat a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (TvMI-k) fogják kezelni.

Ezzel a gyakorlattal a tűzvédelem jóval gyorsabban tud reagálni a műszaki fejlődés kihívásaira. Amíg eddig egy új tűzvédelmi megoldás jogszabályban való megjelentetése az Európai Unió tagságból adódóan igen nehézkes volt, mivel minden jogszabály módosítás, változtatás több hónapos brüsszeli jóváhagyási folyamatot igényelt, addig a TvMI-k kiadásához és módosításához nem szükséges uniós jóváhagyás, és azok műszaki naprakészen tartása a Tűzvédelmi Műszaki Bizottság feladata. [2015.5.0]

Az alábbiakban az 54/2014.(XII.5.) Országos Tűzvédelmi Szabályzat robbanásvédelmi követelményeinek időben történő változását ismertetem. A tervezési előírások helyes értelmezése érdekében elengedhetetlen az egyes szabályozási módosítások műszaki tartalmának és szabályozási szemléletének részletes ismerete.

OTSZ 5.0 (54/2014. (XII.5.) BM rendelet alapján (hatályos: 2015.03.05-től-2020.01.22-ig):

Az 54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat 5.0 2015.03.05-én lépett hatályba (továbbiakban OTSZ [2014.5.0]), a rendelet a robbanás elleni védelem terén elsősorban az épületszerkezetek robbanási nyomáscsökkentésére koncentrált. Előírása szerint azon helyiségekben, ahol fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba tartozó anyaggal dolgoznak (például éghető gázok, gőzök vagy porok jelenlétével járó technológiák esetén), a keletkező robbanási túlnyomás levezetésére hasadó vagy hasadó-nyíló felületet kell létesíteni. Az OTSZ [2014.5.0] ehhez kapcsolódóan részletes szabályokat és számítási módszereket tartalmazott a szükséges robbanófelületek méretezésére és kialakítására a jogszabály mellékletei adtak képleteket a felületnagyság meghatározásához.

A tervezés az épületek, helyiségek korábbi merev osztálybasorolása (A, B, C, D, E) helyett már zónaszemléletet alkalmazott, de kockázati könnyítés nélkül. Az OTSZ [2014.5.0] kitért a másodlagos robbanás elleni védelemre is. Előírta, hogy az olyan berendezéseket, amelyek önmagukban is robbanásveszélyesek és meghibásodásuk közvetlen környezetükben robbanást idézhet elő, a robbanásveszélyes térségen kívüli biztonságos helyre kell lefúvatással tehermentesíteni.

Robbanásbiztos berendezések követelményei, az OTSZ [2014.5.0] előírása alapján, robbanásveszélyes térben csak robbanásbiztos kivitelű berendezések telepíthetők. Ez azt jelentette, hogy minden gyújtóforrásként szóba jöhető eszköznek, elsősorban az elektromos berendezéseknek meg kellett felelnie a robbanásvédelmi szabványoknak, hogy normál működés vagy meghibásodás során se okozhassanak gyújtást. Ugyanakkor az OTSZ [2014.5.0] idején ez az előírás főként az elektromos berendezésekre koncentrált – a nem villamos (mechanikus) berendezések robbanásbiztos kivitelének követelménye inkább közvetve, az ATEX 2014/34/EU irányelv nemzeti implementációján keresztül volt jelen. A gyakorlatban az üzemeltetői ATEX dokumentáció (99/92/EK alapján) keretében kellett biztosítani, hogy minden, a robbanásveszélyes zónában üzemelő eszköz megfelelő legyen, de a tervezés során erre külön utalás kevésbé szerepelt. **Összefoglalva az OTSZ [2014.5.0] robbanásvédelmi szemlélete főként passzív védelmi megoldásokra, azaz a robbanások hatásának épületen belüli csökkentésére fókuszált (robbanófelületek létesítése, védőtávolságok), míg a megelőző jellegű intézkedéseket – például a veszélyes terek zónabesorolását vagy a potenciális gyújtóforrások kezelését – még ekkor nem részletezte a jogszabály.** [2025] (OTSZ [2014.5.0])

OTSZ 5.1 (54/2014. (XII.5.) BM rendelet alapján (hatályos: 2020. 01. 22. -2022. 06. 12-ig):
2020. 01. 22-én hatályba lépett az OTSZ 5.1 (továbbiakban OTSZ [2014.5.1]), amely jelentősen kibővítette és újra definiálta a robbanás elleni védelem követelményeit. Az új előírás értelmében minden olyan létesítményben, helyiségben vagy technológiai egységben, ahol fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes anyag előállítása, használata, feldolgozása, tárolása vagy forgalmazása történik, már a tervezés során biztosítani kell a robbanás elleni védelmet tervezési és védelmi intézkedésekkel és ezeket az intézkedéseket dokumentálni is kell. **Az OTSZ [2014.5.1] egy komplex, kockázatalapú megközelítést vezetett be, amely a robbanás megelőzésének teljes folyamatát lefed.**

2020. évtől előírás lett, hogy önálló robbanásvédelmi tervfejezet készüljön minden olyan beruházásnál, ahol robbanásveszélyes anyag vagy technológia előfordul. Ugyanakkor újdonságként megjelent a robbanásveszély mértékének megállapítása, a tervezőnek el kellett döntenie, hogy az adott létesítményben a robbanásveszély “elhanyagolható” vagy “kockázatot jelentő” mértékű. Amennyiben a robbanásveszély elhanyagolható volt, nem volt szükséges robbanásvédelmi tervfejezetet készíteni. Kockázatot jelentő robbanásveszély esetén viszont kötelező a részletes robbanásvédelmi tervfejezet elkészítése, amely bemutatja a robbanás elleni védekezés összes tervezett megoldását. Ennek keretében meg kell határozni a

robbanásveszélyes terek zónáit (zónabesorolás) a vonatkozó szabványok szerint és gondoskodni kell a megfelelő robbanásvédelmi intézkedések mindegyikéről.

Ez a változás tehermentesítette a tervezést azokban az esetekben, amikor a robbanás bekövetkezésének valószínűsége vagy lehetséges hatása minimális (például nagyon kis mennyiségű veszélyes anyag esetén), ugyanakkor biztosítja, hogy valódi robbanásveszély esetén már a tervezés során magas szintű figyelmet kapjon a robbanás elleni védelem.

Az OTSZ [2014.5.1] ezzel átvette a robbanásvédelem nemzetközi gyakorlatban is alkalmazott „háromlépcsős” szemléletét, egyszerre fókuszál a veszélyes elegy kialakulásának megelőzésére, a gyújtóforrások kizárására, valamint a bekövetkező robbanás hatásainak csillapítására. Az új szabályozás értelmében a robbanás elleni védelem biztosítása céljából az alábbi fő intézkedéseket kellett alkalmazni:

- Az éghető/robbanásveszélyes anyagok jelenlétének korlátozása térben és időben (a robbanásveszélyes légkör kialakulásának minimalizálása)
- A gyújtóforrások kizárása vagy korlátozása a potenciálisan robbanásveszélyes terekben (minden lehetséges gyújtóforrás ellenőrzése)
- A robbanás káros hatásainak mérséklése a veszélyes térben (gondoskodni kell arról, hogy egy esetleges robbanás energiája kontrolláltan távozzon, pl. robbanófelületek révén)

Továbbá az OTSZ [2014.5.1] előírta, hogy egy esetleg bekövetkező robbanás káros hatásai ne terjedjenek tovább, nem okozhatnak robbanást a technológián kívüli térben, nem veszélyeztethetnek közlekedési útvonalakat, tűzoltási felvonulási területeket vagy személyeket, és az építményszerkezeteket is a lehető legkisebb mértékű károsodás érheti.

Emellett meghatározta, hogy minden robbanásveszélyes besorolású zónában csak olyan villamos és nem villamos berendezés használható, amely megfelelő robbanásbiztos védelmi móddal rendelkezik az adott zóna besorolásának megfelelően. Ezzel az OTSZ [2014.5.1] a gyakorlatban összhangba került az ATEX előírásokkal és az idevonatkozó műszaki szabványokkal, hiszen megkövetelte a zónabesorolás elvégzését és az MSZ EN 60079 szabványsorozatnak megfelelő Ex védett berendezések alkalmazását.

Fontos mérföldkő volt az is, hogy az OTSZ [2014.5.1] bevezetésével megjelent egy hivatalos módszertani segédlet a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv, amely iránymutatást ad a fenti követelmények teljesítéséhez és egységes alkalmazásához

Összefoglalva, az új szabályozás egyértelműen definiálta a robbanás elleni védelem lépéseit és követelményeit – a veszélyes terek azonosítását és zónabesorolását, a

megelőző műszaki intézkedések megtételét, valamint a védelmi rendszerek és berendezések megfelelőségét –, ezzel magasabb szintű biztonságot garantálva a robbanásveszélyes technológiák területén. [2025] (OTSZ [2014.5.1])

OTSZ 5.2 (54/2014. (XII.5.) BM rendelet alapján (hatályos: 2022. 06. 13-tól -)

Az OTSZ [2014] 5.2 tovább vitte az előző OTSZ [2014.5.1] tervezési előírásokat, a kockázati szemléletet és a robbanásvédelmi dokumentáció rendszerét, egyfajta evolúciós fejlődés szerint.

Visszaulva az előzőekben ismertetett követelményre, 2020. évtől előírás, hogy önálló robbanásvédelmi tervfejezet kell készíteni minden olyan beruházásnál, ahol robbanásveszélyes anyag vagy technológia előfordul, ez továbbra is megmaradt, mint követelmény, illetve továbbra is a tervezőnek kell döntenie arról, hogy az adott létesítményben a robbanásveszély “elhanyagolható” vagy “kockázatot jelentő” mértékű.

Az OTSZ [2014] 5.2 szabályozási logika szintjén áttértek egy rugalmasabb, kockázatalapú megközelítésre, ami a gyakorlatban egyaránt növeli a biztonságot és ésszerűsíti a tervezési követelményeket. Az OTSZ [2014] 5.2 zónabesorolásra vonatkozó előírásai finomították a korábbi megközelítést, bevezetve a robbanásveszély elhanyagolhatóságának fogalmát.

A tervezőnek első lépésben meg kell vizsgálnia, hogy kialakulhat-e egyáltalán számottevő robbanóképes koncentráció. Ha a veszélyes anyag mennyisége, tulajdonságai és a technológia jellege alapján a robbanásveszély elhanyagolható, akkor zónabesorolást sem kell végezni. Ennek kritériumait a [TvMI 2025] részletesen tartalmazza, például meghatározott mennyiség alatt tárolt éghető folyadékoknál vagy aeroszoloznál a robbanásveszély elhanyagolhatónak minősíthető. Bizonyos tipikus eseteket is nevesít a szabályozás, amikor nem kell zónát kijelölni, például, háztartási PB- vagy földgáz-üzemű berendezések esetén, ha a gyártó nyilatkozata szerint normál üzemben nincs robbanásveszélyes kibocsátás, a veszély elhanyagolható. Ezzel szemben, ha a robbanásveszély nem elhanyagolható, az OTSZ [2014] 5.2 változatlanul megköveteli a zónabesorolás elkészítését. A tervezéskor zónatérképet kell készíteni, meghatározva a zónák kiterjedését, jellegét és figyelembe kell venni minden potenciális gyújtóforrást. Az OTSZ [2014] 5.2 újdonsága, hogy a zónabesorolás tervezése kockázatelemzéssel kombinálva történik, a tervezők mérlegelhetnek olyan műszaki megoldásokat, amelyekkel a zónák kiterjedése csökkenthető vagy a zónahatár korlátozható. Például alkalmazhatnak túlnyomásos előteret vagy intenzív szellőztetést egy robbanásveszélyes technológiát magában foglaló helyiség előtt, hogy normál üzemben a veszélyes zóna ne terjedjen ki a környező terekre. Ilyen megoldásokat a korábbi OTSZ

[2014.5.0] kevésbé támogatott kifejezetten – az új szabályozás viszont lehetővé teszi, hogy innovatív védelmi koncepciókkal a robbanásveszélyes terek izolálhatók legyenek.

Porrobbanásveszély esetén az OTSZ [2014] 5.2 szintén kiegészült melléklete felsorolja a gyakori robbanásveszélyes porokat és azok jellemzőit, és előírja a porok zónabesorolását a vonatkozó MSZ EN szabvány.

Összességében elmondható, hogy az OTSZ [2014] 5.2 zónabesorolási szabályai precízebbek és kockázatarányosabbak, csak indokolt esetben kell kiterjedt Ex zónákat kijelölni, de akkor azokat dokumentálni és a tervekben ábrázolni kell. Ez a gyakorlatban átláthatóbbá teszi a robbanásveszélyes terek tervezését és elkerülhetővé válnak a túlzó vagy éppen alul becsült zónakijelölések.

Az OTSZ [2014] 5.2 megerősítette és pontosította a robbanásbiztos berendezésekre vonatkozó követelményeket. Már a tervezési fázisban előírja, hogy a robbanásveszélyes térségbe kerülő összes berendezés – beleértve a villamos és nem villamos (mechanikus) eszközöket is – megfelelő védettségi szintű legyen az adott zóna besorolásának megfelelően.

A robbanásvédelmi tervfejezetben tételesen be kell mutatni a telepítendő villamos és nem villamos berendezések tervezett védettségi módját vagy Ex besorolását. Ezzel az OTSZ [2014] 5.2 összhangba került az ATEX 2014/34/EU irányelv hazai előírásaival, amelyek a mechanikus berendezésekre (pl. ventilátorok, szállítószalagok, szelepek) is kiterjednek. Fontos új elem, hogy a tervezés során figyelembe kell venni a gyújtóforrások elleni védelem minden aspektusát, az elektromos berendezések mellett a statikus feltöltődés, a villámvédelem és más lehetséges gyújtási módok kontrollját is (ezen részleteket külön TvMI – pl. a villamos berendezésekre és ESD-re vonatkozó – tartalmazza). A módosított OTSZ [2014] előírja a robbanásbiztos berendezések nyilvántartását és megfelelő üzemeltetési, karbantartási utasítások átadását is a létesítmény átadásakor. Így a tervezőnek számításba kell vennie, hogy az üzemeltető részére később rendelkezésre álljon az összes Ex eszköz dokumentációja (minősítő iratok, megfelelőségi nyilatkozatok stb.), és a telepítés után első ellenőrzést is végezni kell (ezt az OTSZ [2014] 5.2 az üzembe helyezés feltételeként rögzíti a 40/2017. NGM rendeletre hivatkozva). Ezek az előírások biztosítják, hogy a robbanásbiztos berendezések ne csak papíron legyenek megfelelőek, hanem a gyakorlatban is szakszerűen legyenek kiválasztva, telepítve és nyilvántartva. Az OTSZ [2014] 5.2 tehát, egyértelművé teszi, hogy a robbanásveszélyes térben minden technikai eszköz robbanásbiztonságát igazolni kell a tervezéstől kezdve, és ezzel szorosabban összekapcsolja a létesítési tűzvédelem és az üzemeltetői robbanásvédelmi követelmények teljesülését.

Összefoglalva, az OTSZ [2014.5.0] és OTSZ [2014] 5.2 robbanásvédelmi tervezési előírásai között jelentős különbségek alakultak ki. Míg az OTSZ 5.0 a robbanásvédelmet alapvetően általános érvénnyel, minden robbanóképes elegy lehetőségére alkalmazandóan írta elő, addig az OTSZ [2014] 5.2 már kockázatértékelésen alapuló, célzottabb megközelítést alkalmaz. Új elemek az OTSZ 5.2-ben a robbanásveszély elhanyagolhatóságának fogalma és az ehhez kötött dokumentációs könnyítés, a zónabesorolás rugalmasabb kezelése (védőintézkedésekkel kombinálva), valamint a berendezésekre vonatkozó követelmények kibővítése és egyértelműsítése.

Ezek a változások a szabályozási logika szintjén a nemzetközi legjobb gyakorlatokhoz való közelítést jelentik, míg a gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából a tervezők és üzemeltetők számára is világosabb kereteket adnak. Az eredmény egy biztonságosabb és hatékonyabban megvalósítható robbanásvédelem a létesítményekben, amely megfelel a modern ipari követelményeknek, az EU-s, és az ATEX irányelveknek. [2025] (OTSZ [2014])

Rövid áttekintő összefoglalása az egyes robbanásvédelmi követelményeknek:

OTSZ [2014.5.0] (hatályos: 2015.03.05-től-2020.01.22-ig):

- **Fő fókusz és szemlélet:**
 - Robbanási túlnyomás kezelése az épületekben (robbanó- vagy hasadó felületek alkalmazása).
 - Robbanás elleni védelem elsősorban **passzív építészeti eszközökkel** (felületméretezés, védőtávolságok).
- **Előírások:**
 - Fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes helyiségekben kötelező robbanási túlnyomás-csökkentő felületek kialakítása.
 - Berendezések robbanásveszélyes térből való lefúvatása másodlagos robbanás megelőzésére.
- **Berendezések védelme:**
 - Villamos berendezésekre korlátozva
- **Szabályozási hiányosságok:**
 - Nem tért ki részletesen a zónabesorolásra, gyújtóforrások kezelésére, Ex berendezések részletes megkövetelésére.
 - Csak általános követelményeket tartalmazott a robbanásveszélyes légkör megelőzésére.

OTSZ [2014.5.1] (hatályos: 2020.01.22-től-2022. 06. 12-ig):

- **Fő fókusz és szemlélet:**
 - Átfogó, **kockázatalapú** robbanásvédelmi megközelítés bevezetése.
- **Új előírások:**
 - Robbanásveszélyes terek **zónabesorolása** kötelezővé vált (0, 1, 2 / 20, 21, 22).
 - Tervezési fázisban robbanás elleni **védelmi intézkedéseket** kell kidolgozni, dokumentálni.
 - **Háromlépcsős robbanásvédelmi szemlélet:**
 - Éghető anyagok jelenlétének korlátozása.
 - Gyújtóforrások kizárása.
 - Robbanási hatások csökkentése.
- **Szabványi megfelelés:**
 - ATEX-irányelvekkel (2014/34/EU és 1999/92/EK) és MSZ EN 60079 szabványsorozattal való összhang.
- **Berendezések védelme:**
 - Villamos és nem villamos berendezésekre is vonatkozik.
- **Újdonság:**
 - Megjelent a **Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI)** segédletként.

OTSZ [2014] 5.2 (hatályos: 2022.06.13-tól-)

- **Fő fókusz és szemlélet:**
 - Továbbfejlesztett, **rugalmasabb** és **kockázatarányosabb** robbanásvédelmi követelmények.
- **Új előírások és fogalmak:**
 - Bevezették a **robbanásveszély elhanyagolhatóságának** fogalmát: ha a veszély minimális, nem szükséges zónabesorolás és robbanásvédelmi tervfejezet.
 - **Robbanásvédelmi tervfejezet** kötelező, ha kockázatot jelentő robbanásveszély fennáll.
- **Berendezések követelményei:**
 - Részletes előírás minden villamos és nem villamos berendezésre (Ex védett kivétel kötelező zónák szerint).

- Ex berendezések dokumentációjának átadása és üzembe helyezés előtti ellenőrzés kötelező.
- **Zónabesorolás szabályai:**
 - Kockázatelemzéssel kombinált zónabesorolás: lehetséges a zónák csökkentése műszaki megoldásokkal (pl. túlnyomásos tér, szellőzés).
- **Porrobbanásvédelem:**
 - Külön melléklet tartalmazza a robbanásveszélyes porok adatait és ezek kötelező zónabesorolása. [2025]

2.2.5 Tűz-és robbanásvédelmi szakember együttműködési kötelezettségének vizsgálata a tervezés során

A hatályos jogszabály három különböző jogosultsággal rendelkező tűzvédelmi szakembert különböztet meg. A tűzvédelmi megbízott, az a szakember, aki tűzvédelmi (szak)mérnök, felsőfokú egyéb középfokú tűzvédelmi végzettséggel rendelkező szakember, aki a jogszabály alapján üzemeltetés során különböző tűzvédelmi feladatokat lát el. Tűzvédelmi megbízott nem rendelkezik önálló tűzvédelmi tervezői jogosultsággal, nem lehet önálló felelős tervező és a tűzvédelmi dokumentáció elkészítésért felelős személy.

Önálló tervezői jogosultság hiányában a tűzvédelmi szakember csak megfelelő jogosultsággal rendelkező tervező irányítása vagy közreműködése mellett végezhet tervezési feladatokat.

A 375/2011. (XII.31.) Kormány rendelet a tűzvédelmi tervezői tevékenység folytatásának szabályairól jogszabály egyértelműen rögzíti, hogy a tűzvédelmi tervezési feladatokat kizárólag az adott szakterületen jogosultsággal és kamarai tagsággal rendelkező tervező végezhet. Ez azt jelenti, hogy a tervezés során a tűzvédelmi szakember szerepe inkább elősorban szakmai tanácsadói és szakági közreműködői jellegű, aki a tervezési folyamatban jelentős szereplőként közre tud működni, de önállóan nem készíthet és adhat be hivatalos tűzvédelmi terveket vagy műszaki leírást a hatóságok irányába. A fent említett rendelet 2. sz melléklete meghatározza a tűzvédelmi tervezői tevékenység során az építésügyi tűzvédelmi tervezői szakterület feladatait, melyek az alábbiak, az építmények tűzvédelmi koncepciójának átfogó tervezése; építmények tényleges, illetve tervezett tűzállósági fokozatának megállapítása; épületek, építmények tűzszakaszolási rendszerének tervezése; építmények tűzgátló szerkezeteinek tervezése; építmények telepítési-, tűztávolságának tervezése; a kockázati osztály és az anyagok tűzveszélyességi osztályának megállapítása; építmények tűzterhelésének, tűzidőtartamának tervezése, tűzjelzés és az épületben tartózkodók riasztási rendszerének tervezése; építmények kiürítésének, kiürítési útvonalainak tervezése; hasadó,

illetve hasadó-nyíló felületek tervezése; építmények elektromos, villámvédelmi és gépészeti rendszerei tűzvédelmi követelményeinek meghatározása új és meglévő épületeknél; építmények tűzoltásának tűzoltási feltételeinek tervezése. Építésügyi tűzvédelmi tervezői szakterület (betűjele: TUÉ). [375]

A tűzvédelmi szakértő olyan természetes személy, aki tűzvédelmi szakértői tevékenységet végez a 47/2011. (XII. 15.) BM rendelet a tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályairól szól jogszabály alapján, aki területi építész vagy mérnöki kamarai tagsággal, felsőfokú végzettséggel és jogszabályban meghatározott felsőszintű tűzvédelmi szakmai képesítéssel rendelkezik. A tűzvédelmi szakértői tevékenység gyakorlása során a tűzvédelmi szempontú ok-okozati összefüggések magas szakmai színvonalú értékelése, vitatott események megítélése, hibák, károk, és ezek okainak feltárása, valamint mindezekkel kapcsolatos vélemények, tűzvédelmi dokumentációk készítése, mely az épített környezet tűz elleni védelmével, a bekövetkezett tüzesettel, a tűzoltó technikai eszközökkel kapcsolatos műszaki jelenségekkel függ össze. A kapcsolódó tűzvédelmi szakértői szakterületek, az építész, elektromos és gépész tűzvédelmi szakértő. [47]

A valós tervezési és kivitelezési projektekben – különösen ipari, robbanásveszélyes létesítményeknél – a tűzvédelmi és robbanásvédelmi szaktevékenységek összefonódnak.

A tűzvédelmi tervező, tűzvédelmi szakember és egy robbanásvédelmi szakember együttműködése kulcsfontosságú egy létesítmény komplex biztonságának megteremtéséhez. Bár megvannak a saját szakterületük specifikus feladatai, számos területen közös a felelősségük, illetve oda-vissza hatással vannak egymás munkájára.

A tűzvédelmi megbízott és robbanásvédelmi szakember közös feladatok és felelősségek:

- Veszélyes anyagok azonosítása: A tűzvédelmi a robbanásvédelmi szakember részt vesz annak felmérésében, hogy a tervezett létesítményben milyen éghető vagy robbanásképes anyagok vannak jelen (pl. gyúlékony gázok, gőzök, porok). Közös kell megérteniük a technológiai folyamatokat és az ott használt anyagokat, hiszen ez határozza meg a tűz- és robbanásveszély mértékét.
- Kockázatelemzés és védelmi koncepció kialakítása: A két szakember együttműködik a létesítmény biztonsági koncepció kidolgozásában. Ennek része a tűz- és robbanási kockázatelemzés, felmérik a lehetséges eseményeket (pl. tűz keletkezése egy technológiai berendezésben, vagy egy porrobbanás bekövetkezésének lehetősége a silóban), azok valószínűségét és várható következményeit. Ezen kockázatelemzés alapján döntenek a szükséges megelőző és elhárító intézkedésekről. Közös cél a súlyos balesetek megelőzése, de a tűzvédelmi oldal elsősorban a tűz kialakulásának

megelőzésére és a tűz terjedésének korlátozására, valamint az életmentésre (kiürítés, tűzoltás) fókuszál, addig a robbanásvédelmi oldal a robbanás kialakulásának megakadályozására, vagy ha az nem lehetséges, a robbanás hatásainak csökkentésére (pl. nyomáslevezetéssel) koncentrálnak.

- Dokumentáció és tervek összehangolása: A tervezési folyamat során a létesítményre vonatkozó tűzvédelmi tervfejezet elkészítésénél, valamint a robbanásvédelmi dokumentáció elkészítésénél együtt kell működniük. Ideális esetben ezek a tervek összhangban vannak és bizonyos részek egymásra épülnek. A két szakembernek folyamatosan egyeztetnie kell a dokumentációk készítése során, hogy minden részletesen, komplexen kidolgozott legyen és ne legyenek ellentmondások.

A robbanásvédelmi szakember feladatai és felelősségei:

A robbanásvédelmi szakember speciális tudással rendelkezik, az ő szerepe elsősorban akkor kerül előtérbe a tervezés során, ha a létesítményben robbanóképes elegyek alakulhatnak ki vagy éghető porok keletkezhetnek. Ilyen esetekben a fő feladatai a tervezés során:

- Robbanásveszély kockázatértékelése: A tervezés kezdetén felméri, hogy hol és milyen körülmények között állhat fenn robbanásveszély. Azonosítja a potenciális gyújtóforrásokat és a robbanóképes anyagokat. Ezen kockázatelemzés alapján dönt arról, mely technológiai részek igényelnek különleges robbanásvédelmi intézkedéseket.
- Zónabesorolás elkészítése: Az MSZ EN 60079-10 szabványok szerint a szakember besorolja a robbanásveszélyes tereket zónákba a veszély gyakorisága és időbelisége alapján. A zónabesorolást dokumentálja zónatérképeken is, megjelölve az egyes helyiségek, területrészek. Ez a besorolás alapvető bemeneti információ a tervezés során a többi tervező és szakág számára.
- Robbanásvédelmi koncepció és tervfejezet kidolgozása: A robbanásvédelmi szakember összeállítja a robbanás elleni védelmi koncepciót, ami a teljes létesítményre vagy technológiai folyamatra kiterjed.

Ebben meghatározza:

- a megelőző intézkedéseket: pl. inertizálás (inert gáz alkalmazása az oxigén koncentráció csökkentésére), megfelelő szellőzés biztosítása a gyúlékony gázok/porok koncentrációjának határérték alatt tartására, elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem, forró felületek, hőmérséklet korlátaikat stb.
- A védelmi módokat gyújtóforrások ellen: pl. villamos berendezéseknél robbanásbiztos (Ex) kivitelű eszközök alkalmazása a zónabesorolásnak

- megfelelően (Ex d lángzáró tok, Ex e biztonságos konstrukció, Ex i gyújtószikramentes áramkör stb. az MSZ EN 60079-14 és 60079-0,-1 stb. szerint).
- Biztosítja, hogy a tervezők az alkalmazott berendezések megfelelőségi dokumentumait (ATEX tanúsítványait) figyelembe vegyék.
 - Konstrukciós robbanásvédelmi megoldásokat: ha a technológiában nem zárható ki, hogy zárt térben robbanás következzen be, akkor tervezni kell a robbanás hatásainak csökkentését. Ilyen megoldások: robbanási nyomás levezető felületek (könnyített szerkezetek, robbanó panelek) méretezése az adott térfogat és anyag alapján, robbanáselnyomó rendszerek vagy robbanásleválasztó szerkezetek (pl. lángzárak, visszacsapó szelepek) beépítése a technológiai berendezésekbe.
 - Szervezési és jelölési feladatok: javaslatot tesz a robbanásveszélyes területek jelölésére (piktogramok), a dolgozók képzésére, karbantartási tervre (pl. az MSZ EN 60079-17 szerinti időszakos felülvizsgálatokra). Bár ezek szorosan véve nem a tervezési dokumentáció részei, a Robbanásvédelmi Dokumentáció keretében (ami átfed a munkavédelmi követelményekkel) ezeket is össze kell állítani. A robbanásvédelmi szakember által készített robbanásvédelmi tervfejezet, tehát egy olyan dokumentum, amely biztosítja a robbanásvédelmi előírások érvényesülését a tervezésben.
 - Hatósági eljárásokban való részvétel: A robbanásvédelmi tervező gyakran részt vesz a hatósági eljárásokban is. A szakember feladata, hogy a hatóságok felé igazolja a létesítmény robbanás elleni védelme megfelelően ki lett alakítva. Emellett a kivitelezés során is közreműködhet, pl. a zónabesorolásnak megfelelő installációk ellenőrzésében, műszaki ellenőri szerepkörben vagy a berendezések tanúsítványainak ellenőrzésében. A robbanásvédelmi szakember is felelősséggel tartozik azért, hogy az általa tervezett vagy jóváhagyott robbanásvédelmi megoldások megfelelnek az előírásoknak.

Robbanásvédelmi szakember szempontjából a végzettségeket tekintve megkülönböztethető robbanásvédelmi szakmérnök és középfokú végzettséggel rendelkező robbanásvédelmi szakember. A jogosultság szintjén, csak a 3/2003. (III. 11.) FMM–ESzCsM együttes rendelet a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről szóló jogszabály határozza meg, hogy robbanásvédelmi dokumentáció készítését legalább középfokú tűzvédelmi végzettséggel és legalább középfokú munkavédelmi végzettséggel lehet készíteni. [2003]

3. A PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A szakdolgozatom célja egy meglévő 2017. évben létesített – napraforgó dara feldolgozását végző – üzem tűz- és robbanásvédelmi tervezési követelményeit felülvizsgálva, majd átervezve a jelenleg hatályos előírások figyelembevételével, egy 2025. évben létesítendő új üzemre vonatkozóan.

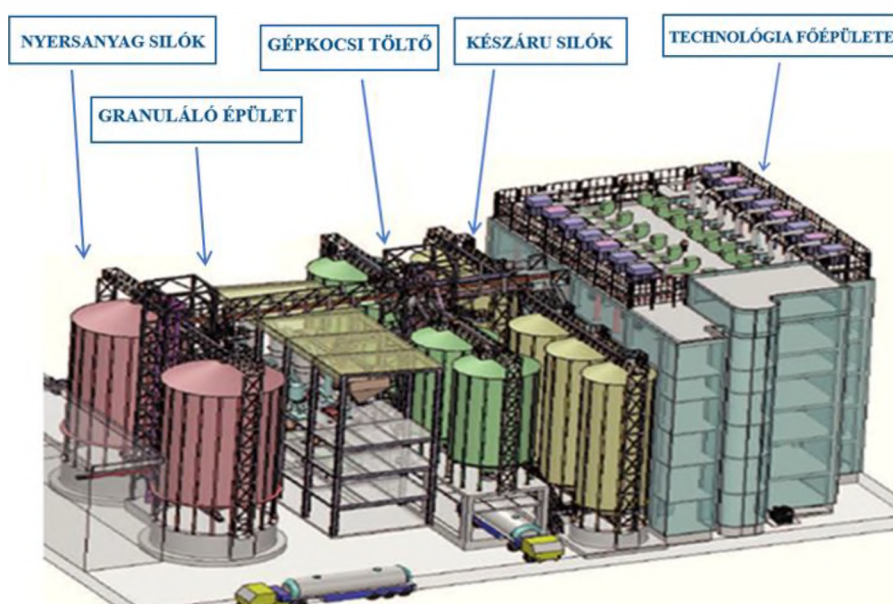
A kérdés, hogy milyen tűzvédelmi- és robbanásvédelmi tervezési feladatok és követelmények teljesítése szükséges egy új üzem létesítéséhez, valamint annak biztonságos üzemeltetéséhez a létesítést követően?

A témakörhöz kapcsolódva, a tervezés szakaszában a tűzvédelmi és robbanásvédelmi szakemberek szoros együttműködése nemcsak jogszabályi előírás, hanem a biztonságos működés alapvető feltétele is. A tűzvédelem és a robbanásvédelem szorosan összefügg, de mégis eltérő szakterületek, külön kompetenciával és felelősségi körrel, a feladataik elhatárolása sok esetben nem egyértelmű, mivel a gyakorlatban ezek a területek szorosan összefonódnak. Ugyanakkor bizonyos szakmai és jogi szempontok mentén a felelősségi körök, feladataik jól körül határolhatók. A kérdés, hogy egy tűzvédelmi szakember és egy robbanásvédelmi szakember hogyan képes a két szakterület közötti határvonalakat és szakmai összefüggéseket komplex módon átlátni és ezeket alkalmazni a gyakorlatban a tervezés során? A szakdolgozatomban ezekre a kérdésekre keresem a választ.

4. KÖVETELMÉNYEK FELÜLVIZSGÁLATA-MEGOLDÁSOK

4.1. A létesítendő új üzemre vonatkozó tervezési követelmények meghatározása, felülvizsgálata

A vizsgált projekt egy 2017. évben létesült, növényolajgyártáshoz kapcsolódó napraforgó dara feldolgozását végző ipari üzem, melynek kapacitás bővítését tervezik. Az üzem elrendezését és technológiai folyamatát az 5. ábra szemlélteti az áttekinthetőség céljából. Ebben a fejezetben kerülnek tűz- és robbanásvédelmi követelmények áttekintése, felülvizsgálata 2025. év hatályos jogszabályi változásokra vonatkozóan. Növényolajgyárban alkalmazott étolaj előállítási technológia során keletkezett olajos magdara, a technológia jellegéből adódóan porrobbanás veszélyesnek minősül, ezért a felülvizsgálat fókuszában az ehhez kapcsolódó tűz-és robbanásvédelmi előírások figyelembevételével történik.



5. ábra Napraforgó dara feldolgozás üzemi technológiai elrendezése

Forrás: [2017]

Technológia rövid bemutatása:

A telephelyen az üzemben az Extrakciós üzemből érkező, 37%-os fehérjetartalmú napraforgó darát dolgozzák fel. A feldolgozás fő technológiai lépései ismétlődnek, (őrlés-szítálás-szeperálás) majd a folyamat végén kettő típusú végterméket állítanak elő. Egy magas fehérje, de alacsony rosttartalmút és egy magas rost, viszont alacsony fehérjetartalmú terméket. Ezt követően a por állagú végtermékek granulálása, majd tárolása, illetve kiszállítása történik.

Nyersanyag silók:

Napraforgó feldolgozás során az alapanyag az extrakciós üzemből láncos szállítókon keresztül közvetlenül a két alapanyag silókba érkezik. Amennyiben a silók megtelnek, úgy az érkező alapanyag a padozatos dararaktár egyikébe kerül átmeneti tárolásra.

Technológiai épület:

Ez a technológia rész tartalmazza a többszöri őrlésből és szemcse-osztályozó gépekből álló feldolgozást.

-Lapátos őrlők:

Ez a technológia rész tartalmazza a többszöri őrlésből és szemcse-osztályozó gépekből álló feldolgozást. Az nyersanyag silókból érkező dara először a lapátos őrlőkbe kerül, amelyek feladata a nagyobb daracsomók kíméletes megbontása apróbb darabokra.

-Síkszíták:

Az őrlő után az anyag egy mérlegelést követően megérkezik a síkszítára, ahol a 3 mm-nél nagyobb szemcseméretű részek kiválasztódnak és a másodlagos őrlőre kerülnek, ahol tovább bontódnak apróbb darabokra. A 3000 µm (3 mm) és 800 µm közötti frakció a hengerszékre kerül, a 800 µm – 250 µm közötti méretű anyag pedig a fluidágyas szeparátorra. A 250 µm-nél kisebb részeket a szállítócsigára vezetik. A síkszítákban keletkeznek olyan frakciók, melyek a fluidágyas szeparátorokra kerülnek.

-Hengerszékek:

A hengerszékek feladata a gépbe betáplált anyag apróbb szemcseméretűre történő őrlése. Az őrlés műveletét két, egymással szemben forgó henger végzi. Az őrlőni kívánt anyag a két henger közé hullik és a két henger közti, beállított hengerrés által tudjuk befolyásolni az őrlés hatásfokát. Miután az összes frakció késztermékké alakult a technológia következő lépése, hogy a késztermékeket mérlegelik, illetve egy-egy homogenizáló csiga segítségével összekeverik. Ezt követően a két készterméket vagy fémsilókban tárolják, vagy legranulálják.

-Anyagszállítás:

A technológiai épületben pneumatikus anyagszállítást használnak és a szállított anyag ciklonokon kerül leválasztásra, ahonnan a szállító levegő egy zsákos szűrőbe jut, majd a megszívó ventilátoron és egy zajcsökkentőn keresztül a szabadba kerül. Az esetleges szűrő szakadást nyomás esés mérésével érzékelik, illetve a kibocsátott levegő hőmérséklete folyamatos ellenőrzés alatt áll. A pneumatikus szállító vezetékek porleválasztó ciklonjai és zsákos szűrői a technológiai üzem tetejére vannak telepítve. Az anyagokat serleges felvonókkal is mozgatják.

Granuláló épület:

A granuláló épületbe érkező alapanyag finom frakció, amely egyik sor technológiai sor granuláló berendezésben 6 mm beállított átmérőjű, a másik technológiai sor granuláló berendezéseiben, pedig 8 mm átmérőjű, 2-3 cm hosszúságú granulátumként lép ki. A 65 °C fokos granulátumot a granuláló gép alatt lévő hűtőből alulról befűjt levegővel hűtik vissza. A hűtőn átfűjt levegőt porleválasztó ciklonra vezetik. A leválasztott port visszajuttatják a granulálókba. A granulált termékek gépkocsi töltőn kerülnek kiadásra vagy a meglévő dara raktárba kerülnek, ahonnan a meglévő gépkocsi töltőn keresztül történik a kiszállítás.

Készárú silók:

A technológiából érkező két végtermék közbenső tárolását 6 darab siló végzi. A készárú silókból a termék a granuláló épületbe kerül további feldolgozásra.

-Gépkocsi töltő

A kamiontöltő alkalmas zárt rendszerű töltésre tartálykocsik részére a készárú silókból.

A technológiai lépések összefoglalása:

1. A beérkező alapanyag elhelyezésre kerül a Nyersanyag silókban.
2. A deponált alapanyag átmozgatása a Technológiai főépületbe.
3. Első lépés a durva őrlés.
4. Második lépés a finom őrlés.
5. Harmadik lépés az anyag minőségi frakciónkénti szétválasztása.
6. A 4.; 5.; 6.; pont szerint az anyag addig cirkulál, míg a megfelelő minőségi frakcióba leválasztásra nem kerül.
7. A frakcionált anyag kerülhet deponálásra (Készárú silók), kiszállításra (Gépkocsi töltő), vagy granulálásra (Granuláló épület).
8. Granulálás esetén a megfelelő frakciót a Granuláló épületre vezetik.
9. Első lépés a frakció bemérése.
10. Második lépés a kondicionálás vízgőzzel szükség szerint vízzel történő elvégzése.
11. Harmadik lépés, granulálás, a megfelelő méretű granulátum előállítás présgéppel.
12. Negyedik lépés, granulátum hűtés légátszívással.
13. Granulátum tárolás. [2017]

A technológia biztonságát szolgáló műszaki megoldások:

- A teljes technológia zárt.
- A technológia folyamatos elszívással kialakított légtechnikai rendszerrel van ellátva.
- A létesítendő technológia korszerű földelésttechnikával (EPH) van létesítve.

- A technológiai el van látva teljesítménykorlátozással, és reprezentatív technológiai hőmérsékletmérő pontokkal, ezzel korlátozva a technológia folyamán súrlódásból fellépő többlet hőmennyiséget, mely tűz és vagy robbanáshoz vezethet.
- A légtechnika el van látva az esetleges szűrőszakadások érzékelő rendszerével.
- A technológia folyamán biztonsági okokból a légtechnikával elszívott porok, annak összegyűjtése után a technológiába visszavezetésre kerül. [2017]

Tervezési szempontok ismertetése:

Fontos kiemelni, hogy a szakdolgozat terjedelmi korlátai nem teszik lehetővé egy teljeskörű tervfejezet részletes kidolgozását, ezért a tervezési szempontok felülvizsgálata kizárólag azokra a követelményekre terjed ki, amelyek a tűz- és robbanásvédelem szempontjából relevánsak egy kapacitás bővítéshez kapcsolódó beruházás esetén, és amelyek a létesítmény tűzvédelmi helyzetében jelentős változást eredményezhetnek. A fent említett pontra hivatkozva 3 témakört fogok részletesen kidolgozni, a területek és technológiai berendezések robbanásveszélyes zónabesorolását, az épület kockázati egység kockázati osztálynak meghatározását, valamint az építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelményeket. Az 54/2014.(XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat és az MSZ EN 60079 szabványsorozat, valamint a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek alapján, a robbanásveszélyes technológia alkalmazása esetén tűzvédelmi koncepcióval alátámasztott robbanásvédelmi tervfejezet szükséges. A 2017. évi előzményekre hivatkozva, kiindulási alap volt, a napraforgó por tulajdonságainak laboratóriumi vizsgálatának elvégzése, hogy milyen éghetőségi tulajdonsággal rendelkezik és mekkora az anyag szemcsemérete. A vizsgálat során bebizonyosodott, hogy a porszemcse 500 µm-nél kisebb és az éghetőségi tulajdonságai miatt porrobbanásra hajlamos lehet az anyag. Ennek összefoglalását az 8. táblázat szemlélteti.

Ezt követően egy szakcég bevonásával, és annak szakmai javaslata alapján, valamint az **MSZ EN 60079-10-2:2015 „Robbanóképes közegek – 10-2. rész: Térségek osztályozása – Gyúlékony poros közegek szabvány, továbbá a 3/2003. (III.11.) FMM–EszCsM együttes rendelet előírásai a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről** szóló jogszabály szerint indokoltá vált a robbanás elleni védelem érdekében a zónabesorolás elkészítése.

Ez alapján készült egy zónabesorolás, amit a létesítés során figyelembe vettek. Az ebben az időben lévő hatályos OTSZ [2014.5.0] ezt a létesítési követelményt így nem kezelte, ezért

nem kellett készíteni robbanásvédelmi tervfejezetet, hanem úgynevezett előzetes zónabesorolás készült, annak az előre látása céljából, hogy ne utólagosan kelljen megfeleltetni a technológiát, esetleges berendezések újra szerelésével, továbbá az épületet áttervezésével, módosításával a robbanásvédelmi előírásoknak megfelelően a 3/2003. (III.11.) FMM-EszCsM rendelet alapján.

8. táblázat Napraforgó por robbanástechnikai adatok összefoglalása		
Napraforgó por	Átlagos szemcseméret (μm)	Minimális gyújtási energia (MIE) (m)
	425	-
	Gyúlékonysági osztály	Gyulladási hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)
	St1	
	Robbanási határ (g/m^3)	Legnagyobb robbanási nyomás (bar)
	44	
	Robbanás veszélyességi alcsoport	Tűzveszélyességi osztály
	IIIB	Robbanásveszélyes osztály

Az előremutató biztonságtechnikai megközelítés alapján a létesítés tervezési szakaszában elkészült egy tűzvédelmi tervkoncepció, valamint a robbanásveszélyes területek meghatározására vonatkozó zónabesorolás is. Ebben az időszakban a robbanásvédelem, a zónabesorolás kapcsolata az Országos Tűzvédelmi Szabályzattal minimális volt.

A kapacitás bővítés indokoltá teszi egy új épület létesítését, ezért a beruházás előkészítése során szükséges az érvényben lévő tervezési követelmények vizsgálata.

A robbanásvédelmi tervezési követelmények meghatározása a mindenkor hatályos jogszabályok, műszaki irányelvek és vonatkozó szabványok előírásai szerint történik.

A vonatkozó előírásokat a **54/2014. (XII.5.) BM rendelet** – az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról –, valamint a **3/2003. (III.11.) FMM–EszCsM együttes rendelet**, továbbá a **Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 13.5:2025.02.01** tartalmazza, illetve, az alábbi szabványokban rögzített robbanási kockázat feltárására irányuló ellenőrző eljárásokat kell lefolytatni az **MSZ EN 60079-10-2:2015 Robbanóképes közegek. 10-2: rész: Térségek osztályozása. Robbanóképes poros közegek (IEC 60079-10-2:2015)** szabvány alapján. Létesítés szempontjából a tervezés kiindulópontja, hogy a 13.5:2025.02.01 Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 5.1.1.1. pontja alapján nyilatkozni kell arról, hogy a tervezett technológia esetében a robbanásveszély mértéke elhanyagolható-e vagy kockázatot jelentő.

Amennyiben a robbanásveszély elhanyagolhatónak minősül, robbanásvédelmi tervfejezet készítése nem szükséges. A robbanásveszély mértékének meghatározása történhet a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv „B” mellékletében meghatározottak alapján, vagy egyedileg, amelyet a technológia tervezője állapít meg.

Jelen esetben a korábbi projekt során szerzett tapasztalataimra hivatkozva, valamint a rendelkezésemre álló technológiai paraméterekre és a létesítmény tűz- és robbanásvédelmi jellemzőinek ismeretére alapozva megállapítható, hogy a robbanásveszély mértéke kockázatot jelentőnek minősül. A robbanásveszély mértékének kockázatot jelentő indoklása, hogy a technológia robbanásvédelmi zónákat hoz magával, ebből eredően a tervezett új technológia működése robbanásveszélyes zónák kialakulását eredményezi, ezért az új létesítés során is ezzel összhangban azonos vagy szigorúbb robbanásvédelmi kockázatokkal kell számolni.

Kapacitás bővítés miatt tervezett létesítendő új Technológiai épület adatai:

Az épület rendeltetése:	Ipari
Építményszint száma:	földszint +4 (+15,50 m)
Földszint ($\pm 0,00$ m):	556,12 m ²
I. emelet (+5,00 m):	571,05 m ²
II. félelelet (+7,75 m):	61,46 m ²
III. emelet (+10,50 m):	571,05 m ²
IV. emelet (+15,50 m):	563,215 m ²
Tervezett nettó alapterület összesen:	2322,89 m ²
Tervezett:	beépített tűzjelző

Új Technológiai épület épületszerkezeti elemei:

Tetherhordó pillér:	50/50 cm vb. pillér
Emeletközi földem:	20 cm-es monolit vb.
Tetőföldem:	20 cm-es monolit vb.
Tűzgátló fal:	30 cm PTH téglafal 15 cm-es ásványgyapot Kingspan szendvics falpanel KS 1000 FR, HEA 160 acél oszlopra rögzítve (tűzvédő festékekkel kezelve)

Tűzgátló nyílászáró tűzgátló falban:	90 perces minősített tűzgátló ajtó
Tűzgátló réskitöltő rendszer:	90 perces minősített réskitöltő elemek
Külső térelhatároló fal:	8 cm-es ásványgyapot szendvics falpanel
Válaszfalak:	20 cm-es YTONG válaszfal
Vázkitöltő fal:	8 cm-es ásványgyapot Kingspan szendvics falpanel KS 1000 FR, HEA 160 acél oszlopra rögzítve (tűzvédő festékkel kezelve)
Lépcső:	vb. lépcső
Padlóburkolat:	simított beton
Lapostető:	Kötött rétegrend, hőszigeteléssel, vízszigeteléssel

Új Tervezett technológia rövid ismertetése:

A technológiai folyamat lépései hasonlóképpen történik, amit korábbiakban ismertettem lásd. részletesen a technológia rövid ismertetése alatt.

Röviden összefoglalva, a technológiai épület földszint +4 szintjén valósul meg a technológiai folyamat. A napraforgó dara többszöri őrlésen, szítáláson és szemcse osztályozáson megy keresztül. A nyersanyag először lapátos őrlőkbe kerül, ahol a nagyobb daracsomók aprítását végzik. A szítálás után a nagy szemcseméretű frakciók visszakerülnek a másodlagos őrlésre. A síkszíták különböző mérettartományokra bontják az anyagot, amely ezt követően hengersizékeken tovább őrlődik vagy fluidágyas szeparátorokra kerül.

A késztermékeket homogenizálják, majd granulálják vagy silóban tárolják. Az anyagszállítás pneumatikus úton történik, ciklonos porleválasztással és zsákos szűrőkkel. A szállítólevegő minőségét nyomáskereső-érzékeléssel és hőmérséklet-figyeléssel kontrollálják. Az anyagmozgatás serleges felvonókkal történik.

1.Kockázati egység kockázati osztály meghatározása:

A technológiai épület kockázati egység kockázati osztálya az 54/2014.(XII.5.) BM rendelet Országos Tűzvédelmi Szabályzat 1.sz. melléklet 1. táblázata, valamint Kockázati osztálybesorolás TvMI 14.2:2022.06.13., és Robbanás elleni védelem TvMI 13.5:2025.02.01. alapján:

9. táblázat Kockázati osztályba sorolása az új technológiai épületnek Forrás: [TvMI 2022]					
	Magasság	Létszám	Menekülési képesség	Rendeltetés	Tűzszakasz mérete
Új technológiai épület	14,01-30,0 m	max. 15 fő	Önállóan menekülési képesek	Ipari Fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba tartozó anyag tárolása és feldolgozása*	Többszintes épület, önálló épületrész $2323 \text{ m}^2 \leq 16000 \text{ m}^2$ $10821 \text{ m}^3 \leq 16000 \text{ m}^3$
Kockázati egység kockázati osztálya	KK	NAK	NAK	MK	NAK

* MK kockázati osztály javasolt olyan technológia esetén, amelynél robbanásveszély alakulhat ki az egyes berendezéseken kívül (tehát 0 vagy 1 zóna alakul ki a robbanásvédelmi munkarész alapján), vagy bármely okból robbanásveszélyes gőzök, gázok, porok jelenlétével kell számolni.

A kockázati egység kockázati osztálya alapján az épület mértékadó kockázati osztálya: **MK**

A technológiai épület megengedett tűzszakasz méretének meghatározása:

Az épületben minden szinten azonos rendeltetésű technológiai helyiségek kerülnek kialakításra, melyek MK kockázati osztályba tartozó ipari rendeltetésű kockázati egységet foglalnak magukba. Az OTSZ 21. § (2) bekezdése, valamint az 5. melléklet 3. táblázata alapján a tűzszakasz megengedett legnagyobb alapterülete beépített tűzjelző és tűzoltó berendezés alkalmazása esetén 3000 m² lehet, amely az épület tervezett alapterület nagysága alapján 1 tűzszakaszaként alakítható ki. (10. táblázat)

A technológiai folyamatokból adódóan, figyelembevée a berendezések működését és az alkalmazott anyagok mennyiségi jelenlétét, a robbanásveszélyes porok által lefedett térfogat az adott helyiségek teljes légtérfogatának 40%-át szintenként eléri. Ennek következtében az érintett helyiségeket potenciálisan robbanásveszélyes térként szükséges kezelni a robbanásvédelmi követelmények meghatározása során, összhangban az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány és 13.5:2025.02.01 Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv előírásával. A tervezés során az építészeti és technológiai elrendezést úgy kell kialakítani az Rb-s technológia védelme miatt, hogy robbanásveszélyes zónák egybeessenek a tűzszakaszok határaival, ezért a tűzszakaszok kialakítása minden szinten külön történik - esetleges robbanás vagy tűz hatásai ne terjedjenek át az egész létesítményre - a biztonság növelése és a káresemények kockázatának minimalizálása érdekében 5 tűzszakasz kerül kialakításra.

10. táblázat OTSZ 5. melléklet 3. táblázat Forrás: OTSZ [2014]			
Ipari, mezőgazdasági rendeltetésű kockázati egységet befogadó épület, önálló épületrész	A tűzszakasz megengedett legnagyobb alapterülete (m ²), beépített tűzjelző és tűzoltó berendezés nélkül/tűzjelző berendezéssel/tűzoltó berendezéssel/beépített tűzjelző berendezéssel és fokozott üzembiztonságú tűzoltó berendezéssel A tűzszakasz megengedett térfogata (m ³) a megengedett alapterület 12-szerese		
	NAK	AK, KK	MK
Több szintből álló épület, önálló épületrész pincésintet nem érintő tűzszakasza	4 000/8 000/ 16 000/24 000	8 000/10 000/ 24 000/32 000	1 000/3 000/ 6 000/6 000

1. tűzszakasz: földszint ($\pm 0,00$ m): 556,12 m²

2. tűzszakasz: emelet (+5,00 m): 571,05 m²

3. tűzszakasz: félemelet (+7,75 m): 61,46 m²

4. tűzszakasz: emelet (+10,50 m): 571,05 m²

5. tűzszakasz: emelet (+15,50 m): 563,215 m²

Tervezett nettó alapterület összesen: 2322,89 m²

Robbanásvédelmi szempontból ezeket a technológia helyiségeket, területeket önálló tűzszakaszokként kell kezelni és az épület mértékadó kockázati osztályának megfelelő tűzgátló építményszerkezetekkel kell határolni és elválasztani az egyéb rendeltetésű helyiségektől.

2017. évben készült tűzvédelmi műszaki leírás alapján, létesített üzemi épületek kockázati osztályának, a kockázati egység ismertetése:

- Az épület rendeltetése: Ipari
- Építményszint száma: Granuláló épület: földszint+ 4
Technológiai főépület: földszint +6

Az üzem épület kockázati egység kockázati osztálya az OTSZ 54/2014. (XII.05.) BM rendelet alapján:

11. táblázat Kockázati egység kockázati osztály meghatározása Forrás: [2017]					
	↑	Létszám	Menekülési képesség	Rendeltetés	Tűzszakasz nagyság
Granuláló épület	7,01-14,0 m AK	max 25 fő NAK	Önállóan menekülnek NAK	Termény-feldolgozás KK	Többszintes épület, önálló épületrész $763,61 \text{ m}^2 \leq 8000 \text{ m}^2$ $4500 \text{ m}^3 \leq 7635 \text{ m}^3$ KK
Technológiai főépület	14,01-30,0 m KK	max 25 fő NAK	Önállóan menekülnek NAK	Termény-feldolgozás KK	Többszintes épület, önálló épületrész $3195 \text{ m}^2 \leq 16000 \text{ m}^2$ $14885 \text{ m}^3 \leq 160000 \text{ m}^3$ KK
Kiszolgáló rész	14,01-30,0 m KK	max 25 fő NAK	Önállóan menekülnek NAK	Iroda NAK	Többszintes épület, önálló épületrész $630 \text{ m}^2 \leq 16000 \text{ m}^2$ $2906 \text{ m}^3 \leq 160000 \text{ m}^3$ NAK

A létesítéskor a tűzvédelmi szabályzatról szóló 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet 12. § (2) bekezdése alapján a kockázati egység kockázati osztályát a tűzvédelmi dokumentáció készítéséért felelős személy a 10. § (3) bekezdésben felsorolt jellemzők és a tűzvédelmi helyzetet befolyásoló egyéb körülmények vizsgálatával, mérlegelésével, a hasonló rendeltetések 1. mellékletben foglalt 4. táblázat szerinti kockázati osztályának figyelembevételével **KK osztályba sorolta** az engedélyezési tervdokumentációban.

A technológiai épületek 3 tűzszakaszból lett megtervezve, melyek a következők:

- I. sz. tűzszakasz → Technológiai főépület (üzemi terület): $3195,08 \text{ m}^2$
 II. sz. tűzszakasz → Kiszolgáló rész: $630,07 \text{ m}^2$
 III. sz. tűzszakasz → Granuláló épület: $763,61 \text{ m}^2$

A mértékadó tűzszakasz az I. tűzszakasz alapterülete, az üzemi helyiségek alapterülete: $3195,08 \text{ m}^2$

2. Robbanásveszélyes zónák meghatározása:

A 2017-ben elkészült robbanásvédelmi zónabesorolás az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány előírásai alapján kerültek meghatározásra, a létesítés időpontjában kizárólag ez a szabvány szolgált módszertani alapként a porrobbanásveszélyes terek zónák meghatározására.

Jelenleg a robbanásveszélyes zónák besorolását az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány és 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv alapján kell meghatározni, illetve ez kiegészül a nyilatkozattal az Műszaki Irányelv előírása alapján, mely szerint a technológia robbanásveszély mértékének kockázatot jelentő.

A tervezett új technológia működéséből eredően robbanásveszélyes zónák kialakulása várható, mivel a feldolgozási folyamat jellege és a használt anyagok robbanásveszélyes

porokat generálnak. Ennek megfelelően az új létesítés során is szükséges azonos vagy szigorúbb robbanásvédelmi kockázatokkal számolni. Tekintettel arra, hogy a korábbi technológiai rendszer műszaki megoldásai és működési elvei a tervezett bővítés során alapvetően változatlan formában kerülnek alkalmazásra, a meglévő zónabesorolás szolgál kiindulási alapként. Ezt a zónabesorolást a hatályos jogszabályi és szabványi követelmények - az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány és a vonatkozó Robbanás elleni védelem TvMI figyelembevételével kerül sor felülvizsgálatra és aktualizálásra.

A besorolásnál a következő követelményeket kell vizsgálni:

- 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.

Továbbá a besorolásnál figyelembe kell venni:

- Éghető porok rétegeit, lerakódásait, felhalmozódásait, mint minden más okot, amely robbanóképes légtér kialakulásához vezethet, figyelembe kell venni.
- Normál üzem alatt azt az állapotot értjük, amelyben a berendezéseket az üzembe helyezési paramétereit között használjuk.

A kibocsátás besorolható az alábbiaknak megfelelően:

- Folyamatos: Az éghető porok, illetve/továbbá ezek hibrid elegyének folyamatos, vagy hosszú időtartamig tartó, vagy rövid idejű, de magas ismétlődési számmal (gyakori) jellemezhető kibocsátása. Megjegyzés: A kibocsátás időtartama több mint, 1000 óra / év.
- Elsőrendű: Az éghető porok, illetve/továbbá ezek hibrid elegyének a normál üzemvitelhez kapcsolódó időszakos vagy eseti kibocsátása. Megjegyzés: A kibocsátás időtartama több mint, 10 óra / év, de kevesebb, mint 1000 óra / év.
- Másodrendű: Az éghető porok, illetve/továbbá ezek hibrid elegyének normál üzemvitel során feltételezhetően nem jelentkező kibocsátása, de ha elő is fordul, akkor valószínűleg ritkán és rövid időtartamban. Megjegyzés: A kibocsátás időtartama kevesebb, mint 10 óra / év.

1.Nyersanyag silók:

2017. évi követelmények:

- A silók belterülete nem minősül robbanásveszélyes térnek, ellenben a siló feltöltését szolgáló anyagtranszport végrehajtó rendszere a hozzátartozó légtechnikával, annak légterével a porgyűjtő kamrákig zóna 22 robbanásveszélyes térnek minősül.
- A beérkező alapanyag változó szemcseeloszlású, melyből a különböző szennyeződések és finompor frakciókat az anyagmozgatás sorába légtechnika folyamatosan leválasztja.
- Zóna 22: Alkalmazható gyártmányok: III 1, 2, 3 D / Da, Db, Dc IIIB 140°C

2025. évi követelmények:

- A silók belső terét Zóna 20 robbanásveszélyes térként kell kezelni.
- A csővezetékek, tároló silók, termelő berendezések belső térfogataira jellemző, zóna 20-as térfogatba sorolandók azok az átvevő-átadó technológiák, ahol a robbanóképes por aláhullva folyamatos porfelhőt képez.
- Zóna 20: Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C

A 2017-es besorolás gyakran a technológiai porleválasztó rendszerek hatására alapozva Zóna 22-be sorolta a silók környezetét, míg a 2025-ös szabályozás már Zóna 20-ként kezeli ezeket a tereket, elismerve a valós és tartós porrobbanási veszélyt a tárolóberendezések belsejében.

2.Technologia épület:

2017. évi követelmények:

- A technológia 2 főrésze bontandó robbanásveszélyesség szempontjából, melynek technológiai határa a durva őrlés. A durva őrlést megelőző technológiai rendszer a hozzátartozó légtechnikával a porleválasztó kamrákig zóna 22 robbanásveszélyes térnek minősül.
- A durva őrlést követően a technológiai rendszer a hozzátartozó légtechnikával a porleválasztó kamrákig zóna 20 robbanásveszélyes térnek minősül. Ebbe beletartozik a nem megfelelő frakció visszakeringetési rendszere is.
- Zóna 20: Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C.
- Zóna 22: Alkalmazható gyártmányok: III 1, 2, 3 D / Da, Db, Dc IIIB 140°C.

2025. évi követelmények:

- A technológia első szakasza a beadagoló rendszer és az elsődleges és másodlagos lapátos őrlőket magába foglaló durva őrlést megvalósító szakasz a hozzá tartozó légtechnikai rendszer porleválasztójáig, ez zóna 22-es térnek minősül.
- A technológia második szakasza, durva őrlés utáni finom frakciókat előállító elválasztó szakasz. Ide tartoznak még az elszívó rendszerek és ezek porleválasztói, porszűrői. Ez zóna 20 robbanásveszélyes térnek minősül.
- Zóna 20: Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C.
- Zóna 22: Alkalmazható gyártmányok: III 1, 2, 3 D / Da, Db, Dc IIIB 140°C.

A zónabesorolás követelmény alapvetően nem változott a durva őrlés a választóvonal.

3.Készáru silók:

2017. évi követelmények:

- A készáru silók, a minősített és leválasztott frakciók tárolására szolgálnak, így azok teljes belső tere a hozzátartozó anyagszállító rendszerrel, légtechnikával, adagoló rendszerrel és teljes műszerezettséggel. A silókhoz tartozó adagoló berendezések belső terei zóna 20 robbanásveszélyes zónába tartozik.
- Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C.

2025. évi követelmények:

- A készáru silók, a minősített frakciók tárolására szolgálnak, így azok teljes belső tere a hozzátartozó anyagtranszport rendszerrel, légtechnikával, adagoló rendszerrel és teljes műszerezettséggel kis szemcseméretű porral telítettek, így a készáru silókhoz tartozó szállító és adagoló berendezések belső terei Zóna 20 robbanásveszélyes zónába tartozik.
- A silók kilégző szelepe körüli 1,0 méter sugarú térrész Zóna 22 robbanásveszélyes térnek minősül.
- Zóna 20: Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C.
- Zóna 22: Alkalmazható gyártmányok: III 1, 2, 3 D / Da, Db, Dc IIIB 140°C.

Zóna 20 megállapítása a belső terekre indokolt maradt a jelenlegi szabályozás alapján, mivel a készáru silók folyamatosan poros környezetet jelentenek, a porrobbanás veszélye állandó jelenlétű lehet. A szállító és adagoló rendszerek teljes egészében a poros közegben működnek,

így szintén Zóna 20 minősítés marad érvényben. A silók kilégző szelep körüli térség Zóna 22-re történő besorolása indokolt, a szabvány kifejezetten előírja, hogy az ilyen levegőkibocsátási pontok környezetét robbanásveszélyes térként kell értékelni, ha poros levegő távozik.

4. Gépjármű töltő:

2017. évi követelmények:

- Zóna 20-as robbanásveszélyes zónába tartozik, a fix és mozgó rédlerek (láncos szállító berendezés) belső légtere, a töltőfejek belső légtere, a rédlerek és töltőfejek belső légteréből elszívó ventilátor szűrőjének „koszos” oldala.
- Zóna 22-es zónába tartozik a rédlerek és töltőfejek belső légteréből elszívó ventilátor szűrőjének „tisztá” oldala, szűrő utáni elszívó vezeték belső tere, az elszívó ventilátor belső tere, a kifúvó csővezeték kifúvási pontja körüli fektetett kúp alakú tér, melynek csúcsa a kifúvás pontja és hossza 2 méter.
- Zóna 20: Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C.
- Zóna 22: Alkalmazható gyártmányok: III 1, 2, 3 D / Da, Db, Dc IIIB 140°C.

2025. évi követelmények:

- Zóna 20-as robbanásveszélyes zónába tartozik, a fix és mozgó rédlerek (láncos szállító berendezés) belső légtere, a töltőfejek belső légtere, a rédlerek és töltőfejek belső légteréből elszívó ventilátor szűrőjének „koszos” oldala.
- Zóna 22-es zónába tartozik a rédlerek és töltőfejek belső légteréből elszívó ventilátor szűrőjének „tisztá” oldala, szűrő utáni elszívó vezeték belső tere, az elszívó ventilátor belső tere, a töltőkhöz tartozó légtechnikai rendszernek kidobó ágának végpontjai körül mért 1,0 méter sugarú tér Zóna 22 potenciális robbanásveszélyes zónába tartoznak.
- Zóna 20: Alkalmazható gyártmányok: III 1 D / Da IIIB 140°C.
- Zóna 22: Alkalmazható gyártmányok: III 1, 2, 3 D / Da, Db, Dc IIIB 140°C.

A Kifúvási pont környezetének geometriai pontosítása a 2017. évi előírás kúp alakú térrel (2 m) számolt a kifúvás körül, míg a jelenleg 2025. évi szabályozás 1 méter sugarú gömb alakú teret határoz meg. Ez a változás a szabvány szerinti geometriai pontosítást tükrözi, többi változatlan marad.

3. Technológiai épület építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelmények:

2017-ben az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet 12. § (2) bekezdése alapján a kockázati egység kockázati osztályát a tűzvédelmi dokumentáció készítéséért felelős személy a 10. § (3) bekezdésben felsorolt jellemzők és a tűzvédelmi helyzetet befolyásoló egyéb körülmények vizsgálatával, mérlegelésével, a hasonló rendeltetések 1. mellékletben foglalt 4. táblázat szerinti kockázati osztályának figyelembevételével KK osztályba sorolta az engedélyezési tervdokumentációban.

A tervezett új épület mértékadó kockázati osztálya MK, az 54/2014.(XII.5.) BM rendelet Országos Tűzvédelmi Szabályzat 1.sz. melléklet 1. táblázata, valamint Kockázati osztálybesorolás TvMI 14.2:2022.06.13., és Robbanás elleni védelem TvMI 13.5:2025.02.01. alapján.

12. táblázat Technológiai épület építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelmények Forrás: OTSZ [2014]				
Mértékadó kockázati osztály		MK	Tényleges tűzállósági teljesítmény	Értékelés
Építményszerkezet		3-15		
Teherhordó építményszerkezetek	Teherhordó pillérek és merevítéseik 50 x 50 cm vb. pillér	A2 R 90	A1 R 120	Megfelelő
	Emeletközi és padlásfödém: 20 cm monolit vb födém	A1 REI 60	A1 REI 60	Megfelelő
	Tetőfödém térelhatároló szerk.: 20 cm monolit vb födém	A2 REI 30	A1 REI 60	Megfelelő
	Épületen belüli menekülési útvonalnak minősülő lépcső és lépcsőpihenők tartószerk: Statikailag méretezett vb lépcső	A2 R 90	A2 R 90	Megfelelő
	Menekülési útvonalat képező szabadlépcső tartószerkezete statikailag méretezett acél lépcső	A1	A1	Megfelelő
	Tűzgátló fal: 30 cm PTH téglafal 10 cm-es ásványgyapot Kingspan szendvics falpanel KS 1000 FR HEA 160 acél oszlopra rögzítve (tűzvédő festékkel kezelve)	A2 REI 90	A1 REI 240 A2 EI 90	Megfelelő
Tűzterjedés				

-gátlás építmény- szerkezetei	Tűzgátló nyílászáró tűzgátló falban 90 perces minősített tűzgátló ajtó	EI₂ 90	A2 EI₂ 90-C3	Megfelelő
	Tűzgátló réskitöltő rendszer minősített réskitöltő anyagok	EI 90	EI 90	Megfelelő
Menekülési útvonalon alkalmazott építmény- szerkezetek	Falburkolat: 1,5 cm vakolat	A2	A2	Megfelelő
	Padlóburkolat: simított beton	A2	A1	Megfelelő
	Hő és hangszigetelés burkolat nélkül vagy burkolat mögött: Ilyen szerkezeti elem nem lesz	A1	-	-
Vázkitöltő fal: 8 cm-es ásványgyapot Kingspan szendvics falpanel KS 1000 FR HEA 160 acél oszlopra rögzítve <i>(tűzvédő festékkel kezelve)</i>		A2 EI 90	A2-s1,d0 EI 90	Megfelelő
Válaszfal: 20 cm-es YTONG válaszfal		A2 EI 30	A1 REI 180	Megfelelő
Tető- szerkezet	Tetőfödém tartószerkezete, valamint a tetőfödém 60 kg/m² felülettömeg felett: Kötött rétegrendben vizsgálattal igazolt szerkezet	REI 60 B_{roof}, (t1) A2-s1, d0	REI60 B_{roof}, (t1) A2-s1, d0	Megfelelő

Az előírt szerkezeti követelményeket a ténylegesen tervezett épületszerkezetek kielégítik, megfelelnek a MK kockázat előírásainak.

A dolgozat terjedelmi korlátai miatt a részletesen nem tárgyalt további robbanásvédelmi és tűzvédelmi tervezési követelmények ismertetése felsorolás jelleggel történik. Fontos kiemelni, hogy a robbanásvédelmi tervfejezet célja a robbanás elleni védelemhez kapcsolódó követelmények teljesülésének biztosítása, valamint a teljes létesítményre vagy technológiai rendszerre kiterjedő védelmi koncepció bemutatása. A tervfejezet elkészítése egyben irányadó a többi kapcsolódó szaktervezési dokumentációk számára is, amelyekben a robbanásvédelmi szempontokat a tervezés során figyelembe kell venni és érvényesíteni szükséges.

A tervfejezet a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelvben meghatározott módszertan szerint, az adott projekt sajátosságainak megfelelő részletezettséggel, az alábbi fő tartalmi részeket kell, hogy tartalmazza:

- A telepítendő villamos/nem villamos berendezések védettségi szintjeinek ismertetése.
- A robbanásveszélyes technológiák biztonsági szintjének igazolása az MSZ EN 1127-1 szabvány vagy elfogadott veszélyelemző szabványos módszer alapján.

- A tervezett védelmi rendszerek és intézkedések bemutatása, legalább az alábbi szempontok szerint:
 - konstrukciós megoldások (pl. robbanásálló kialakítás, nyomáscsökkentő felületek, hasadó vagy hasadó-nyíló elemek, Q-csövek, lángzárak).
 - műszeres védelem és biztonsági reteszek;
 - beépített robbanásvédelmi rendszerek (pl. robbanáselfojtás, szikragát, gyorselzáró szerelvények, inertizálás),
 - a biztonsági szint igazolása a vonatkozó műszaki előírások alapján,
 - menekülési utak és vészkijáratok kialakítása a Kiürítés című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv előírásai szerint,
 - a védelmi rendszerek biztonsági tápellátásának szükségessége, valamint a működőképességükhöz szükséges minimális üzemidő meghatározása,
 - elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem biztosítása, a Villamos berendezések, villámvédelmi és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv figyelembevételével,
 - villám- és túlfeszültség-védelem alkalmazása, az MSZ EN szabványok és a Villamos berendezések, villámvédelmi és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv irányelvei alapján,
 - a robbanásvédelmi rendszerek karbantarthatósága, különös tekintettel a rendszeres ellenőrzés és dokumentáció biztosítására,
 - megfelelő jelölések alkalmazása, mint például zónahatárok, földelési pontok, valamint a gyújtóforrás bevitelének tilalmát jelző piktogramok feltüntetése.

A robbanásvédelmi tervfejezet és a tűzvédelmi tervfejezet között szoros logikai és tartalmi kapcsolat áll fenn, a robbanásvédelmi tervfejezetben meghatározott zónabesorolások, védelmi módok, gyújtóforrás elleni intézkedések kihatással vannak a tűzszakaszok kialakítására, a menekülési útvonalak vezetésére, a tűzjelző és oltóberendezések típusára, azok alkalmazhatóságára, valamint az épületszerkezetek tűzállósági követelményeire.

Az épület esetében a robbanásvédelmi tervfejezet mellett a tűzvédelmi tervfejezet részét képező műszaki leírásnak az alábbi követelményeket kell részletesen tartalmaznia:

- az épület kockázati osztályba sorolásának bemutatása,
- az alkalmazott technológia tűzvédelmi megoldásainak ismertetése,
- az épületben alkalmazott szerkezetek tűzállósági jellemzőinek meghatározása,
- az tűzszakaszolásának, a tűzterjedés elleni védelemnek és a tűztávolságoknak a részletes bemutatása,

- a hő- és füstelvezetés módjának ismertetése,
- az alkalmazott hasadó vagy hasadó-nyíló felületek kialakítására vonatkozó megoldások ismertetése,
- a tűzoltósági beavatkozás lehetőségeinek és feltételeinek bemutatása,
- a kiürítési és mentési stratégiát,
- az épületgépészeti, villamos és villámvédelmi rendszerek tűzvédelmi követelményeinek való megfelelés igazolása,
- a létesítménybe tervezett automatikus tűzjelző és tűzoltó berendezések kialakításának bemutatása,
- a biztonsági jelzések elhelyezésére és kialakítására vonatkozó megoldások ismertetése.

4.2. Az üzemeltetés során érvényesülő biztonságtechnikai követelmények

Üzemeltetésre vonatkozó követelmények:

A porrobbanás biztonságtechnikai előírásainak betartása az üzemeltetés és működés során elengedhetetlen az emberi élet, az anyagi javak védelme, valamint az üzembiztonság fenntartása szempontjából. A Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv alapján, az üzemeltetés során a robbanás elleni védelem hatékonysága és folyamatos működőképessége akkor tekinthető biztosítottnak, ha a létesítéskor kialakított robbanásvédelmi intézkedésekhez kapcsolódó dokumentációk – így a robbanásvédelmi tervdokumentáció, a zónabesorolási jegyzőkönyv, a robbanásbiztos berendezésekre vonatkozó üzemeltetési, karbantartási és javítási utasítások, valamint azok nyilvántartása és a takarítási terv – teljeskörűen és naprakészen rendelkezésre állnak.

Amennyiben a technológia módosítása hatással lehet a robbanásveszélyes térség kiterjedésére vagy a védelem módjára, a zónabesorolási dokumentáció aktualizálása kötelező és a robbanásvédelmi rendszer új feltételekhez igazítását is el kell végezni. A biztonság szempontjából kulcsfontosságú továbbá a rendszeres felülvizsgálatok végrehajtása, valamint az esetleges hiányosságok mielőbbi megszüntetése.

Az üzemeltetés során folyamatosan biztosítani kell a robbanás elleni védelmi elemek – mint a hasadó és hasadó-nyíló felületek, a légtechnikai rendszerek és légtérelvezető berendezések – megfelelő működését. A robbanásveszélyes területeken alkalmazott villamos és nem villamos berendezések naprakész nyilvántartása elengedhetetlen.

A robbanásveszélyes zónák határait jól látható módon kell megjelölni, hogy azok minden munkavállaló számára egyértelműek legyenek. A munkavégzés során használt egyéni

védőeszközök és védőruházatok kizárólag a zónabesorolásnak megfelelő minősítéssel alkalmazhatók.

A biztonságos munkavégzés követelményei robbanásveszélyes környezetben:

A robbanásveszélyes munkakörnyezetben történő biztonságos munkavégzés érdekében a munkáltatónak a hatályos jogszabályok – különösen az 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről – alapján az alábbi kötelezettségei vannak:

1. Robbanásveszélyes környezet azonosítása és kockázatértékelés:

- A munkáltató köteles feltárni és dokumentált módon értékelni minden olyan veszélyt, amely robbanásveszélyes környezetben a munkavállalók egészségét vagy biztonságát veszélyeztetheti. A kockázatértékelés során külön figyelmet kell fordítani az alkalmazott technológiákra, anyagokra és a munkavégzés körülményeire.

2. Személyi és tárgyi feltételek biztosítása:

- A munkavégzés során kizárólag robbanásbiztos (Ex minősítésű) villamos és nem-villamos eszközök alkalmazhatók.
- A munkavállalóknak érvényes orvosi alkalmassági vizsgálattal kell rendelkezniük, amely igazolja a veszélyes környezetben történő munkavégzésre való alkalmasságukat.

3. Oktatás és képzés:

- A munkáltatónak kötelessége a munkavállalók részére a munkába állás előtt, valamint munkahely vagy technológiaváltás esetén oktatást biztosítani.
- A robbanásveszélyes zónákban munkát végző dolgozók számára külön robbanásvédelmi oktatás szükséges, amelyet írásban kell dokumentálni, és rendszeres időközönként ismételni kell.

4. Egyéni védőeszközök alkalmazása:

- A munkáltató köteles biztosítani a megfelelő egyéni védőeszközöket. A robbanásveszélyes terekben kizárólag elektrosztatikusan nem feltöltődő (ESD-védett) ruházat, lábbeli és kiegészítők használhatók.

5. Gyújtóforrások kizárása, munkavégzés korlátozása:

- Bármilyen gyújtóforrás kibocsátásával járó tevékenység (pl. hegesztés) kizárólag előzetes engedélyezési eljárás (alkalomszerű tűzveszélyes tevékenység engedélyezése) alapján végezhető robbanásveszélyes térben.

6. Felügyelet biztosítása:

- Robbanásveszélyes térben történő munkavégzés kizárólag megfelelő szakképzettséggel rendelkező személy felügyelete mellett történhet.

7. Munkafolyamatok szabályozása:

- A robbanásveszélyes munkakörnyezetben végzett tevékenységeket írásban kell szabályozni, amely tartalmazza a technológiai műveletek végrehajtásának lépéseit, a potenciális veszélyeket, valamint a szükséges biztonsági intézkedéseket és rendkívüli helyzetekre vonatkozó eljárásokat is.

8. Menekülési útvonalak kijelölése:

- A menekülési útvonalakat egyértelműen kell megjelölni, azoknak folyamatosan szabadon, akadálymentesen kell maradniuk, figyelembe véve a Tűzvédelmi Műszaki Irányelv vonatkozó előírásait.

9. Kommunikáció biztosítása:

- A biztonságos munkavégzés érdekében elengedhetetlen a dolgozók közötti folyamatos kapcsolat fenntartása. E célból robbanásbiztos kivitelű kommunikációs eszközök, például Ex minősítésű rádiók alkalmazása szükséges.

10. Szellőztetés biztosítása:

- A robbanásveszélyes terek megfelelő szellőztetését biztosítani kell. Ez történhet természetes módon például légmozgással, illetve mesterséges eszközökkel, például ventilátorokkal. A megfelelő légcseré elengedhetetlen a robbanóképes légkör kialakulásának megelőzése érdekében.

A porrobbanás veszélyes technológiai környezetben minden olyan berendezés vagy rendszer, amely gyújtóforrássá válhat (elektromos, mechanikai, sztatikus), csak megfelelő állapotban és rendszeres ellenőrzés mellett üzemeltethető.

A berendezéseknek, rendszereknek ellenőrzései nemcsak jogszabályi kötelezettséget jelentenek, hanem alapvető biztonságtechnikai feltételek egy robbanás megelőzéséhez:

1. Robbanásveszélyes térben alkalmazott villamos és nem villamos berendezések felülvizsgálata:

- Az Ex zónában alkalmazott gyártmányokat első, időszakos és rendkívüli felülvizsgálatnak kell alávetni, annak igazolása, hogy a berendezések megfelelnek a robbanásvédelmi követelményeknek és nem jelentenek gyújtóforrást.

2. Elektrosztatikus feltöltődés és kisülés elleni védelem ellenőrzése:

- Az ellenőrzés célja annak biztosítása, hogy a földelési ellenállás, az összekötések folytonossága, a potenciálkiegyenlítés és az elektrosztatikus feltöltődés elleni (ESD)

védelem megfelelő állapotban legyen, ezáltal megelőzve az elektrosztatikus kisülésből eredő robbanásveszélyt.

3. Kisfeszültségű erősáramú berendezések tűzvédelmi felülvizsgálata:

- Annak biztosítása, hogy a berendezés üzemállapota nem jelent tűzveszélyt, tűzvédelmi szempontú állapot ellenőrzés, megfelelő biztosítás, hőterhelés, kapcsolatok állapota.

4. Áramütés elleni védelem felülvizsgálata (érintésvédelem):

- Célja biztosítani a személyek védelmét közvetlen vagy közvetett érintés ellen. Elvégzendő vizsgálatok: szigetelési ellenállás, földelési értékek, védelmi relék működése.

5. Villamos Biztonsági Felülvizsgálat (VBF):

- Célja a teljes villamos rendszer biztonságtechnikai és üzemeltetési megfelelőségének ellenőrzése. Részai: mérések, dokumentációk, műszaki állapot, korábbi hibák javítása.

6. Kábelszigetelés és RLC mérés:

- A mérés célja a kábelezés épségének, szigetelésállóságának és jellemzőinek (ellenállás, induktivitás, kapacitás) vizsgálata. Jelentőség, a porrobbanás-veszélyes térben kiemelt fontosságú, mivel hibás kábel gyújtóforrás lehet.

7. Villámvédelem ellenőrzése:

- A vizsgált rendszerek: villámhárítók, felfogók, levezetők, földelési rendszer, szikraközök. Gyakorisága 3 és 6 évente a létesítmény kockázati besorolása alapján.

Az üzemeltetés szempontjából porrobbanás veszélyes technológiát alkalmazó létesítményekben a takarítási terv kiemelt szerepet tölt be a biztonságtechnikai intézkedések körében. A technológiai folyamatok során keletkező és lerakódó por – megfelelő kezelés hiányában – komoly robbanási kockázatot jelent, ezért a takarítási tevékenység szakszerű tervezése és végrehajtása elengedhetetlen.

Ennek főbb indokai a következők:

- **Másodlagos robbanás megelőzése:** az elsődleges robbanás által felvert, korábban felhalmozódott por elegendő lehet egy újabb, sokkal nagyobb intenzitású másodlagos robbanás kiváltásához. A rendszeres és dokumentált takarítás ezért a robbanási láncreakciók megelőzésének egyik leghatékonyabb módja.
- **A porréteg vastagsága, mint kockázati tényező:** Már 0,5 mm-nél vékonyabb gyúlékony porréteg is képes robbanásveszélyes elegyet képezni a levegőben. Ezért a

lerakódások mértékét folyamatosan kontroll alatt kell tartani, különösen zárt technológiai terekben és berendezések környezetében.

- **Szabályozási megfelelés:** Az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány, valamint a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv is előírja, hogy porrobbanás-veszélyes technológiát alkalmazó létesítmények esetében kötelező a takarítási terv kidolgozása, dokumentálása és annak gyakorlati alkalmazása.
- **Robbanásveszélyes zónák kiterjedésének csökkentése:** a takarítás rendszeressége és hatékonysága közvetlenül befolyásolja a robbanásveszélyes zónák terjedelmét és kockázati besorolását. A jól végrehajtott tisztítás következtében lehetőség van a zónák határainak szűkítésére vagy alacsonyabb robbanásveszélyességi besorolás alkalmazására.
- **Üzemeltetési és karbantartási előnyök:** a pormentes munkakörnyezet nemcsak biztonságosabb, hanem elősegíti a gépek és berendezések hosszabb élettartamát is. A portalanított gépészet kisebb mértékben hajlamos meghibásodásra, így csökkennek a karbantartási és javítási költségek.

Összefoglalva megállapítható, hogy a takarítási terv nem csupán tűz- és robbanásvédelmi szempontból előírt kötelezettség, hanem a gazdaságos és biztonságos üzemeltetés egyik alapfeltétele, ezért ennek megléte, alkalmazása és folyamatos felülvizsgálata minden porrobbanás veszélyes technológiát üzemeltető létesítmény esetében nélkülözhetetlen.

A következőkben bemutatok egy lehetséges Takarítási terv minta dokumentumot, amely porrobbanás veszélyes technológiát üzemeltető létesítményben alkalmazható.

A minta célja, hogy iránymutatást adjon a porlerakódások kezelésére irányuló rendszeres takarítási tevékenységek szervezéséhez, dokumentálásához és végrehajtásához, figyelembe véve a robbanásmegelőzés szempontjából releváns kockázatokat és a vonatkozó szabványi előírásokat.

PORROBBANÁSVESZÉLYES TECHNOLOGIAI TERÜLETEK TAKARÍTÁSI TERV

Üzem neve:	Technológiai épület
Technológia típusa:	Napraforgó dara feldolgozás
Zóna besorolási osztály:	Zóna 20, Zóna 21, Zóna 22
Vonatkozó szabvány:	MSZ EN 60079-10-2:2015, 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv, 54/2014.(XII.5.) BM rendelet Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

A takarítási terv célja a porrobbanásveszély megelőzése érdekében a technológiai területeken felhalmozódott gyúlékony porok rendszeres és hatékony eltávolítása. A terv meghatározza a takarítás gyakoriságát, módszereit és felelőseit. A takarítási gyakoriság a technológia intenzitásától és a porosodás mértékétől függően került meghatározásra.

1. Takarítási gyakorisága:

- Napi takarítás: Üzemi padló felületek, berendezések környezete, szabadon hozzáférhető gépfelületek.
- Heti takarítás: Falak alapszinttől 2 méter magasságig, nehezen hozzáférhető gépalkatrészek.
- Havi takarítás: Teljes fal- és mennyezetfelületek, elektromos szekrények külső burkolata, magasban lévő kábeltálcák, világítótestek.

2. Alkalmazott módszerek és eszközök:

A pormentesítés kizárólag porrobbanásbiztos ipari porszívóval, illetve kézi eszközökkel (pl. antisztatikus seprű, lapát) végezhető. Tilos a sűrített levegős tisztítás, mivel ez a por felkeverését okozhatja, ezzel növelve a robbanásveszélyt.

3. Felelősségi körök és dokumentálás:

A napi, heti és havi takarítás elvégzéséért kijelölt üzemi operátorok, karbantartók és villanyszerelők felelnek, akiket a munkáltató írásban megbízott. A takarítás elvégzését naplóban kell dokumentálni, megjelölve az elvégzés idejét, a felelőst és esetlegesen észlelt rendellenes állapotot.

4. Megelőző intézkedések:

A takarítás során minden esetben tilos a nyílt láng használata. Takarítás közben a technológiai berendezések lehetőség szerint legyenek üzemben kívül és biztosítani kell a megfelelő szellőzést.

NAPI TAKARÍTÁS

TERÜLET	MÓDSZER	FELELŐS	ESZKÖZ
Padló felületek (üzemi tér)	Ipari porszívóval történő száraz tisztítás	Operátor	EX minősített ipari porszívó
Berendezések környezete (örklők, sziták körül)	Tömör porfelületek letörlése, kézi porszívás	Operátor	Antisztatikus törlőkendő, EX minősített kézi ipari porszívó
Ciklonok környezete	Porleválasztás, vizuális ellenőrzés	Operátor/Karbantartó	EX minősített ipari porszívó

HETI TAKARÍTÁS

TERÜLET	MÓDSZER	FELELŐS	ESZKÖZ
Falak 2 m magasságig	Antisztatikus portörlet	Operátor	EX minősített ipari porszívó
Szállítószalagok és a felvonók külső része	Pormentesítés, rögzítési pontok ellenőrzése	Operátor	Antisztatikus törlőkendő, EX minősített kézi ipari porszívó
Technológiai berendezések burkolatai	Zárt motor burkolatok tisztítása	Karbantartó	EX minősített ipari porszívó

HAVI TAKARÍTÁS

TERÜLET	MÓDSZER	FELELŐS	ESZKÖZ
Teljes fal és mennyezetfelületek, kábeltálcák, világító testek	Ipari porszívóval történő száraz tisztítás és kézi	Operátor/Karbantartó	EX minősített ipari porszívó és EX minősített személy-emelő berendezés, Antisztatikus törlőkendő
Elektromos kapcsolószekrények környezete	Pormentesítés	Villanyszerelő	Antisztatikus törlőkendő
Nehezen hozzáférhető gépészeti terek	Pormentesítés	Villanyszerelő/Karbantartó	EX minősített ipari porszívó és antisztatikus törlőkendő

Az épület használatbavételére vonatkozó követelmények:

Az épület használatbavételét követő 60 napon belül kötelező elkészíteni a Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyvet (TMMK) az 1000 m²-nél nagyobb ipari épület esetében, az erre vonatkozó követelményeket a mellékletben ismertetem.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS MÉRNÖKI JAVASLATOK

5.1. A tűz- és robbanásvédelmi tervezési szempontok, valamint az üzemeltetési követelmények alakulásának összefoglalása

A szakdolgozatom témáját szakmai tapasztalatom alapján választottam, korábban egy projekt során, mint munkavédelmi szakember 2017. évben lehetőségem volt részt venni és végig kísérni üzemeltetési oldalról egy növényolajgyártó üzem létesítésének és használatbavételének folyamatát. A szakdolgozat középpontjában egy 2017. évben létesített növényolajipari technológia során napraforgó dara feldolgozást végző üzem kapacitásbővítési igénye áll, mely a beruházás előkészítése során indokoltta a tűz- és robbanásvédelmi tervezési szempontok újbóli értékelését, tervezését. A szakdolgozat célja, hogy bemutassa, milyen tűz- és robbanásvédelmi tervezési feladatok és követelmények merülnek fel a jelenleg hatályos előírások tükrében egy új, hasonló technológiát alkalmazó üzem létesítése esetén.

A szakdolgozat témája szorosan kapcsolódik a napraforgó ipari feldolgozásához, különös tekintettel a melléktermékek – például a napraforgódara – gazdasági és ipari jelentőségére. A napraforgó nemcsak növény olajtermelésre alkalmas, hanem a feldolgozás során keletkező melléktermékek is értékes fehérje- és energiahordozók, amelyeket a takarmányiparban és az energetikai szektorban is hasznosítanak. Ezen iparági fejlődés és keresletnövekedés új üzemek létesítését és meglévők korszerűsítését is indokolja. Erre az iparágra jellemző és alkalmazott technológiai feldolgozási folyamatok – mint például a tisztítás, őrlés, aprítás, darálás, keverés, szállítás és tárolás – során jelentős mennyiségű finom por keletkezik, amely kedvezőtlen körülmények között tűz- és robbanásveszélyes környezetet teremthet, ezért a tervezés és üzemeltetés során kiemelten kell figyelni a porrobbanás megelőzésére. A porrobbanások elleni védekezés nem kizárólag technológiai vagy jogi kérdés, hanem komplex, több szakterület együttműködését igénylő feladat.

A téma aktualitását és fontosságát nemcsak az iparág technológiai fejlődése indokolja, hanem a tűz- és robbanásvédelemmel kapcsolatos szabályozási környezetben 2017. év óta bekövetkezett jelentős változások is. 2020. 01. 22-én hatályba lépett 54/2014. (XII.5.) Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ 5.1), amely jelentősen kibővítette és újra definiálta a robbanás elleni védelem követelményeit. Az OTSZ 5.2 tovább fejlesztette az előző 5.0 és 5.1 tervezési előírásokat, a kockázati szemléletet és a robbanásvédelmi dokumentáció rendszerét, egyfajta evolúciós fejlődés szerint.

A robbanás elleni védelem szempontjából mérföldkőnek tekinthető a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI) 2020-as első megjelenése, amely az OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat) gyakorlati alkalmazását támogató módszertani útmutatóként szolgál.

A TvMI legfontosabb újdonsága és jelentősége abban áll, hogy a kockázatalapú tervezési szemléletet beemeli a robbanásvédelmi dokumentációk követelményébe, ezáltal részletesebb követelményeket fogalmaznak meg, és amelyek közvetlenül befolyásolják a robbanásveszélyes anyagokat feldolgozó létesítmények tervezését, kivitelezését és biztonságos üzemeltetését.

A dolgozatban egy már működő üzem példáján keresztül vizsgáltam a múltbeli és a jelenlegi követelmények közötti eltéréseket, ezzel lehetőséget teremtve a korábbi gyakorlat és a szabályozási változások összevetését. A szakdolgozat a terjedelmi korlátok figyelembevételével a tűz- és robbanásvédelem szempontjából releváns tervezési követelményekre koncentrált egy kapacitás bővítéshez kapcsolódó beruházás esetében. Ennek keretében a dolgozat három kiemelt témakört dolgoz fel részletesen, a technológiai területek és berendezések robbanásveszélyes zónabesorolását, az épület kockázati egységének és osztályának meghatározását, valamint az építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó előírásokat.

A 2017. évi előzmények szerint, a tervezés kiinduló alapja volt egy laboratóriumi vizsgálat a napraforgó por éghetőségi jellemzőinek és szemcseméretének meghatározására.

A vizsgálat azt igazolta, hogy az anyag szemcsemérete 500 μm -nél kisebb, valamint az éghetőségi tulajdonságai alapján porrobbanásra hajlamos lehet az anyag. Ezért a beruházás során egy külsős szakcég bevonásra került, akinek a javaslatára a szabványok és jogszabályok figyelembevételével indokoltta vált a zónabesorolás elkészítése. Ez alapján készült egy előzetes zónabesorolás, amit a létesítés során figyelembe vettek.

Ebben az időszakban lévő hatályos Országos Tűzvédelmi Szabályzat ezt a létesítési követelményt így nem kezelte, ezért nem kellett kötelezően készíteni robbanásvédelmi tervfejezetet, hanem úgynevezett előzetes zónabesorolás készült, annak az előre látása céljából, hogy ne utólagosan kelljen megfeleltetni a technológiát, esetlegesen a berendezések újra szerelésével, továbbá az épületet áttervezésével, módosításával a robbanásvédelmi előírásoknak megfelelően az akkori hatályos jogszabályi előírásnak megfelelően.

Az előremutató biztonságtechnikai megközelítés alapján, a létesítés tervezési szakaszában elkészült egy tűzvédelmi tervkoncepció, valamint a robbanásveszélyes területek meghatározására vonatkozó zónabesorolás is.

Ebben az időszakban a robbanásvédelem, a zónabesorolás kapcsolata az Országos Tűzvédelmi Szabályzattal minimális volt, az Országos Tűzvédelmi Szabályzat a robbanás elleni védelem terén elsősorban az épületszerkezetek robbanási nyomáscsökkentésére koncentrált. A 2017-ben elkészült robbanásvédelmi zónabesorolás az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány előírásai alapján kerültek meghatározásra, a létesítés időpontjában kizárólag ez a szabvány szolgált módszertani alapként a porrobbanásveszélyes terek zónák meghatározására.

2025-ben tervezett új technológia működéséből eredően robbanásveszélyes zónák kialakulása megállapítható, mivel a feldolgozási folyamat jellege és a használt anyagok robbanásveszélyes porokat generálnak. Ennek megfelelően az új tervezés során is szükséges volt azonos vagy szigorúbb robbanásvédelmi kockázatokkal számolni. Tekintettel arra, hogy a korábbi technológiai rendszer műszaki megoldásai és működési elvei a tervezett bővítés során alapvetően változatlan formában kerülnek alkalmazásra, a meglévő zónabesorolás szolgált kiindulási alapként. A zónabesorolás a jelenleg hatályos jogszabályi és szabványi követelmények - az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány és a vonatkozó 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv - figyelembevételével került meghatározásra.

A 2017. évi zónabesorolás a silók belső terét nem minősítette robbanásveszélyes térnek, míg a jelenlegi 2025. évi szabályozás alapján, a silók belső terét Zóna 20 robbanásveszélyes térként kell kezelni.

A 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv már egyértelműen nevesíti a silók belső terének Zóna 20-ba történő besorolását. A 2017. évi és a 2025. évi robbanásvédelmi követelmények közötti különbségek a silók robbanásveszélyes térbe sorolásával kapcsolatban egyértelmű szemléletváltást mutatnak, amelynek alapja a szabályozási környezet fejlődése, pontosítása és a nemzetközi gyakorlatokhoz való igazodás, elismerve a valós és tartós porrobbanási veszélyt a tároló berendezések belsejében.

A 2017. évi zónabesorolás a silók levegő kibocsátási pontjait nem kezelte zónaként, ezzel szemben a 2025. évi szabvány kifejezetten előírja, hogy az ilyen levegőkibocsátási pontok környezetét robbanásveszélyes térként kell értékelni, ha poros levegő távozik, a silók kilégző szelep körüli térség Zóna 22-re történő besorolása indokolt.

A kilégző szelep egy biztonsági nyílás, amely a siló belső nyomásviszonyait szabályozza, de porrobbanás szempontjából kockázatot jelent, ezért a környezete fokozott figyelmet és robbanásvédelmi besorolást igényel. A kilégző szelepen keresztül a silóból poros levegő juthat a külső térbe. **A szelep körüli 1 méteres tér Zóna 22 robbanásveszélyes térnek minősül az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány alapján, amit a 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv megerősített, hogy már kismértékű por kibocsátás is gyújtóforrás jelenlétében robbanáshoz vezethet, így a környezet védelme szükséges.** A korábbi szabályozás kevésbé hangsúlyozta a külső légkörbe távozó poros levegőből származó másodlagos robbanásveszélyt, illetve a korábbi robbanásvédelmi tervezési gyakorlat még nem minden esetben alkalmazta konzekvensen a Zóna 22 kijelölését ilyen pontokon. A biztonsági szemlélet fejlődése során már minden potenciális porforrás környezetét automatikusan robbanásveszélyes térként kell értékelni.

A gépjármű töltő esetében a 2017. évi meghatározás során a kifúvó csővezeték kifúvási pontja körüli fektetett kúp alakú tér, melynek csúcsa a kifúvás pontja és hossza 2 méter Zóna 22.

2025. évi meghatározás alapján, a gépjármű töltőkhöz tartozó légtechnikai rendszernek kidobó ágának végpontjai körül mért 1,0 méter sugarú tér Zóna 22 potenciális robbanásveszélyes zónába tartoznak.

A gépjármű töltő kifúvási pont környezetének geometriai pontosítása a 2017. évi előírás kúp alakú térrel (2 m) számolt a kifúvás körül, míg a jelenleg 2025. évi szabályozás 1 méter sugarú gömb alakú teret határoz meg.

2017. évben kifúvási pont körüli tér kúp alakban került meghatározásra, 2 méter hosszúságban, ami egy irányított légáramot követő, elnyújtott térfogatot jelentett. A 2025. évi előírás gömb alakú térben – 1,0 méteres sugarú környezetben – határozza meg a Zóna 22 kiterjedését, a légáram térbeli diszperzióját figyelembe véve, egyenletes eloszlással.

A 2017. és 2025. évi robbanásvédelmi követelmények közötti fő különbség a kifúvási pont környezetének geometriájának pontosításában rejlik, amelynek oka szabvány

értelmezési és gyakorlati alkalmazási fejlődés, a gömbszerű terjedés jobban megfelel a valós szóródási viszonyoknak poros levegő esetén, mint a kúp.

A **2017-ben a tervezés során** nem jelent meg kötelező követelményként a robbanásvédelmi tervfejezet elkészítése, ezért a korábbi beruházás során a tűzvédelmi dokumentáció készítéséért felelős személy a tűzvédelmi helyzetet befolyásoló körülmények vizsgálatával, mérlegelésével **KK osztályba sorolta az engedélyezési tervdokumentációban a technológiai épületet.**

A 2025. évi hatályos előírások alapján, a technológiai épület magas kockázati osztályba (MK) sorolása indokolt abban az esetben, ha a technológiai folyamatok során robbanásveszélyes környezet alakulhat ki nemcsak a berendezéseken belül, hanem azokon kívül is, poros technológia esetén zóna keletkezik. Továbbá, ha bármilyen okból robbanásveszélyes gázok, gőzök vagy porok jelenléte feltételezhető, akkor a kockázati besorolás során az MK osztály alkalmazása szükséges a megfelelő biztonsági szint biztosítása érdekében. Ez alapján az új technológiai épület kockázati egység kockázati osztálya MK.

Álláspontom szerint, a robbanás veszélyes környezet miatt a helyes kockázati osztályba sorolás 2017. évben is MK lett volna, ez arra vezethető vissza, hogy korábbi szabályozás még nem tartalmazta részletesen a robbanásveszélyes zónák és a kockázati osztályba sorolás szoros kapcsolatát. Ha megvizsgáljuk a 2017-es létesítéskor érvényben lévő jogszabályi környezetet, az OTSZ [2014.5.0] előírásait, ekkor a robbanásvédelmi szemlélet főként passzív védelmi megoldásokra, azaz a robbanások hatásának épületen belüli csökkentésére fókuszált, míg a megelőző jellegű követelmények, intézkedések még nem jelentek meg részletesen a jogszabály szintjén. A robbanásvédelmi tervfejezet elkészítése ekkor még nem volt kötelező a létesítési engedélyezés során, jellemzően ez csak az üzemeltetési dokumentációban jelent meg. A KK osztályba sorolás hátterében sokszor az állt, hogy a technológia zárt rendszerűnek volt tekinthető, vagy a porrobbanás veszélyét alábecsülték. Továbbá tűzvédelmi tervező vélhetően a fokozottan tűz- és robbanásveszélyes porokkal kapcsolatos technológiai jellemzőket nem minden esetben tekintette a KK és MK osztályok közötti határvonal meghatározó tényezőjének. A KK osztályba sorolás oka a 2017. évi szabályozási környezet hiányosságaira, a robbanásvédelem és a tűzvédelem terület közötti szakmai követelmények integráció hiányára is visszavezethető.

A jelenlegi szabályozás szerint az MK (magas kockázatú) kockázati osztály alkalmazása indokolt minden olyan technológia esetén, ahol a robbanásveszély nem kizárólag a technológiai berendezéseken belül, hanem azokon kívül is fennállhat, illetve ahol robbanásveszélyes porok jelenléte a technológiai folyamat bármely szakaszában feltételezhető.

Az épület tűzvédelmi követelményeinek meghatározása az adott kockázati osztályba történő besoroláson alapul, melyhez igazodnak az épületszerkezetek tűzállósági teljesítményére vonatkozó előírások, a 2017-es tervezés során a technológiai épület KK (közepes kockázat) kockázati osztály sorolást kapott. **Az új technológiai épület MK (magas kockázat) kockázati osztály besorolása került.**

A KK (közepes kockázat) és MK (magas kockázat) osztályú épületek esetében az építményszerkezetek tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelmények az OTSZ [2014] alapján különböznek.

A kockázati osztály befolyásolja tűzvédelmi követelményeket, minél magasabb a kockázati osztály besorolása, annál szigorúbb előírásoknak kell megfelelni. A KK (közepes kockázat) esetén az építményszerkezetek tűzállósági követelményei alacsonyabb, addig MK (magas kockázat) esetén ezek lényegesen szigorúbbak. KK osztály esetén a megengedett tűzszakasz méretek nagyobbak lehetnek, MK osztály esetén a tűzszakaszok méreteit korlátozni kell a magasabb kockázat miatt. MK osztály esetén szigorúbb kiürítési követelmények vonatkoznak az épületre, figyelembe véve a nagyobb veszélyeztetettséget, mint KK osztály esetén.

Fontos, hogy az épület tűzvédelme arányban álljon az adott kockázattal és feleljen meg az elvárt biztonsági szintnek.

Üzemeltetés oldalról is szintén jelentős változást történt a 2020. évben megjelenő Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv bevezetésével.

A 2017. év és 2025. év közötti szemléletbeli különbség a robbanásvédelmi megközelítésben üzemeltetési szempontból is az átfogóbb kockázatkezelési gondolkodási módban, a precízebb szabályozásban és az integrált biztonságtechnikai szemléletben látható.

Néhány lényeges különbség az alábbiak szerint foglalható össze:

2017-ben a robbanásvédelem jellemzően a villamos berendezésekre korlátozódott, és a zónabesorolás célja főként a gyújtóforrások elkerülése volt. A jelenlegi szabályozás célja már

egy komplex, integrált robbanásvédelmi rendszer megvalósítása, amely **kiterjed a technológiai kialakításra, konstrukciós műszaki megoldásokra, műszeres és szervezési intézkedésekre is.**

A jelenlegi előírás alapján, robbanásvédelmi tervfejezet kötelező, szerkezete és tartalma a TvMI 13.5:2025.02.01. alapján pontosan meghatározott (pl. gyújtóforrás elemzés, védelmi szintek, konstrukciós megoldások), ezzel szemben **2017-ben nem volt egységes szakmai iránymutatás, szabály robbanásvédelmi tervfejezet elkészítésének aspektusaira vonatkozóan, annak szükségessége sokszor a tervező mérlegelésén múlt.**

Korábban **kevesebb volt a formális nyilvántartási kötelezettség** és a dokumentumok naprakészen tartása gyakran nem kapott jelentőséget. **Ma már elvárt a zónabesorolások rendszeres felülvizsgálata, a takarítási terv megléte, a robbanásbiztos rendszerek, berendezések, rendszeres felülvizsgálata, karbantartási és kezelési utasításainak dokumentálása.**

2017-ben a porrobbanásra vonatkozó előírások kevésbé voltak hangsúlyosak, minimális kapcsolat volt az Országos Tűzvédelmi Szabályzattal, jelenleg a porrobbanással érintett veszélyes környezetek specifikus kezelésére is részletes szabályok születtek.

Üzemeltetés során biztosítani kell az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés személyi, tárgyi és műszaki feltételeit a munkáltatónak. Robbanásveszélyes környezetre vonatkozó kockázatértékelést kell készíteni, a munkavégzés során biztosítani kell a robbanásbiztos eszközök alkalmazását, a munkavállalók érvényes orvosi alkalmassági vizsgálattal kell rendelkezniük, a munkavállalók képzéséről a munkáltatónak gondoskodni kell, a munkavállalókat a szükséges antisztatikus minősített egyéni védőeszközzel el kell látni, a munkavégzés során kizárni és korlátozni kell gyújtóforrás kibocsátásával járó tevékenységet, a munkafolyamatokat szabályozni és felügyelni kell, továbbá biztosítani kell a folyamatos kommunikáció megfelelőségét és a munkaterület szellőztetését.

A robbanásveszélyes területen a berendezéseknek, rendszereknek ellenőrzései nemcsak jogszabályi kötelezettséget jelentenek, hanem alapvető biztonságtechnikai feltételek egy robbanás megelőzéséhez, ezért a munkáltatónak rendszeresen az előírt műszaki előírásoknak megfelelő gyakorisággal gondoskodni kell az időszakos felülvizsgálatokról. Az üzemeltetés szempontjából porrobbanás veszélyes technológiát alkalmazó létesítményekben a takarítási terv kiemelt szerepet tölt be a biztonságtechnikai intézkedések körében.

A takarítási terv nem csupán tűz- és robbanásvédelmi szempontból előírt kötelezettség, hanem a gazdaságos és biztonságos üzemeltetés egyik alapfeltétele, ezért ennek megléte, alkalmazása

és folyamatos felülvizsgálata minden porrobbanás veszélyes technológiát üzemeltető létesítmény esetében kötelező.

Üzemeltetésre vonatkozóan korábban kevesebb volt a formális nyilvántartási kötelezettség. Ma már elvárt a zónabesorolások rendszeres felülvizsgálata, a takarítási terv megléte, a robbanásbiztos berendezések karbantartási és kezelési utasításainak dokumentálása.

Egy új beruházás tervezési szakaszában alapvető szempont, hogy a költségek ésszerű, fenntartható keretek között maradjanak. Ennek ellenére gyakran tapasztalható, hogy a tűz- és robbanásvédelmi követelmények teljesítése során próbálnak költségcsökkentést elérni, ami hosszú távon a biztonsági szint csökkenéséhez vezethet. Éppen ezért kiemelten fontos, hogy a tűzvédelmi -és robbanásvédelmi szempontokat már a tervezési fázisban minden érintett szakág bevonásával, egyeztetve, összehangolt módon kezeljék, biztosítva ezzel a létesítmény komplex biztonságtechnikai megfelelőségét és az elvárt biztonsági szintjét.

A 2017-ben és a 2025-ben érvényes robbanásvédelmi és tűzvédelmi követelmények összevetéséből egyértelműen megállapítható, hogy a jelenlegi szabályozási környezet szigorúbb és részletesebb előírásokat tartalmaz. Ez különösen igaz a robbanásveszélyes technológiát befogadó épületek esetében, ahol a robbanásvédelmi tervezés már nemcsak ajánlott, hanem több esetben kötelező elem, így például a robbanásvédelmi tervfejezet, a zónabesorolás és a robbanásbiztos berendezések alkalmazásának részletes dokumentálása.

A 2025-ben hatályos szabályok értelmében a robbanásveszélyes térben kizárólag az adott zónának megfelelő „Ex” védettségű villamos és nem villamos berendezések alkalmazhatók, a technológia működése és a porleválasztás körülményei alapján, pedig kockázatelemzésen alapuló zónakialakítást kell elvégezni. **Ezzel szemben 2017-ben ezek az előírások kevésbé voltak átfogóak és a tervezés során kevésbé hangsúlyosak.**

A **robbanásvédelem szigorodása**, a magasabb tűzvédelmi kockázati osztályba sorolás és az építményszerkezetek tűzállóságával szemben támasztott **magasabb követelmények jelentős beruházási többletköltséget eredményeznek**. Emellett a kiürítési, menekítési előírások szintén szigorodtak a korábbi évekhez képest, amelyek az építészeti kialakításokat is befolyásolják.

A MK (magas kockázati) kockázati osztályba sorolt technológiai épületek tervezésekor a költségtervezés során elengedhetetlen figyelembe venni a szigorúbb tűz- és robbanásvédelmi előírások teljesítéséből eredő többlet költségeket.

A fentebb említett jelentkező költségek mellett, még jelentős költségek keletkeznek a jogszabály által előírt többi tűzvédelmi követelménnyel kapcsolatban, többek között a szükséges oltóvíz mennyiségének biztosítása, a beépített tűzjelző és automatikus tűzoltó rendszer kialakítása, a hő- és füstelvezetés megvalósítása, valamint a robbanásbiztos kivitelű berendezések telepítése. További jelentős tétel a potenciálkiegyenlítés, földelés, elektrosztatikus védelem kialakítása, valamint a robbanás hatásainak csökkentését szolgáló hasadó-nyíló felületek és robbanásnyomás-csökkentő rendszerek beépítése. Ezen követelmények összehangolt megvalósítása már a tervezési fázisban részletes költségbecslést, valamint valamennyi érintett szakág közötti szoros műszaki együttműködést igényel. Mindez jelentősen befolyásolja a beruházás végső költségvetését, ugyanakkor elengedhetetlen feltétele annak, hogy a létesítmény hosszú távon jogszerűen, biztonságosan és a vonatkozó szabályozásoknak megfelelően működhessen.

Összefoglalva megállapítható, hogy a 2025-ben hatályos szabályozási környezet a 2017-es követelményekhez képest magasabb biztonsági szintet ír elő, amely az új beruházások esetén a tervezéstől kezdve a kivitelezésen át az üzemeltetésig minden szakaszában fokozott figyelmet és körültekintő költség tervezést tesz szükségessé.

A szakdolgozat során vizsgált, porrobbanás-veszélyes technológiát befogadó üzem példáján keresztül megállapítható, hogy a tűz- és robbanásvédelemmel kapcsolatos követelmények 2017 és 2025 között jelentősen szigorodtak. A jelenlegi szabályozási környezet magasabb szintű biztonságot ír elő, amely a beruházás, tervezés és üzemeltetés minden fázisát érinti.

Az alábbi mérnöki megfontolások és javaslatok fogalmazhatók meg a jövőbeni beruházások szakszerű és biztonságos megvalósítása érdekében:

-Kockázatalapú tervezési szemlélet érvényesítése a beruházás során:

Már a beruházás előkészítési fázisában szükséges elvégezni a robbanásveszélyes anyagokra vonatkozó kockázatértékelést, a robbanásveszélyes zónák meghatározását és a robbanásvédelmi tervfejezet elkészítését a vonatkozó szabvány és Tűzvédelmi Műszaki Irányelv szerint.

-Szakterületek közötti folyamatos együttműködés biztosítása:

A szakági (tűzvédelmi, robbanásvédelmi, építészeti, gépészeti, villamos, beépített tűzjelző, tűzoltó stb.) tervezők közötti egyeztetés már a koncepciótervezés szintjén meg kell, hogy megtörténjen a hibás műszaki megoldások és a későbbi többletköltségek elkerülése érdekében.

-Költségek előzetes kalkuláció tervezése, figyelembevétele:

Az MK kockázati osztály esetén kötelezően teljesítendő tűz- és robbanásvédelmi követelmények – mint például Ex rendszerek, berendezések, beépített tűzoltó és tűzjelző rendszerek, hő- és füstelvezetés, hasadó-nyíló felületek – jelentős költségtényezőt képviselnek, amelyekkel tervezési szinten kalkulálni kell.

-Dokumentációk naprakészen tartása és rendszeres felülvizsgálata:

A zónabesorolási jegyzőkönyv, a robbanásvédelmi dokumentáció, a berendezések karbantartási és kezelési utasításai, valamint a takarítási terv megléte és folyamatos frissítése a hosszú távú jogszerű üzemeltetés alapvető feltétele.

-Takarítási és pormentesítési tervben foglaltak biztosítása, folyamatos ellenőrzése:

A porrobbanás veszélyének minimalizálása érdekében szabályozott takarítási terv bevezetése és végrehajtása szükséges napi, heti és havi bontásban, különös tekintettel a padlókra, falakra és berendezések környezetére. Ezek teljesülését folyamatos kontroll alatt kell tartani.

-Képzések, oktatások rendszeressége:

A robbanásveszélyes térben dolgozók számára kötelező a robbanásvédelmi oktatás, melyet dokumentálni kell, továbbá időszakosan ismételni szükséges, figyelembe véve a technológiai változásokat.

-Innovatív műszaki megoldások alkalmazása:

A jelenlegi szabályozás lehetővé teszi a robbanásveszélyes terek kiterjedésének csökkentését megfelelő műszaki megoldásokkal, például túlnyomásos előtér vagy zárt szállítórendszerek bevezetésével – ezek elősegítik a biztonsági és költséghatékonysági szempontok összehangolását.

5.2. A tűzvédelmi és robbanásvédelemért felelős szakemberek tervezési feladataik értékelése

A jelen jogszabályi környezet vizsgálva, megállapítható, hogy robbanásvédelmi zónabesorolás jogosultság nélkül végezhető, illetve robbanásvédelmi dokumentációt középfokú végzettséggel készíthető. Ez alapján felmerül a kérdés, ebben a tekintetben, hogy robbanásvédelmi tervfejezet szakmai szempontú elemzését és robbanásvédelmi követelmények környezetének vizsgálatát ki és milyen végzettséggel rendelkező szakember végezhetné el? A jelenlegi rendszerben a tűzvédelmi és robbanásvédelmi szereplők közötti a tervezési feladat jogszabályi szinten nem minden esetben egyértelmű, a robbanásvédelmi tervezési jogosultság nem kellően szabályozott, ez biztonsági kockázatokat és felelősségi hiányokat is eredményezhet. A szakmai színvonal, az elvárt biztonság megfeleltetése és a beruházások biztonsága érdekében indokolt lenne a tervezési jogosultságok felülvizsgálata, pontosítása és a jogosult személyek körének egyértelmű azonosíthatósága a tervezés és az üzemeltetés során.

Javasolt fejlesztési irányok:

-Robbanásvédelmi jogosultság bevezetése a kamarában:

Indokolt lenne egy önálló kamarai jogosultság (pl. „robbanásvédelmi tervező”) létrehozása, amely szakirányú felsőfokú mérnöki végzettséghez és szabványismereti vizsgálathoz kötött.

-A TUÉ jogosultság bővítése:

A tűzvédelmi tervezők jogosultsága kiterjeszthető lenne a robbanásvédelemi követelmények kezelésére is, külön vizsga vagy továbbképzés útján.

-Jogszabályi pontosítás:

A robbanásvédelmi tervfejezet készítésére való jogosultságot célszerű lenne egyértelműen meghatározni (pl. csak felsőfokú végzettséggel és szakirányú tanúsítvánnyal rendelkező mérnökök készítheti).

-Közös tervezési irányelv:

Indokolt lenne egy egységes, integrált Tűzvédelmi Műszaki Irányelv vagy jogszabályi szinten megjelenő szabályozás bevezetése, amely egyértelműen rögzíti a tűz- és robbanásvédelmi tervezési szerepköröket, felelősségi köröket és hatásköröket. Ez elősegítené a szakmai együttműködés átláthatóságát, a jogosultságok tisztázását, valamint a biztonsági szempontból elengedhetetlen tervezési feladatok összehangolt ellátását.

5.3. Összegzés és következtetések

A szakdolgozat középpontjában egy 2017. évben létesített növényolajipari technológia során napraforgó dara feldolgozást végző üzem kapacitásbővítési igénye áll, mely a beruházás előkészítése során indokoltta tette a tűz- és robbanásvédelmi tervezési szempontok újbóli értékelését, tervezését. A szakdolgozat célja, hogy bemutassa, milyen tűz- és robbanásvédelmi tervezési feladatok és követelmények merülnek fel a jelenleg hatályos előírások tükrében egy új, hasonló technológiát alkalmazó üzem létesítése esetén.

A szakdolgozat témája szorosan összefügg a napraforgó ipari feldolgozásával, különös hangsúlyt fektetve a feldolgozás során keletkező napraforgó dara melléktermékre.

Erre az iparágra jellemző és alkalmazott technológiai feldolgozási folyamatok – mint például a tisztítás, őrlés, aprítás, darálás, keverés, szállítás és tárolás – során jelentős mennyiségű finom por keletkezik, amely kedvezőtlen körülmények között tűz- és robbanásveszélyes környezetet teremthet.

A robbanás elleni védelem szempontjából mérőföldkőnek tekinthető a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI) 2020-as első megjelenése, amely Országos Tűzvédelmi Szabályzat gyakorlati alkalmazását támogató módszertani útmutatóként szolgál.

A TvMI legfontosabb újdonsága és jelentősége abban áll, hogy a kockázatalapú tervezési szemléletet beemeli a robbanásvédelmi dokumentációk követelményébe, ezáltal részletesebb követelményeket fogalmaznak meg és amelyek közvetlenül befolyásolják a robbanásveszélyes anyagokat feldolgozó létesítmények tervezését, kivitelezését és biztonságos üzemeltetését.

A dolgozatban egy már működő üzem példáján keresztül vizsgáltam a múltbeli és a jelenlegi követelmények közötti eltéréseket, ezzel lehetőséget teremtve a korábbi gyakorlat és a szabályozási változások összevetését.

A 2017-ben és a 2025-ben érvényes robbanásvédelmi és tűzvédelmi követelmények összevetéséből egyértelműen megállapítható, hogy a jelenlegi szabályozási környezet szigorúbb és részletesebb előírásokat tartalmaz. Ez különösen igaz a robbanásveszélyes technológiát befogadó új létesítmények esetében, ahol a tervezés már nemcsak ajánlott, hanem több esetben kötelező elem, így például a robbanásvédelmi tervfejezet, vagy zónabesorolás. A tervezési szakasztól kezdve körültekintőbb műszaki és költségtervezést igényel, amely végigkíséri a kivitelezés, valamint az üzemeltetés teljes folyamatát.

A szakdolgozatban vizsgált, porrobbanás veszélyes technológiát alkalmazó üzem példája jól mutatja, hogy a tűz- és robbanásvédelemre vonatkozó követelmények 2017 és 2025 között

érdemben szigorodtak, ezáltal a jelenlegi szabályozási környezet magasabb szintű biztonságot ír elő, amely a beruházás, tervezés és üzemeltetés minden fázisát érinti.

A tűzvédelmi és robbanásvédelmi szakemberek szoros együttműködése a tervezés szakaszában nem csupán jogszabályi követelmény, hanem a létesítmény biztonságos és jogszerű működésének alapfeltétele is. Bár a tűzvédelem és a robbanásvédelem egymással szorosan összefüggő, de különálló szakterületek, eltérő szaktudást, jogosultságot és felelősségi kört igényelnek. A gyakorlatban azonban e két terület feladatai gyakran átfedik egymást, így elhatárolásuk nem mindig egyértelmű. Éppen ezért, a szakmai együttműködés, az összehangolt tervezés és a kompetenciák világos meghatározása elengedhetetlen a megfelelő biztonsági szint kialakításához. A szakdolgozatomban erre is kerestem a választ az egyes kompetenciák határvonalai és összefüggések vizsgálatával a korábbi projekt tapasztalatom alapján, hogy hol húzódnak e szakmai felelőségek határai, illetve egy tűzvédelmi szakember és robbanásvédelmi szakember hogyan tudja kezelni a robbanásvédelemhez kapcsolódó követelményeket átlátni és ezeket alkalmazni a gyakorlatban a tervezés során.

A hatályos jogszabályi előírások alapján, a robbanásvédelmi zónabesorolás elvégzéséhez nem szükséges külön szakmai jogosultság és a robbanásvédelmi dokumentáció elkészítése középfokú végzettséggel is megengedett. Ez azonban szakmai szempontból kérdéseket vet fel arra vonatkozóan, hogy ki rendelkezhet a megfelelő kompetenciával a robbanásvédelmi tervfejezet szakszerű elemzésére, valamint a robbanásvédelmi követelmények műszaki, technológiai és környezeti összefüggéseinek magas szintű értékelésére.

A jelenlegi szabályozási környezet nem minden esetben határozza meg egyértelműen a tűz- és robbanásvédelmi szerepkörök közötti elhatárolást, továbbá a robbanásvédelmi tervezéshez szükséges jogosultságok szabályozása is hiányos. Ez biztonságtechnikai kockázatokat, valamint a felelősségi körök tisztázatlanságát eredményezheti. A magas szakmai színvonal biztosítása, a jogszabályi megfelelés, valamint a beruházások biztonságos és jogszerű megvalósítása érdekében indokolt lenne a tervezési jogosultságok felülvizsgálata és pontosítása, továbbá annak jogszabályi vagy irányelvben történő rögzítése, hogy mely szakképesítéssel és jogosultsággal rendelkező szakemberek végezhetnek robbanásvédelemmel kapcsolatos tervezési, elemzési és értékelési feladatokat. A jogosultságok egyértelmű meghatározása hozzájárulna a tervezési folyamat átláthatóságához, valamint a biztonsági követelmények következetes és szakszerű érvényesítéséhez a tervezéstől az üzemeltetésig.

6. HIVATKOZÁSOK

6.1. Szakirodalom

Magyarországi:

ÉRCES G. [2019] Az építmények tűzvédelmi fejlesztésének lehetőségei a komplex tűzvédelem elemei valós egymásra hatásának mérnöki módszerekkel történő elemzésével
Doktori (PhD) értekezés

VERESS Á. [2023] Mit üzen az ATEX GUIDLINE (ÜZEMELTETÉS)? Ex Fórum online előadás 2023. augusztus 1.

VERESS Á. [2020] Robbanásbiztos berendezések jelölése Ex Fórum online előadás 2020.május 18.

LESTYÁN M. [2024] CPR rendelet bevezetésének negatív és pozitív hatásai a magyarországi tűzvédelmi tervezésre. A nem megfelelő építési termék és szerkezetismeret kockázatai és szükséges intézkedések

KUTI ET AL HADMÉRNÖK [2016] XI. Évfolyam 3. szám

SPISÁK M. [2011] Tudományos Diákköri Konferencia. Porrobbanás elleni védelem tervezési előírásainak összehasonlítása, síklapú készülékek teherviselő képességének vizsgálata

SIMÉNFALVI ET AL [2023] Tudományos Közlemény Energetikai szektorban előforduló por közegek robbanási és gyulladási tulajdonságainak vizsgálata 4. évfolyam 3. szám

MIKÁCZÓ V. [2022] Robbanás elleni védelemmel ellátott rendszerek elméleti, szimulációs és kísérleti vizsgálata, Doktori (PhD) értekezés

BOKROS ET AL [2009, p.21] Por- és gázrobbanás elleni védelem. Nemzeti Tankönyvkiadó

Védelem folyóirat, [2007] Katasztrófa -és tűzvédelmi szemle XIV. évfolyam 5. szám

SZABÓ ET AL [2006, p. 103-115] Olajnövények, növényolajgyártás c. könyv. Mezőgazda Kiadó

BUNGE ZRT Robbanásveszélyes területek előzetes zónabesorolása [2017]

<https://hirado.hu/belfold/cikk/2019/10/21/porrobbanas-tortent-egy-visontai-uzemben>[2019]

[https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-](https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-2024/index.html#magyarorsz%C3%A1gon-termett-a-legt%C3%B6bb-napraforg%C3%B3-az-uni%C3%B3ban)

[2024/index.html#magyarorsz%C3%A1gon-termett-a-legt%C3%B6bb-napraforg%C3%B3-az-uni%C3%B3ban](https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-2024/index.html#magyarorsz%C3%A1gon-termett-a-legt%C3%B6bb-napraforg%C3%B3-az-uni%C3%B3ban) KSH [2024]

[https://bioplat.eu/assets/content/documents/Hungary/1st/BIOPLAT\[EU\]Olajos_Magvak.pdf](https://bioplat.eu/assets/content/documents/Hungary/1st/BIOPLAT[EU]Olajos_Magvak.pdf)

<https://www.villanylap.hu/lapszamok/2015/januar-februar/3483-otsz-5-0-megujul-a-tuzvedelmi-szabalyzat>[2015.5.0]

www.katasztrofavedelm.hu[2025]

Nemzetközi

[NFPA 68] 2023 Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting

Tasneem Abbasi and S. A. Abbasi, [2006] Dust explosions – Cases, causes, consequences, and control Journal of Hazardous Materials

European Biomass Industry Association [EUBIA 2021] –Applications of Vegetable Oils in Industry

Food and Agriculture Organization, [FAO 2022] – Oilseed processing and by-products.

Gonçalves Filho, J.O., Egea, M.B. [2021 – Sunflower] seed byproduct and its fractions for food application: An overview, Journal of Food Science.

S. R. Turns, [2000] An introduction to combustion - concepts and applications. McGraw-Hill Higher Education, second ed.

[https://www.dailysabah.com/turkiye/at-least-12-injured-in-blast-at-grain-warehouse-in-nw-turkiye/news\[2023\]](https://www.dailysabah.com/turkiye/at-least-12-injured-in-blast-at-grain-warehouse-in-nw-turkiye/news[2023]).

6.2. Jogszabályok

OTSZ [2014.5.0] (54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (hatályos: 2015.03.05-2020.01.22-ig)

OTSZ [2014.5.1] (54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (hatályos: 2020. 01. 22-2022. 06. 12-ig)

OTSZ [2014] 5.2 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (hatályos: 2022.06.13-tól-)

Tűzvédelmi törvény [1996] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról

1993. évi XCIII. Törvény a munkavédelemről [1993]

35/2016. (IX. 27.) NGM rendelet a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben történő alkalmazásra szánt berendezések és védelmi rendszerek vizsgálatáról és tanúsításáról [2016]

3/2003. (III. 11.) FMM–ESzCsM együttes rendelet a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről [2003]

375/2011. (XII.31.) Kormány rendelet a tűzvédelmi tervezői tevékenység folytatásának szabályairól jogszabály egyértelműen rögzíti [375]

47/2011. (XII. 15.) BM rendelet a tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályairól szól jogszabály alapján [47]

6.3. Szabványok, irányelvek

[TvMI 2025]13.5:2025.02.01 Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv

[TvMI 2022]14.2:2022.06.13. Kockázati osztálybasorolás Tűzvédelmi Műszaki Irányelv

[TvMI 2022.9] 9.3:2022.06.13. Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv Tűzvédelmi Műszaki Irányelv

MSZ EN IEC 60079-10-2 [2015] Robbanóképes közegek. 10-2: rész: Térségek osztályozása.

Robbanóképes poros közegek (IEC 60079-10-2:2015) szabvánnyal összhangban

MSZ EN IEC 60079-0 [2018] Robbanóképes közegek. 0. rész: Gyártmányok. Általános követelmények

MSZ EN IEC 60079-10-1 [2021] Robbanóképes közegek. 10-1: rész: Térségbesorolás

MELLÉKLETEK

2.1.3. A porrobbanás veszélye, a robbanóképes poros közegek és az éghető porok robbanási kockázatai fejezethez tartozó fogalmak a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv alapján:

„A robbanás elleni védelem célja, a területre vonatkozó – a robbanás megelőzését, és/vagy az esetlegesen bekövetkező robbanás káros hatásainak minimalizálását célzó – irányelveken, jogszabályokon, szabványokon és műszaki szabályozó dokumentumokon keresztül megvalósításra kerüljenek olyan műszaki és szervezési jellegű megoldások, melyek a robbanás elleni védelmi szempontból releváns veszélyes technológiák esetén (ide tartozóan a Tvt.-ben és a Kat.-ban meghatározottak szerint) lehetővé teszik a biztonságos üzemeltetést és munkavégzést.”

Fogalmak:

- „éghető por: finoman elosztatott, legfeljebb 500 μm névleges szemcseméretű szilárd részecskék, amelyek levegőben szuszpendálhatók, illetve súlyukból adódóan a leülepedhetnek, éghetnek vagy izzhatnak a levegőben, és robbanásveszélyes keverékeket képezhet levegővel légköri nyomáson és normál hőmérsékleten.”
- „robbanóképes poros közeg: por, szálas anyag vagy szálló részecske formájú éghetőanyagok levegővel alkotott keveréke normál légköri viszonyok mellett, amelyben a gyújtást követően az égés önfenntartóan tovább terjed.”
- „robbanásveszélyes por: olyan por, amely magába foglalja a mind az éghető port és az éghető szálakat.”
- „éghető szálak: az 500 μm -nél nagyobb névleges szemcseméretű szilárd részecskék, beleértve a szálakat is, melyek levegőben lebeghetnek és súlyerejüknel fogva kiválhatnak a légkörből például szálló részecskék: műselyem, gyapot (beleértve a pamutpihét és a gyapothulladékot).”
- „vezetőképes por: éghető por, amelynek villamos ellenállása legfeljebb 1000 Ωm , pl.: alumínium, titán, cirkónium.”
- „nem vezetőképes por: éghető por, amelynek villamos ellenállása nagyobb, mint 1000 Ωm , pl.: szerves porok, cukor, kakaópor, liszt, fapor.”
- „porréteg gyulladás hőmérséklete: forró felület azon legkisebb hőmérséklete, amelyen bekövetkezik a forró felületen lévő, meghatározott vastagságú porréteg gyulladása.”

- „porfelhő gyulladási hőmérséklete: a robbantókamra forró belső falának azon legkisebb hőmérséklete, amelyen bekövetkezik a belsejében található levegőben lévő porfelhő gyulladása.”
- „K robbanási jelzőszám: az az állandó, amely a V térfogatú robbantókamrában bekövetkező egy-egy robbanáskor a dp/dt pillanatnyi nyomásemelkedési sebesség $(dp/dt)_m$ maximumát adja.”
- „ K_{st} robbanási jelzőszám (explóziós együttható): a K robbanási jelzőszám maximális értéke, amely a vizsgálandó komponens koncentrációjának széles tartományában vizsgálatokkal határozandó meg. A robbanás erősségére a K_{st} értékéből lehet következtetni.”
- „ $(dp/dt)_{max}$ maximális nyomásnövekedési sebesség: a K_{st} robbanási jelzőszámhoz (explóziós együtthatóhoz) a V térfogatú robbantókamrában a képlet alkalmazásával hozzárendelhető nyomásemelkedési sebesség értéke. Mértékegysége: bar/s.”
- „ p_m robbanási jelzőszám: bekövetkező robbanási folyamat esetében a robbanás során a robbantókamrában tapasztalható – kezdeti nyomáshoz képesti – maximális túlnyomás értéke. Mértékegysége: bar.”
- „ p_{max} robbanási jelzőszám (maximális robbanási túlnyomás): a p_m robbanási jelzőszám maximális értéke, amelyet a vizsgálandó komponens koncentrációjának a széles tartományában vizsgálatokkal kell meghatározni. Mértékegysége: bar.”
- „minimális gyújtási energia (MIE): minimális gyújtási energia értéke az egyik legmeghatározóbb, mivel értéke megadja, hogy mekkora az a minimális energia, amivel a por berobbantatható. Mértékegysége: Joule.”
- „hasadó és hasadó-nyíló felületek: olyan építményszerkezetek, amelyek az építmények vagy az építményrészek határoló szerkezeteiben a káros mértékű robbanási túlnyomás hatására tönkremennek vagy megnyílnak, ezáltal lehetővé téve a nyomáselvezetést.”
- „hasadó felületek: olyan építményszerkezetek, amelyek tönkremeneteliükkel lehetővé teszik a belső tér megnyitását a túlnyomás levezetése céljából. Hasadó-nyíló felületek: olyan építményszerkezetek, amelyek megnyílással, elfordulással, billenéssel lehetővé teszik a túlnyomás levezetését, és megnyílási nyomásuk beállítható.”
- „lángzár: csővezetékbe épített robbanás tovaterjedését megakadályozó szerkezet, melyet olyan helyre építettek be, ahol a lángfront terjedési sebessége a legrosszabb esetet figyelembe véve kisebb, mint 340 m/s.”
- „lefűvátás: robbanási túlnyomás levezetése olyan térbe, ahol a túlnyomás kiterjedhet és ezáltal a belső tér mentesül a túlnyomás károsító hatásaitól.”

- „lefűtatási befogadótér: olyan zárt tér, amely szabad térrel nem kapcsolódó helyiségek nyomásmentesítése során annak túlnyomását befogadja és a szabad térbe továbbítja.”
- „másodlagos robbanás: olyan robbanás, amelyet egy már kifejlődött robbanás indít meg.”
- „megnyílási nyomás: az a nyomás, amelynél a hasadó-nyíló felület megnyílása megindul.”
- „normál üzem: a tervezési paraméterek között működő üzem vagy technológia üzemállapota.”
- „redukált túlnyomás: az a nyomás, amely a hatásos nyomáslevezetés ellenére a belső térben rövid ideig kialakul.”
- „robbanásveszélyes technológia: minden technológiai rendszer, amelynek üzemben tartása során robbanóképes közeg kialakulhat, beleértve a Ttv. 4. § x) pontja szerinti robbanásveszélyes technológiát is.”
- „robbanásvédelmi tervfejezet: a robbanás elleni védelem megoldásait tartalmazó műszaki dokumentációs munkarész.”
- „zónabesorolás: azoknak a tereknek a robbanásveszélyes zónákba történő besorolása, ahol robbanóképes légtér kialakulhat.”
- „zónabesorolási dokumentáció: a zónabesorolás igazolását (számításokat, CFD modelleket, jogszabályi hivatkozásokat stb.) tartalmazó dokumentáció.”
- „robbanóképes közeg: éghető anyagok, mint gáz, gőz vagy por levegővel alkotott keveréke normál légköri viszonyok mellett, amelyben a gyújtást követően az égés önfenntartóan tovább terjed.” [2018]
- „robbanóképes poros közeg: por formájú éghető anyagok levegővel alkotott keveréke normál légköri viszonyok mellett, amelyben a gyújtást követően az égés önfenntartóan tovább terjed.” [2018]
- „porrobbanás veszélyes területek, technológiák: Minden olyan terület, ahol éghető port dolgoznak fel, állítanak elő, tárolnak, mozgatnak a porrobbanás kockázata vizsgálándó. Ha a por robbanásveszélyes tulajdonságokkal rendelkezik, akkor a robbanásveszélyes térfogatok meghatározását követően a robbanásveszélyes térfogatban működő villamos, nem villamos berendezéseket és védelmi rendszereket a Robbanás elleni védelem Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI 13.5:2025.02.01.) 3. és 4. pontjaiban rögzített alapelveknek megfelelően szükséges kialakítani és üzemeltetni.” [TvMI2025]

Robbanásveszélyes porok zónáinak, portérfogat minőségének meghatározása:

„A robbanásveszélyesség porok zónáinak meghatározását az MSZ EN 60079-10-2 szabvány tartalmazza. A robbanásveszélyes porok által létrehozott zónát a robbanóképesporfelhő előfordulásának gyakorisága és annak fennmaradási ideje alapján határozzák meg.

A lerakódott porrétegek olyan források, amelyek robbanásveszélyes térfogatot tudnak kialakítani. A robbanásveszélyes térfogat kiterjedése a kibocsátó forrástól vagy az emissziós ponttól addig terjed, ahol a porrobbanás felételei nem állnak fenn. A robbanóképes por zárt, illetve félig zárt rendszerekben a légmozgás hatására kibocsátó forrástól távolabb is lerakódhat, emiatt a robbanásveszélyes térfogatokba e terület is számítandó.” [TvMI 2025]

A zónabesorolás segít meghatározni, hogy hol szükséges robbanásbiztos berendezések, műszaki vagy szervezési intézkedések alkalmazása a porrobbanás megelőzése érdekében.

- a) Zóna 20: „Az a munkatér, ahol lebegő éghető porok levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér állandóan, hosszú időtartamban vagy gyakran van jelen.” [2003]

Zóna 20 lehet: „Portartályok belső terei, gabonátároló berendezések, tornyok, silók, ciklonok, szűrők belső terei, porszállító szalagok és láncos szállítók, keverők berendezések, elő és utó tartályok gabonaörlő malom egyes gépei, berendezései, zsákoló berendezések belső terei.” [TvMI 2025]

- b) Zóna 21: „Az a munkatér, ahol normál üzemi körülmények között lebegő éghető porok levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér fordulhat elő.” [2003]

Zóna 21 lehet: „Zárt rendszerek külső területei (töltő- és lefejtő berendezések), portartályok külső felületei és azokon lévő olyan nyílások közvetlen környezete, amelyet gyakran használnak és ahol robbanóképes lebegő por gyakran van jelen, olyan töltő és ürítő pontok, mintavételezési pontok, ahol nem alkalmaznak olyan technológiát, hogy a robbanóképes térfogat kialakuljon, portárolók olyan külső felületei, ahol működés közben a por lerakódhat és a lerakódott por valószínűsíthetően lebegő állapotba kerül, olyan portárolók belső térfogata, melyet csak esetenként töltenek vagy ürítenek és annak belseje sem folyamatosan, sem gyakran nem jön létre.” [TvMI 2025]

- c) Zóna 22: „Az a munkatér, ahol normál üzemi körülmények között lebegő éghető porok levegővel alkotott keverékéből álló robbanóképes légtér ritkán és csak rövid időtartamban van jelen.” [2003]

Zóna 22 lehet: „A zsákos szűrők kivezetési pontjai, ahol a hibás működés következtében robbanóképes atmoszféra kialakulhat, azon tárolók nyílásainak közvetlen környezete, melyet ritkán használnak, vagy ritkán nyitnak ki és a kinyitáskor az ott lévő robbanásveszélyes por lebegő állapotba kerülhet, porokat tároló zsákok raktárhelyiségei (pl. lisztes zsákok), közvetlenül a zóna 21 térfogatok melletti területek, ahol jó a szellőzés, így például a töltő és ürítő helyek, mintavételezési pontok közvetlen környezete, azok a területek, ahol a lerakódott por vastagsága nem ellenőrizhető, és amelyek valamilyen külső hatás következtében veszélyessé válhatnak”. [TvMI 2025]

„Amennyiben a leülepedett port még azelőtt eltávolítják, hogy az veszélyessé válna, a térséget veszélytelenné lehet nyilvánítani. Amennyiben az adott technológiai helyen az összes előforduló por mértékadó tulajdonságai biztonsági adatlappal vagy akkreditált laboratóriumi méréssel nincsenek alátámasztva, úgy a robbanásveszélyes zónabesorolás nem végezhető el.” [TvMI 2025]

„A besorolásnál a következőket kell figyelembe venni:

1. Éghető porok rétegeit, lerakódásait, felhalmozódásait, mint minden más okot, amely robbanóképes légtér kialakulásához vezethet, figyelembe kell venni.
2. Normál üzem alatt azt az állapotot értjük, amelyben a berendezéseket az üzembe helyezési paraméterei között használjuk.” [2003]

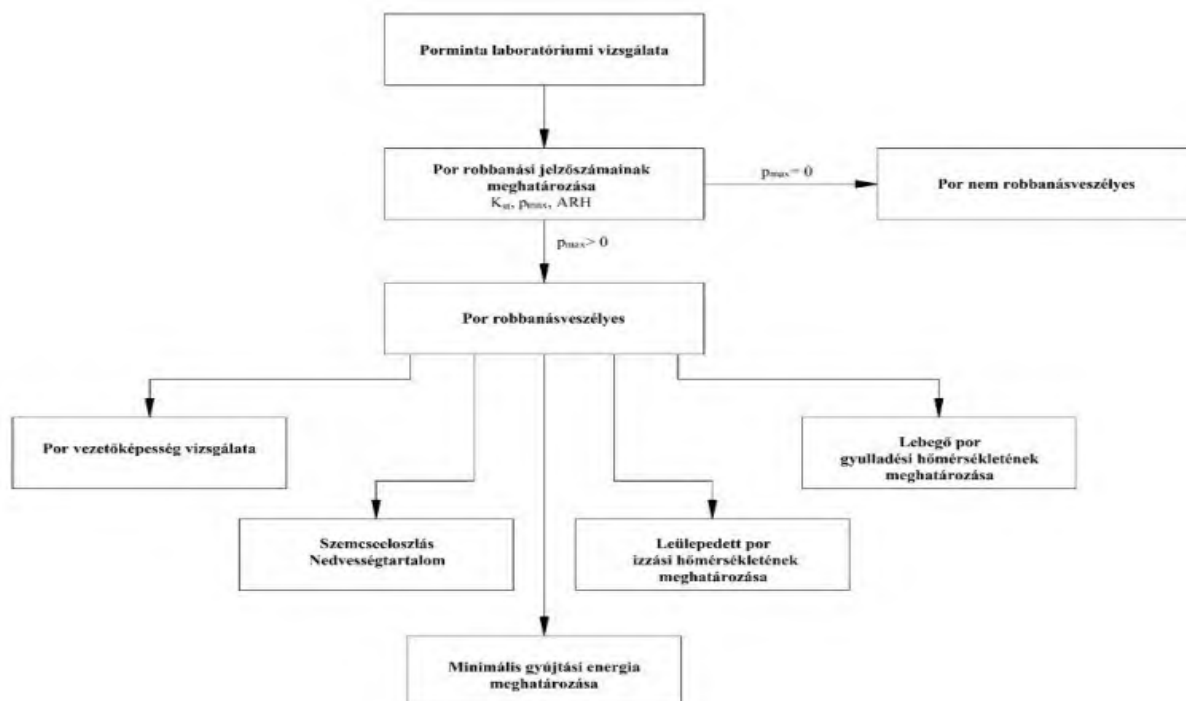
Robbanási alcsoportok porok (2. táblázat):

„Robbanóképes szilárd anyagok robbanási alcsoportjai az MSZ EN IEC 60079-0:2018 szabvány tartalmazza.”

2.táblázat Robbanóképes szilárd anyagok robbanási alcsoportjai Forrás: [TvMI2025]			
Robbanási alcsoport	Anyagok fajtája	Megjegyzés	
IIIA	Éghető szálak	pl: kacsatoll, libatoll, textilszálak, flokk szálak stb.	
IIIB	Nem vezetőképes porok	<u>Nem vezetőképes por:</u> a fajlagos villamos ellenállása nagyobb, mint $1000 \Omega m$	pl: kukoricakeményítő, tejpor, liszt, búza, repce por, szója por, napraforgó por, cellulóz, papírpép, szerves porok stb.
IIIC	Vetőképes porok	<u>Vetőképes por:</u> a fajlagos villamos ellenállása kisebb vagy egyenlő, mint $1000 \Omega m$	pl: alumínium por, lítium, magnézium, tantál, acél por, bronz por, titán, cirkónium, cink, grafit, szén

A porok robbanási tulajdonságai megállapíthatók szakirodalmi adatok alapján vagy laboratóriumi méréssel, melyet 2.ábra szemléltet, amely mellékletben található. [TvMI 2025]

**POR ROBBANÁSI TULAJDONSÁGAINAK
LABORATÓRIUMI MEGHATÁROZÁSA**



2.ábra A por laboratóriumi vizsgálati folyamata

Forrás: [TvMI 2025]

2.1.4. Az égés és porrobbanás feltételrendszere, valamint a porrobbanási jellemzők meghatározására alkalmazott mérési eljárások fejezethez kapcsolódóan az alkalmazott mérési eljárások a következők:

- **Go/No-go teszt:** A robbanóképesség alapvizsgálata, amely során megállapítják, hogy a vizsgált por képes-e robbanásra adott körülmények között. A tesztet 20 literes Kühner robbantókamrában végzik az MSZ EN ISO/IEC 80079-20-2:2016 szabvány alapján.
- **Alsó robbanási határérték (LEL) meghatározása:** Azt a legkisebb porkoncentrációt határozzák meg, amely alatt robbanás nem következik be. A vizsgálatot az MSZ EN 14034-3:2006+A1:2011 szabvány szerint végzik.
- **Robbanási jellemzők (P_{max} , $(dP/dt)_{max}$):** A maximális robbanási nyomás és a maximális nyomásemelkedési sebesség meghatározása a robbanás hevességének jellemzésére. Az eljárást az MSZ EN 14034-1:2004+A1:2011 és az MSZ EN 14034-2:2006+A1:2011 szabványok írják elő.
- **Oxigén-határkoncentráció (LOC):** Annak az oxigénkoncentrációnak a meghatározása, amely alatt az adott por már nem képes robbanásra. A vizsgálat az MSZ EN 14034-4:2004+A1:2011 szabvány szerint történik.
- **Porfelhő minimális gyulladási hőmérséklete (MIT):** A Godbert–Greenwald-kemencével meghatározzák azt a legalacsonyabb falhőmérsékletet, amelyen a porfelhő még éppen begyullad.
- **Porréteg minimális gyulladási hőmérséklete (LIT):** A porréteg felületének legkisebb hőmérséklete, amely még gyulladást okoz, Dekra CTL-015 típusú berendezéssel mérve.
- **Minimális gyújtási energia (MIE):** Az a legkisebb szikraenergia, amely gyulladást idéz elő a porfelhőben, Hartmann-cellás vizsgálattal meghatározva. [SIMÉNFALVI ET AL, 2023]

A fenti vizsgálatok eredményei kulcsfontosságúak egy új üzem létesítésénél vagy meglévő technológiai folyamatok átalakításánál, bővítésénél, mivel meghatározzák a szükséges robbanásvédelmi intézkedéseket és a létesítmény biztonságtechnikai besorolását, valamint, ezen paraméterek meghatározása és ismerete elengedhetetlen egy porrobbanás-veszélyes technológia folyamat vagy térség robbanás elleni védelmének tervezéséhez. [SIMÉNFALVI ET AL, 2023]

2.2.2. A növényolajgyártás technológiai folyamatai és a gyártás során keletkező kockázatok különös tekintettel a porrobbanás veszélyre vonatkozó fejezethez kapcsolódóan a növényolajgyártás technológiai folyamatok bemutatása:

E fejezethez kapcsolódóan növényolajgyártás (étolaj) technológiai folyamatok egyes lépéseit kívánom bemutatni röviden.

Alapanyag beérkezése és tárolása:

A napraforgó mag beérkezése után betárolásra történik raktárba és/vagy silókba. A betárolás szempontjából a mag tisztasága és nedvességtartalma meghatározó, max. 8 %, ennél magasabb víz és szennytartalmú alapanyag nem kerülhet betárolásra. A betárolható alapanyag ürítés után a silókba kerül. A bejövő magot többféle szempontból vizsgálják a laborban. Méri a víz-, az olaj- és a szennyeződés tartalmát. A silók be- és kitaroló rendszerének gépei hagyományosak (rédler, serleges felvonó, csiga) vezérlésük számítógépes. A tárolt mag hőmérséklete beépített hőmérőrendszerrel folyamatosan ellenőrzésre kerül a silókban.

Magtisztítás:

Fontos lépés a mag tisztítása, idegen anyagokat (gyommagok, növényi szármaradványok, kövek, fém szennyeződés) tartalmaznak, amely aratáskor, tárolás alatt és szállításkor kerülnek bele és ezt feldolgozás előtt el kell távolítani. Ezt a szennyezést a jó termékminőség érdekében, továbbá az olajkinyerő berendezések védelme miatt gondosan el kell távolítani.

Hajalás:

A mag a silókból technológiailag a hajalóba kerül. A gép tetején találhatók a hajaló dobok. Itt a maghéj leválasztódik a belső részről azáltal, hogy egy forgórész ütközteti egy álló résznek a magot. Ezután a héj és a mag, mozgó rostákra kerül, ahol osztályozódik. A héj a felső szitán marad, ahonnan levegő segítségével eltávolítják. A héj egy része a kazánházba kerül, ahol elégetik. Az első lépésben fel nem bontott magok egy visszavezető pálya vonalon ismételt a bontógépre kerülnek.

Sajtolás:

A hajalt mag ezután a sajtolóba kerül. Először a lapkázó hengereken halad át, melynek következtében megnövekszik a felülete. Az így képződött lapkák a kondicionálókba kerülnek. A köpeny gőzzel fűtött. A kondicionáló berendezésekből távozik a pörkölt, lapkázott mag. A kondicionáláskor csökken az anyag víztartalma, denaturálódnak a sejtfehérjék, csökken a sejtzárványokból kiszabadult olaj viszkozitása. A kondicionálóból a mag a présekre kerül. A présekben az anyag szakaszokban szűkülő keresztmetszeteken halad át, az anyagra ható nyomás fokozatosan növekszik, és ennek következtében a folyékony fázis (olaj) kilép a szilárd anyagból.

Extrahálás:

A préseket elhagyó szilárd anyag, – a préselvény – 18-22 %-os olajtartalmú. Ezt az olajmennyiséget az extrakciós üzemben hexános extrakcióval nyerik ki. Az extrakció célja a préselvény szinte teljes olajtartalmát kioldani. Az extrakció során a dara olajtartalma 1 % alá csökkenhet. Az extrakció a hexán forráspontján történik. Az extraktorból kikerülő darát a toasterben a hexántól mentesítik. Az extrahált olaj és az oldószer elegye szűrés után desztillálóra kerül, ahol kiforralják belőle az oldószert és a vizet. A hexánt regenerálják és cirkuláltatják, a visszanyert hexánt a páraérinkeztetőbe vezetik. Az oldószer mentesített dara kondicionálása a (DOTA) szárító-hűtőben légszilipek segítségével beállított mennyiségű és hőmérsékletű levegővel történik. A meleg és hideg levegő segítségével megtörténik a dara víztartalmának és hőmérsékletének beállítása. A hűtő-száritó ventilátor előtt egyedi kialakítású ciklonok találhatók. A ciklonok által leválasztott port a párhuzamosan kapcsolt ciklonok alján levő szállítóberendezés a kitároló rédlerekbe továbbítja. A megszáritott darát mechanikus úton a dararaktárba szállítják.

Nyers növényolaj finomítás:

A finomító üzem alkalmas fizikai finomítással különféle olajokból étolaj és félfinomítványok előállítására. A finomítás műveleti lépései a következők: – savas nyálkátlanítás, – előviasztalanítás, nyálkátlanítás, – derítés, – winterizálás – dezodorálás, desztillatív savtalanítás.

Napraforgó dara feldolgozása:

A gyártás során napraforgó dara a technológiában lapátos őrlő berendezéseken megy keresztül, ahol a nagyobb darabok szétbontása történik. Ezt követően az őrlött anyagot elsődlegesen egy síkszita osztályozza. Az osztályozott darát hengerszékekre továbbítják, ahol az anyag további őrlése következik, az őrlött frakciókat e lépés után is síkszitaikon választják el. Ezután a fluidágyas szeparátorokra kerül az anyag, ahol a héj leválasztása történik az anyagáramból. A megfelelő frakciókat alacsony fehérjetartalommal, illetve magas fehérjetartalommal végül homogenizálás után adják át a granuláló berendezésekbe, ahol a préselt granulátum egy hűtőberendezésen megy keresztül, ezután a termék granulátumot betárolják. [SZABÓ ET AL, 2006]

4.2. Az üzemeltetés során érvényesülő biztonságtechnikai követelmények fejezetéhez kapcsolódóan az épület használatbavételére vonatkozó követelmények:

A 2015. március 5-én hatályba lépett 54/2014. (XII.5.) BM rendelet alapján került bevezetésre a Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv (TMMK), mint új típusú tűzvédelmi dokumentáció. A kézikönyv célja, hogy az építmény megvalósulását követően rögzítse a kivitelezett tűzvédelmi megoldásokat, valamint a rendeltetésszerű használathoz kapcsolódó tűzvédelmi feltételeket, ezáltal biztosítva az épület biztonságos üzemeltetését tűzvédelmi szempontból. A 9.3:2022.06.13. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv iránymutatást ad Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv elkészítésére vonatkozóan.

Az épület használatbavételét követő 60 napon belül kötelező elkészíteni a Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyvet (TMMK) az 1000 m²-nél nagyobb ipari épület esetében. Felülvizsgálati kötelezettség:

Az építmény használatbavételét követő 5. évben, majd ezt követően ötévente a tulajdonos köteles felülvizsgáltatni a TMMK-ban rögzítettek megvalósulását és megfelelőségét. Ennek során vizsgálni kell:

- az épület megfelel-e az engedélyezési tervdokumentációnak,
- a változások megfelelnek-e az érvényben lévő jogszabályoknak,
- a változtatásokat dokumentálták-e a TMMK-ban.

A TMMK tartalmazza:

- az építményre vonatkozó tűzvédelmi létesítési követelményeket (építészeti kialakítás, villamos és villámvédelmi rendszer, felvonók, épületgépészeti rendszerek),
- a beépített tűzjelző, tűzoltó és hő- és füstelvezető rendszerek, valamint a vészhangosítás kialakítását,
- a kapcsolódó rajzi mellékleteket,
- a kézikönyvet készítő szakember nevét, elérhetőségét, jogosultságát,
- továbbá az ötévenkénti felülvizsgálat elvégzésének igazolását.

További követelmény, hogy az építmény bármilyen tűzvédelmi helyzetet érintő változását át kell vezetni, a Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyvben 30 napon belül rögzíteni kell. [TvMI 2022.9]