

MISKOLCI EGYETEM



GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

ENERGETIKAI ÉS VEGYIPARI GÉPÉSZETI INTÉZET

BENZOLTÁROLÓ TARTÁLYPARK ÉS KÖZÚTI LEFEJTŐ ÁLLOMÁS ZÓNABESOROLÁSA

SZAKDOLGOZAT

KÉSZÍTETTE:

Juhász Gergely

TERVEZÉSVEZETŐ:

Prof. Dr. Szepesi L. Gábor

Egyetemi tanár

Miskolc, 2024

MISKOLCI EGYETEM GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS
INFORMATIKAI KAR
3515 MISKOLC-EGYETEMVÁROS



ENERGETIKAI ÉS VÉGYPARI
GÉPÉSZETI INTÉZET
VÉGYPARI GÉPÉSZETI INTÉZETI
TANSZÉK

Szakirányú továbbképzés
Robbanásvédelmi szakmérnök

Levelező tagozat
Szám: 530 – EVG/VGT – 2024

SZAKDOLGOZAT FELADAT

Juhász Gergely

neptun kód: SJSUB9

Robbanásvédelmi szakmérnök jelölt részére.

A feladat címe: Benzoltároló tartálypark és közúti lefejtő állomás zónabesorolása

1. Ismertesse a térségbesorolás alapelveit
2. Mutassa be a villamos és nem villamos védelmi módokat
3. Ismertesse a vizsgált technológiát, a technológiában lévő közeget, valamint végezze el a zónabesorolást és a gyújtóforrás elemzést

Tervezésvezető: Prof. Dr. Szepesi L. Gábor, egyetemi tanár

Konzulens:

A Szakdolgozat kiadásának időpontja: 2024. február 15.

A Szakdolgozat beadásának határideje: 2024. május 03.

Miskolc, 2024. február 15.


Intézetigazgató

1. A Szakdolgozat módosítása:

*szükséges (módosítást külön lap tartalmazza)
nem szükséges (a megfelelő rész aláhúzendó)*

2024.05.03
dátum


tervezésvezető aláírása

2. A tervezést ellenőriztem:

(1)

(2)

(3)

(4)



dátum



tervezésvezető aláírása

3. A Szakdolgozat beadható *nem adható be*

2024.05.03
dátum

konzulens aláírása


tervezésvezető aláírása

4. A Szakdolgozat 30 szövegoldalt,

..... db rajzot,

..... db egyéb mellékletet tartalmaz

5. A Szakdolgozat bírálata bocsátható *nem bocsátható (a megfelelő rész aláhúzendó)*

A bíráló neve: URBAN ALEX

2024.05.03.
dátum


Intézetigazgató aláírása

6. Osztályzat:

a bíráló javaslata:

az intézeti tanszék javaslata:

a Záróvizsga Bizottság döntése:

Miskolc,

a Záróvizsga Bizottság elnökének aláírása

Eredetiségi nyilatkozat

Alulírott **Juhász Gergely** (neptun kód: **SJSUB9**), a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős, Robbanásvédelmi szakmérnök szakos hallgatója ezennel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy

a

Benzoltároló tartálypark és közúti lefejtő állomás zónabesorolása

című szakdolgozatom saját, önálló munkám, az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a forráskezelés szabályai szerint történt.

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szószerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén a diplomamunka visszavonásra kerül.

Miskolc, 2024. május 3.


Juhász Gergely

Tartalomjegyzék

Bevezetés	6
A robbanásbiztonság-technika alapjai	7
Robbanóképes légkörök.....	9
Térségbesorolás alapelvei	10
Kockázati paraméterek.....	14
Villamos és nem villamos védelmi módok	17
A technológia bemutatása	19
A robbanásveszélyt okozó anyag bemutatása	22
Zónabesorolás és gyújtóforrás elemzés	23
Összegzés.....	28
Summary	29
Táblázat- és ábrajegyzék	30
Irodalom- és szabványjegyzék.....	31

Bevezetés

Szakdolgozatom témája egy benzoltároló tartálypark és közúti lefejtő állomás zónabesorolása. A tartálypark két, azonos benzoltároló tartályból áll, két-két szivattyúpárból, melyek töltik, illetve ürítik a tartályokat, összekötő csővezetékekből, külön körrel a tartály töltéshez, illetve ürítéséhez, valamint egy közúti lefejtő állomásból.

Dolgozatomban bemutatom a robbanás elleni védekezés alapelveit, a zónabesorolás elkészítésének szükségességét eldöntő előírásokat, a különböző zónákat, majd a kockázati paramétereket, melyek az adott zónában robbanást okozhatnak. Bemutatom a villamos és nem villamos védelmi módokat, majd a besorolandó technológiát. Ezután pedig elvégzem a zónabesorolást, amit ábrákkal illusztrálok.

A robbanásbiztonság-technika alapjai

A vegyipari létesítményekben a kezelt, felhasznált anyagoknak köszönhetően gyakran alakul ki robbanásveszélyes környezet. Alapvető élet- és vagyónvédelmi érdek, hogy az ebből fakadó veszélyeket, kockázatokat csökkentsük. A TvMI (Tűzvédelmi Műszaki Irányelv) 3.1 pontja szerint a robbanás elleni védelem célja *„a területre vonatkozó – a robbanás megelőzését és/vagy 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 lehetővé teszik a biztonságos üzemeltetést és munkavégzést.”* [1]

Az ATEX rövidítés (ATmosphéres EXplosibles) két olyan EU irányelvet jelent, ami a robbanóképes légkörök veszélyeinek kezelésére szolgál: 1999/92/EK (munkahelyekre vonatkozik) és 2014/34/EU (gépek, eszközök). A biztonságos munkavégzés feltételeinek biztosítása a munkáltató feladata, ezért az ATEX 1999/92/EK EU direktíva alapján, amit a 3/2003. (III. 11.) FMM-ESzCsM rendelet ültet át a magyar jogrendbe és tesz kötelezővé, a munkáltató köteles robbanásvédelmi dokumentációt készíteni, melyben az egyes munkaterületeket robbanásveszélyességi zónákba kell sorolnia, fel kell mérnie a robbanási kockázatokat. Az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet (közismertebb nevén OTSZ – Országos Tűzvédelmi Szabályzat) 99. § (1) szerint *„A fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba tartozó anyag előállítás, feldolgozása, használata, tárolása és forgalmazása során az érintett térrészben, helyiségben, építményben, ipari technológiai egységben, továbbá az e tevékenységekkel összefüggő tervezés és kivitelezés során a robbanás elleni védelmet tervezéssel és védelmi intézkedésekkel biztosítani, a védelmi intézkedéseket dokumentálni kell.”* A 99. § (2) szerint *„A robbanás elleni védelem kialakításához a robbanásveszélyes terek robbanásvédelmi zónába sorolását el kell végezni.”* [2] A zónába sorolás után a munkáltatónak az ATEX irányelvek szerint ki kell választania a megfelelő eszközöket és berendezéseket.

A munkáltatónak a robbanásmegelőzés és védelem alapelveit az alábbi fontossági sorrendben kell betartania:

1. Meg kell előzni a robbanásveszélyes légkör kialakulását.
2. El kell kerülni a robbanásképes légkör begyulladását.
3. Enyhíteni kell a robbanás következményeit.
4. Meg kell akadályozni a robbanás tovább terjedését.

A robbanásveszélyes térségek besorolása a kezelt, szállított, felhasznált anyag tulajdonságai, mennyisége alapján értékeli az adott területet, majd ezen tulajdonságok alapján állapítja meg a zónák jellegét, a területen megengedhető maximális hőmérsékletet, ami még az öngyulladás hőmérséklet alatt van, valamint a minimális gyújtási energiát. Azzal azonban nem foglalkozik, hogy a területen milyen valószínűséggel fordulnak elő gyújtóforrások. Ennek figyelembevétele a villamos és nem villamos berendezések tervezése, kiválasztása során merül fel, amikor is olyan berendezések telepíthetők, amik az adott, zónabesorolással jellemzett területen nem képesek gyújtóforrásként a potenciálisan robbanásveszélyes közeg berobbantására. Továbbá azzal sem foglalkozik a zónabesorolás, hogy egy esetleges robbanás milyen következményekkel járhat.

Az éghető gázok, gőzök, ködök és porok által létrehozott robbanásveszélyes légtérben a kockázatok csökkentésére az alábbi intézkedések alkalmazása szükséges:

- Elsődleges robbanásvédelem: megakadályozzuk a robbanásveszélyes légtér kialakulását (pl. elkerüljük a robbanásveszélyes anyag alkalmazását, oxigén kivonása – inertizálás).
- Másodlagos robbanásvédelem: a robbanásveszélyes légtérből kizárjuk a lehetséges gyújtóforrásokat (pl. a minimális gyújtási energia alá csökkentjük, robbanásbiztos villamos és nem villamos eszközöket alkalmazunk).
- Harmadlagos robbanásvédelem: az esetlegesen bekövetkező robbanás hatásait csökkentjük (pl. hasadó tárcsa, robbanási nyomásra méretezés).

Robbanóképes légkörök

Az égésnek három feltétele van: oxigén, éghető anyag és gyújtóforrás. Ha az oxigén és az éghető anyag megfelelő koncentrációjú keveréket képez, akkor az égés rendkívül gyors lefolyású és nagy energiájú lesz, vagyis ilyenkor robbanásról beszélünk. Ezeket a keverékeket négy csoportba oszthatjuk:

- Gyúlékony gázok: jellemzően szén és hidrogén vegyületei, de ilyen például az ammónia is, jellemzően viszonylag kis gyújtási energia is elég a robbanáshoz.
- Gyúlékony folyadékok (gőzök): jellemzően szénhidrogének, hő hatására a folyadékból szabadul fel, átmeneti állapot a folyadék és gáz halmazállapot között, a folyadék felszínéhez közel robbanóképes elegyet képez az oxigénnel.
- Gyúlékony ködök: gyúlékony folyadékokkal végzett permetezés során kialakuló apró cseppek, melyek robbanóképes keveréket hoznak létre a levegővel.
- Gyúlékony porok: 5 mm részecskeméret alatt megfelelő koncentrációban a levegővel robbanóképes elegyet alkotnak.

Térségbesorolás alapelvei

Adott technológia esetén első lépésben meg kell állapítani a robbanásveszély mértékét, ami lehet elhanyagolható vagy kockázatot jelentő. Ennek eldöntésére a TvMI „B” melléklete tartalmaz táblázatot, külön szabadtéri és külön zárttéri technológiára, ami a felhasznált, tárolt éghető folyadékok felhasználási és tárolási módja szerint adja meg azt a mennyiséget, ami felett a robbanásveszély mértéke kockázatot jelentő. Ebben az esetben robbanásvédelmi tervfejezetet és zónabesorolást kell készíteni, ez alatti mennyiség esetén a robbanásveszély mértéke elhanyagolható és erre nincs szükség.

	M-3	M-2	M-1
Z-1	100 liter	20 liter	2 liter
Z-2	szekrény kapacitása, de maximum 300 liter vagy kg	szekrény kapacitása, de maximum 300 liter vagy kg	nem történik

1. táblázat A robbanásveszély mértékének határértékei zárt technológia esetén [1]

Az 1. táblázat zárttérre vonatkozik, a vízszintes sorban a felhasználási módok vannak megadva:

M-3: passzív tárolás

M-2: a gyártó előírásainak megfelelően, visszazárt edényben való tárolás

M-1: manipuláció, lefejtés egy óra alatt

A függőleges oszlopban a zárttéri tárolási/felhasználási fokozatok vannak megadva:

Z-2: tárolás tűzálló szekrényben

Z-1: tárolás bármely módon

	M-3	M-2	M-1
S-1	1000 liter	200 liter	2 liter
S-2	szekrény kapacitása	nem történik	nem történik
S-3	konténer kapacitása	nem történik	nem történik

2. táblázat A robbanásveszély mértékének határértékei szabadtéri technológia esetén [1]

A 2. táblázat a szabadterre vonatkozik, a vízszintes sorban a felhasználási módok vannak megadva:

M-3: passzív tárolás

M-2: a gyártó előírásainak megfelelően, visszazárt edényben való tárolás

M-1: manipuláció, lefejtés egy óra alatt

A függőleges oszlopban a szabadtéri tárolási/felhasználási fokozatok vannak megadva:

S-3: tárolás tűzálló konténerben

S-2: tárolás tűzálló szekrényben

S-1: tárolás bármely módon

A robbanásveszélyességi térségbesorolási dokumentációnak a TvMI 5.1.4.2 pontja alapján tartalmaznia kell:

- a tervezési határok rögzítését,
- a tervezett technológia rövid leírását,
- robbanásveszély ismertetését,
- robbanásvédelmi szempontból releváns anyagjellemzők ismertetését.

A zónabesorolással érintett technológia részeit a robbanásveszélyes keverék megjelenésének valószínűsége alapján különböző zónákba kell besorolni. Az ATEX direktíva megkülönböztet gyúlékony gázokra, gőzökre, ködökre vonatkozó zónákat (Zóna 0, Zóna 1, Zóna 2), illetve porokra vonatkozó zónákat (Zóna 20, Zóna 21, Zóna 22). A zónák meghatározása a 3. táblázat alapján történik.

Zóna	Meghatározás
Zóna 0	Az a hely, ahol folyamatosan, hosszabb időn keresztül vagy gyakran gáz, gőz vagy köd formájában megjelenő gyúlékony anyagok levegővel alkotott elegyét tartalmazó robbanóképes légkör van jelen
Zóna 1	Az a hely, ahol normál üzemi körülmények mellett várható a gáz, gőz vagy köd formájában megjelenő gyúlékony anyagok levegővel alkotott elegyét tartalmazó robbanóképes légkör esetenkénti előfordulása
Zóna 2	Az a hely, ahol normál üzemi körülmények mellett nem valószínű a gáz, gőz vagy köd formájában megjelenő gyúlékony anyagok levegővel alkotott elegyét tartalmazó robbanóképes légkör esetenkénti előfordulása, de ha mégis előfordul, akkor csak rövid ideig áll fenn.

3. táblázat Gyúlékony gázokra, gőzökre, ködökre vonatkozó zónák [3]

Zóna	Meghatározás
Zóna 20	Az a hely, ahol folyamatosan, hosszabb időn keresztül vagy gyakran a levegőben lebegő gyúlékony porfelhő formájában megjelenő robbanóképes légkör van jelen
Zóna 21	Az a hely, ahol normál üzemi körülmények mellett várható a levegőben lebegő gyúlékony porfelhő formájában megjelenő robbanóképes légkör esetenkénti előfordulása
Zóna 22	Az a hely, ahol normál üzemi körülmények mellett nem valószínű várható a levegőben lebegő gyúlékony porfelhő formájában megjelenő robbanóképes légkör esetenkénti előfordulása, de ha mégis előfordul, akkor csak rövid ideig áll fenn.

4. táblázat Porokra vonatkozó zónák [3]

A fenti táblázat nagyvonalúan fogalmaz a „hosszú ideig”, „rövid ideig”, „gyakran” és „esetenként” fogalmakkal. Segítséget jelentenek viszont az 5. táblázatban bemutatott, általánosan elfogadott, gyakoriságra és időtartamra vonatkozó irányadó értékek. A gyúlékony gázok, gőzök, ködök, valamint porok kibocsátási pontjánál a kibocsátási fokozatot használjuk, mely hasonlít a zónába soroláshoz, de nem egyezik meg azzal, bár a gyakorlatban általában a kettő együtt jár. Megkülönböztetünk folyamatos kibocsátást (például egy tartály belseje, ahol mindig jelen van a robbanásveszélyes anyag), elsődleges kibocsátási pontot (pl. egy lefűvató) és másodlagos kibocsátási pontot (pl. egy karimás kötés).

Kibocsátás foka	Meghatározás	Időtartam (óra/év)	Jellemző zóna
Folyamatos fokozatú kibocsátás	Folyamatos, vagy várhatóan gyakran előfordul, vagy hosszan tartó kibocsátás	$T > 1000$	Zóna 0, Zóna 20
Elsődleges fokozatú kibocsátás	Normál üzemi körülmények között várhatóan időszakosan vagy esetenként előforduló kibocsátás	$10 < T < 1000$	Zóna 1, Zóna 21
Másodlagos fokozatú kibocsátás	Normál üzemi körülmények között nem várható kibocsátás, amely, ha mégis fellép, valószínűleg ritkán és csak rövid időszakokra tapasztalható	$1 < T < 10$	Zóna 2, Zóna 22

5. táblázat Kibocsátási fokozatok [3]

Kockázati paraméterek

Az előzőekben meghatározásra kerültek a különböző zónák definíciói, illetve a megfelelő irányértékek a besorolás módjára vonatkozóan. Ezáltal meghatároztuk a robbanóképes közeg előfordulásának helyét és valószínűségét. Az égés három feltétele közül tehát kettő már adott (éghető anyag és oxigén), viszont ahhoz, hogy robbanás következzen be, egy harmadik feltétel is szükséges, a keveréket be kell gyújtani. Ezeket a gyújtási módokat kockázati paramétereknek is nevezhetjük. A másodlagos robbanásvédelem lényege pont az, hogy ezt a gyújtást megakadályozhassuk, ehhez azonban ezeket a paramétereket ismernünk kell.

A gyúlékony gázok vagy gőzök keverékei maguktól begyulladnak, ha megfelelően magas hőmérsékletre hevülnek. Azt a legalacsonyabb hőmérsékletet, ahol ez megtörténhet, öngyulladási hőmérsékletnek nevezzük (T_{ig}). A gázok és gőzök ezen tulajdonságuk alapján hőmérsékleti osztályba vannak sorolva (6. táblázat), ami alapján meghatározható az adott robbanásveszélyes légkörben telepített berendezések legnagyobb megengedhető felületi hőmérséklete, ahol még nem történik gyújtás.

Osztályok kódjai	Legmagasabb felszíni hőmérséklet (°C)	A berendezés akkor használható, ha T_{ig} (°C)
T1	450 (440)	>450
T2	300 (290)	300< és <=450
T3	200 (195)	200< és <=300
T4	135 (130)	135< és <=200
T5	100 (95)	100< és <=135
T6	85 (80)	85< és <=100

6. táblázat Hőmérsékleti osztályok

A gyúlékony folyadékok tűz- és robbanásveszélyességi szempontból legfontosabb tulajdonsága az illékonyság, amit a lobbanáspont (T_f) fejez ki. A lobbanáspont az a legalacsonyabb hőmérséklet, melyen egy gyújtóforrás képes begyújtani az adott folyadék gőzét. A lobbanáspont cseppfolyós gázokra is értelmezhető, azonban az állandó gázok esetén (pl.

metán vagy hidrogén) nem, azokat gyakorlatilag bármilyen hőmérsékleten gyúlékonyak tekinthetjük.

A gyúlékony gázok vagy gőzök csak egy bizonyos éghető anyag-oxigén koncentráció tartományban képesek begyulladni. Ez a tartomány az alsó robbanási határ (ARH) és a felső robbanási határ (FRH) közé esik. Az ARH az a legalacsonyabb koncentráció, ahol a begyújtás után a lángok terjedni képesek, az FRH pedig az a legmagasabb koncentráció, ahol még terjednek a lángok.

A gázokat és gőzöket a gyújtószikramentes védelmi mód és a nyomásálló védelem szempontjából gyújtási energiájuk és a kísérletileg biztos legnagyobb rétegvastagság (maximum experimental safe gap – MESG) alapján is lehet csoportosítani (7. táblázat). Ez meghatározza, hogy mi az a minimális gyújtási energia, ami már robbanást idézhet elő, illetve nyomásálló tokozás esetén mekkora az a legnagyobb rés, amin keresztül egy esetleges tokozáson belüli robbanás nem gyújtja be a tokozáson kívül robbanásveszélyes közeget.

Csoport	Tipikus anyagok	Gyújtási energia
I	metán a földalatti bányákban	0,2 mJ
IIA	metán, propán, metanol	>0,2 mJ
IIB	etilén, szén-monoxid, etanol	0,02 mJ – 0,2 mJ
IIC	hidrogén, acetilén, szén-diszulfid	<0,2 mJ

7. táblázat Gázcsoportok

Robbanásveszélyes környezetben fel kell mérni az esetleges gyújtóforrásokat és intézkedéseket kell hozni, hogy ezek ne okozhassanak robbanást. Ebben az MSZ EN 1127-1: 2019 „*Robbanóképes közegek, Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem, Alapelvek és módszertan*” című szabvány van a segítségünkre. [4]

A gyújtóforrásokat megjelenésük valószínűsége szerint alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- folyamatosan vagy gyakran jelen lévő gyújtóforrások
- ritkán előforduló gyújtóforrások
- nagyon ritkán előforduló gyújtóforrások

A fentén kívül az alábbiak szerint is csoportosíthatunk:

- normál üzemi körülmények között is jelenlévő gyújtóforrások
- kizárólag üzemzavar esetén előforduló gyújtóforrások
- kizárólag ritkán fellépő üzemzavar esetén előforduló gyújtóforrások

A hivatkozott szabvány az 5. fejezetben az alábbi 13 lehetséges gyújtóforrást azonosítja

- Forró felületek: olyan berendezések, alkatrészek, lángok, forró gázok, melyek hőmérséklete üzemszerűen vagy hiba esetén meghaladják az adott keverék öngyulladás hőmérsékletét
- Mechanikusan gerjesztett szikrák: anyagok érintkezése esetén
- Villamos berendezések: ívkisülések, szikrák
- Kóboráram, katódos korrózióvédelem
- Sztatikus elektromosság: bizonyos anyagok érintkezése, súrlódása következtében
- Villámcsapás
- Rádiófrekvenciás hullámok
- Elektromágneses hullámok
- Ionizáló sugárzás
- Ultrahang
- Adiabatus kompresszió és lökéshullámok
- Exoterm reakciók

A cél: a különböző villamos és nem villamos védelmi módokat használva ezen gyújtóforrások megjelenésének elkerülése.

Villamos és nem villamos védelmi módok

A villamos berendezések robbanás elleni védelmére (elkerülve azt, hogy gyújtóforrássá váljanak), gáz légkörben az alábbi védelmi módok alkalmazhatók az MSZ EN 60079 „*Robbanóképes közegek*” [5] szabványsorozat alapján:

- Gyújtószikramentes védelem (Ex i): az áramkör energiájának korlátozásával megakadályozzuk a veszélyes melegedést, illetve veszélyes energiájú szikrák és kisülések kialakulását. Jellemzően műszerek, vezérlő és mérőrendszerek esetén használatosak, alkalmazhatók Zóna 0-ban, Zóna 1-ben és Zóna 2-ben is
- Fokozott védelem (Ex e): az eszközben óvintézkedéseket alkalmaznak a túlzott melegedés és szikra kialakulása ellen, érintkezős (szikrázásra hajlamos) berendezések nem használhatók. Jellemző alkalmazás: világítótestek és motorok, Zóna 1-ben és Zóna 2-ben használható.
- Nyomásálló védelem (Ex d): a berendezéseket a robbanásnak ellenálló és a továbbterjedést megakadályozó tokozatba helyezük. Világítótestek, motorok, kapcsolószekrények esetén használatosak, Zóna 1-ben vagy Zóna 2-ben.
- Túlnyomásos védelem (Ex p): a tokozatban túlnyomás van, így a robbanásveszélyes légkör azon kívül marad. Jellemző felhasználás: analizátorok, vezérlőszekrények, Zóna 1-ben és Zóna 2-ben.
- Védelem feltöltéssel (Ex q): Kisülésre, szikrázásra hajlamos berendezéseket finomra őrölt anyaggal (pl. kvarc) töltött tokozásba tesznek. Jellemző felhasználás: elektronikai eszközök, Zóna 0-ban, Zóna 1-ben és Zóna 2-ben.
- Folyadék alatti védelem (Ex o): a berendezést olajba merítik, így nem képes robbanást okozni. Jellemző felhasználás: erősáramú berendezések, Zóna 1-ben és Zóna 2-ben.
- „n” típusú védelem (Ex n): olyan kialakítás, ami megakadályozza a robbanásveszélyes légkör begyűjtését. Jellemző felhasználás: világítótestek, motorok, kapcsolószekrények Zóna 2-ben.
- Optikai védelem (ex op): az optikai kábelekre vonatkozik, hogy azok ne lehessenek gyújtóforrások, Zóna 0-ban, Zóna 1-ben és Zóna 2-ben.
- Speciális védelem (Ex s)

Villamos berendezések robbanás elleni védelmére, por légkörben az alábbi védelmi módok használatosak:

- Tokozás általi védelem (Ex t): por behatolásának megakadályozása a tokozatba, felszíni hőmérsékletének korlátozása, Zóna 20-ban, Zóna 21-ben és Zóna 22-ben.
- Nyomásálló tokozás: korábbiakban ismertetve, Zóna 21-ben és Zóna 22-ben.
- Gyújtószikramentes védelem: korábbiakban ismertetve, Zóna 20-ban, Zóna 21-ben és Zóna 22-ben.
- Védelem kiöntéssel: korábbiakban ismertetve, Zóna 21 és Zóna 22-ben.
- Optikai védelem: korábbiakban ismertetve, Zóna 20-ban, Zóna 21-ben és Zóna 22-ben.

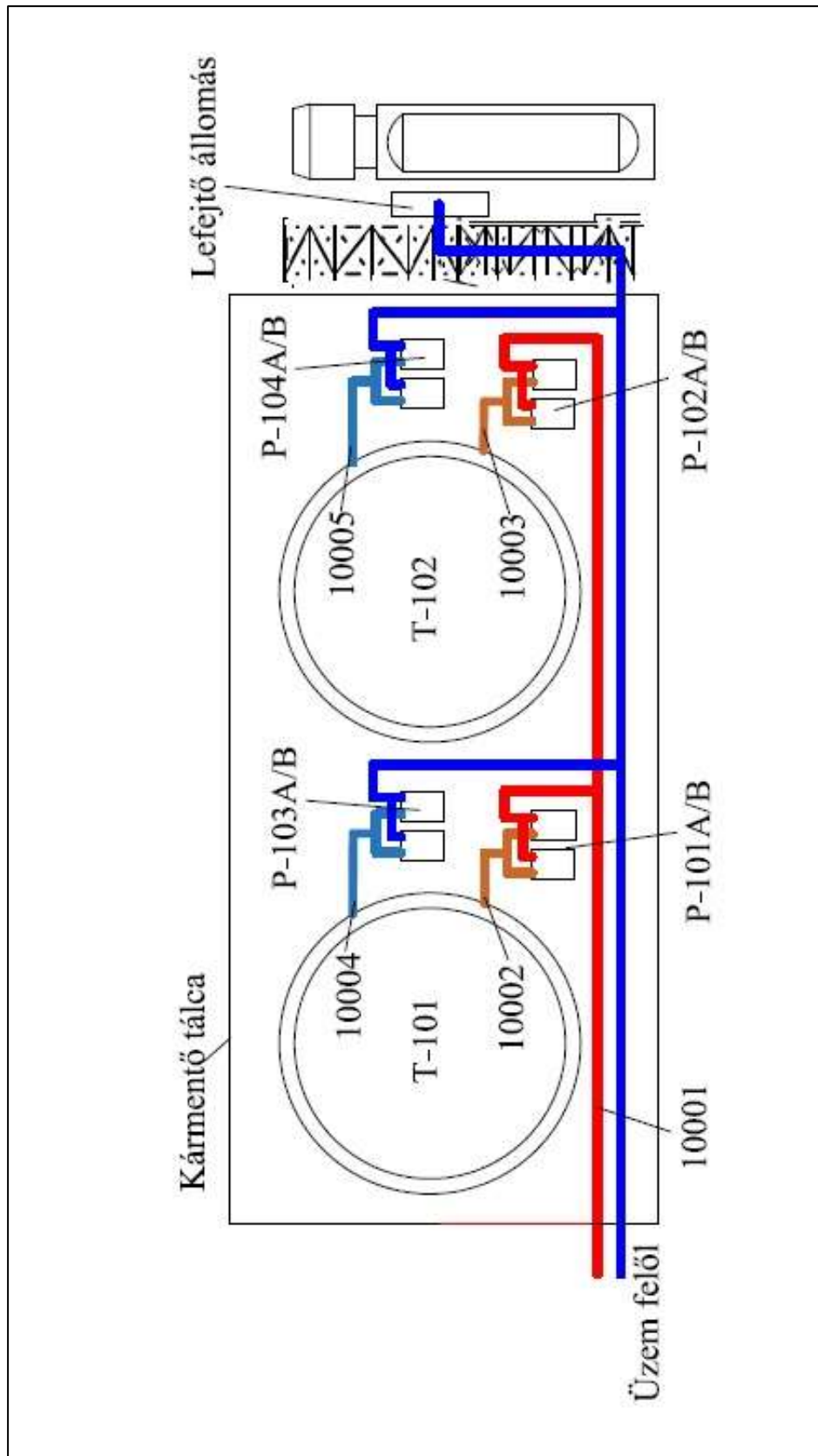
A nem villamos berendezések robbanás elleni védelmére, gáz légkörben az alábbi védelmi módok alkalmazhatók az MSZ EN ISO 80079-36:2016 [6] és MSZ EN ISO 80079-37:2016 [7] „*Robbanóképes közegek, Robbanóképes közegekben használt nem villamos berendezések*” című szabványok alapján:

- Szerkezetbiztonsági védelem (Ex c): konstrukciós megoldásokkal biztosítja, hogy forró felület, mechanikus szikra vagy adiabatikus kompresszió ne okozhasson gyújtást.
- Védelem a gyújtóforrás ellenőrzésével (Ex b): érzékelők segítségével elkerüljük a gyújtóforrássá válást.
- Védelem folyadékba való merítéssel (Ex k): a potenciális gyújtóforrást folyadékba való merítéssel elszeparáljuk a robbanásveszélyes közegtől
- Nyomásálló tokozású védelem (Ex d): a berendezéseket a robbanásnak ellenálló és tovább terjedést megakadályozó tokozatba helyezzük.
- Védelem az áramlást korlátozó tokozással (Ex fr)

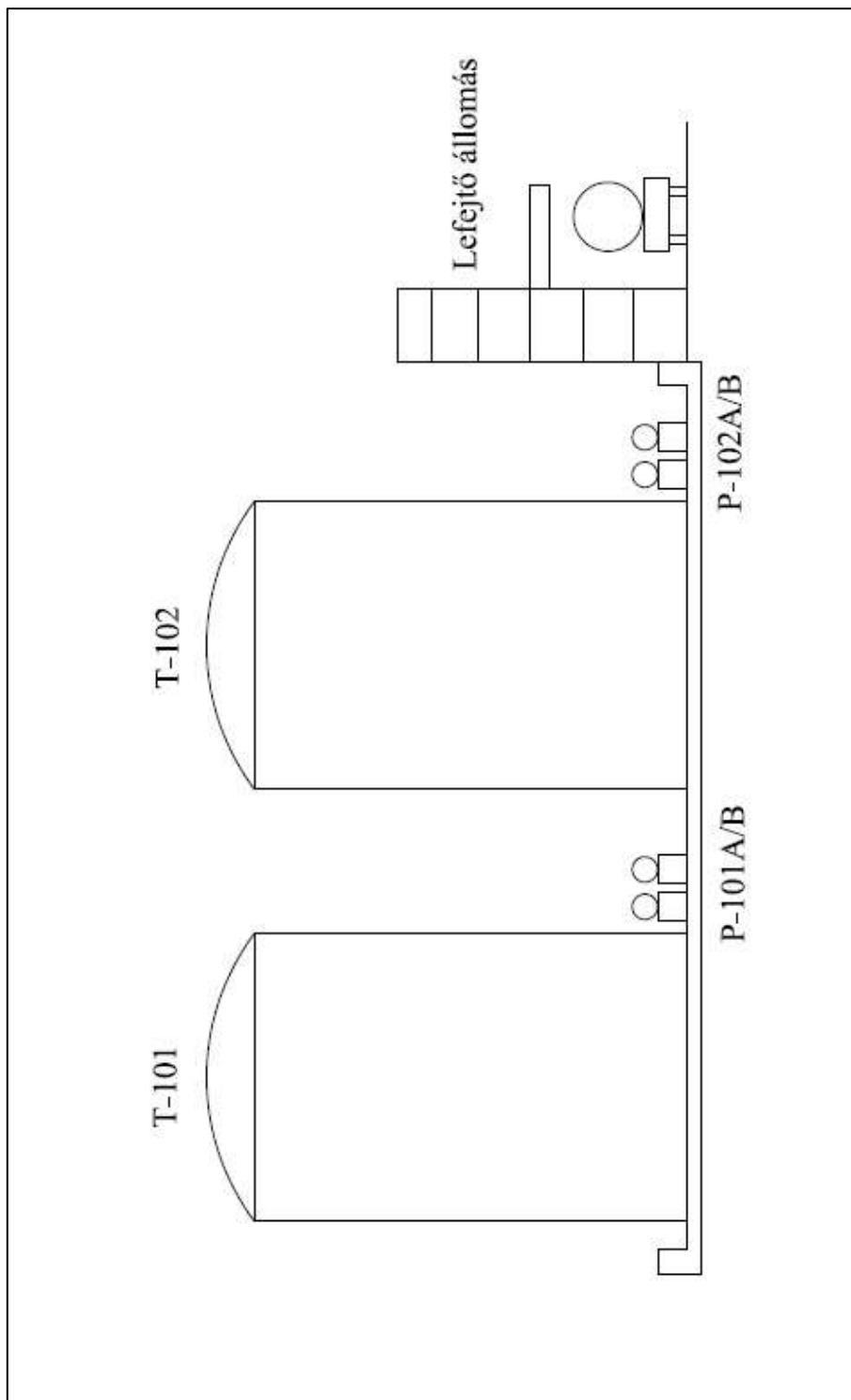
A technológia bemutatása

Az 1. és 2. ábrán látható a robbanásveszélyesség szempontjából vizsgálandó vegyipari technológia, egy benzoltároló tartálypark, közúti lefejtő állomással. A kezelt anyag a távolabb lévő és a vizsgálat által nem érintett, ezért az ábrán sem jelölt üzemszéből érkezik a tartályparkba és a lefejtőhöz. A tartálypark két, azonos benzoltároló tartályból áll, két-két szivattyúpárból, melyek töltik, illetve ürítik a tartályokat, összekötő csővezetékekből, külön körrel a tartály töltéshez, illetve ürítéséhez, valamint egy közúti lefejtőből. A két tartály kármentő medencében került elhelyezésre.

Az alapanyagként felhasznált benzolt két azonos, védőgyűrűs tartályban tárolják (TK-101 és TK-102 pozíciószerűak), melyek külső magassága 15 méter, átmérőjük 10 méter, tárolókapacitásuk 1100 m³. A tartályok gőztere folyamatosan inertizált, nitrogénpárna alkalmazásával. A tartályok és a közúti lefejtő állomás gázinga rendszerrel üzemel. A tartályok töltése a rajzon nem jelölt és a besorolással nem érintett üzemszéből történik a 10001-es számú (az ábrán pirossal jelölt), karimás kötésekkel szerelt csővezetéken keresztül. Ez vezeték tartályonként egy-egy 45 kW teljesítményű, 120 m³/h térfogatáramú szivattyúpár (P-101A/B, P-102A/B) szívócsonkjára csatlakozik, melyek a nyomócsonkokra csatlakozó 10002, illetve 10003 számú (narancssárga), szintén karimás kötésű csővezetékeken keresztül nyomják fel a benzolt a tartályokba. A szivattyúpárok közül egyszerre mindig csak egy üzemel, a másik meleg tartalékot képez. A leürítés hasonló módon szintén egy-egy szivattyúpárral történik a 10004 és 10005 számú (világoskék) karimás kötésű csővezetékeken keresztül. Mindkét leürítő szivattyú (P-103A/B, P-104A/B) teljesítménye 45 kW, térfogatárama 120 m³/h. Leürítés során a szivattyúk segítségével a benzolt a 10006 számú (sötétkék) karimás kötésű vezetékbe kerül, ahonnan az éppen aktuális igények függvényében lehetőség van visszaszállítani az üzembe, vagy a közúti lefejtő állomáson keresztül közúti szállító tartálykocsiba tölteni.



1. ábra A technológia felülnézete



2. ábra A technológia oldalnézete

A robbanásveszélyt okozó anyag bemutatása

A vizsgált technológiában használt benzol (kémiai képlete: C_6H_6) a legegyszerűbb aromás szénhidrogén. Színtelen, jellegzetes szagú folyadék, gyártásának legfőbb alapanyaga a kőolaj. Toxikus, rákkeltő hatású vegyület, így csak zárt technológiában alkalmazható. A GESTIS adatbázis alapján [8] a benzol (CAS szám: 71-43-2) rendkívül gyúlékony, a levegővel megfelelő koncentrációban keveredve robbanásveszélyes keveréket képez. Olvadáspontja $6^\circ C$, forráspontja $80,5^\circ C$, öngyulladás hőmérséklete $555^\circ C$, ez alapján a hőmérsékleti osztálya T1 ($450^\circ C$ feletti), lobbanáspontja $-11^\circ C$. A benzol gázcsoportja (robbanásveszélyességi csoport) IIA, a minimális gyújtási energiája kb. 0,2 mJ, a MESG értéke 0,99 mm.

Az MSZ 9790:1985 „Éghető folyadékok és olvadékok tűzveszélyességi csoportosítása” című szabvány [9] 2. fejezete (Tűzveszélyességi fokozatok) négy tűzveszélyes fokozatot állapít meg:

- I. tűzveszélyességi fokozatba tartozik az az éghető cseppfolyós anyag, amelynek lobbanáspontja $21^\circ C$ alatt van
- II. tűzveszélyességi fokozatba tartozik az az éghető cseppfolyós anyag, amelynek lobbanáspontja legalább $21^\circ C$, de legfeljebb $55^\circ C$
- III. tűzveszélyességi fokozatba tartozik az az éghető cseppfolyós anyag, amelynek lobbanáspontja $55^\circ C$ felett van, de legfeljebb $150^\circ C$
- IV. tűzveszélyességi fokozatba tartozik az az éghető cseppfolyós anyag, amelynek lobbanáspontja $150^\circ C$ -nál magasabb

A fentiek alapján a benzol $-11^\circ C$ –os lobbanásponttal az I. tűzveszélyességi fokozatba tartozik.

Zónabesorolás és gyújtóforrás elemzés

A technológia zónabesorolását az alábbi szabványok alapján végeztem:

MSZ 15633-1:1992 *„Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai, Általános követelmények”* [10]

MSZ 15633-2:1992 *„Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai, Tárolási módok és eszközök”* [11]

MSZ 15633-3:1992 *„Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai, Lefejtő- és töltőállomások”* [12]

MSZ 9910-2:1993 *„Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására, Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások”* [13]

A tartályok belseje a robbanásveszélyes anyag állandó jelenlétének következtében alapvetően Zóna 0-ba tartozik az MSZ 15633-1:1992 szabvány 2.1.1 pontja alapján, azonban a különböző műszaki-biztonsági megoldásoknak köszönhetően vannak enyhítő körülmények. Ugyanezen szabvány 2.6.1 pontja szerint *„Inertizált tartály belseje nem minősül robbanásveszélyes térnek.”* Vagyis a T-101 és T-102 jelű tartályok belső tere a nitrogénpárnás inertizálás következtében nem zóna [10].

A tartály körüli tér alapvetően az MSZ 9910-2:1993 11.2.3. pontja szerint *„A felfogótér határoló falának, sáncának belső szélétől mért 3R, de legfeljebb 15 m távolságig a talajszint feletti tér 0,8 m magasságig 2-es zóna.”* Azonban a 11.3 pont ezt esetünkben felülírja: *„Az MSZ 15633-1 szerint inertizált és teljesen zárt rendszerben üzemelő tartályok körül nincs robbanásveszélyes terület. A felfogótér belseje a felső peremük feletti 0,8 m-ig Zóna 2-nek számítanak.”* [11] Vagyis sem a tartály, sem a tartály körüli terület (amennyiben csak a tartályt, mint kibocsátóforrást vizsgáljuk) nem zóna, kizárólag a felfogótér (ami esetünkben a tartálytest és a védőgyűrű közötti teret jelenti) számít Zóna 2-nek.

A 10001, 10002, 10003, 10004 és 10005 számú csővezetékek belső tere az MSZ 15633-1: 1992 szabvány 2.4.1. pontja („*Csővezetékek, szerelvényeik és berendezésrészek belső tere, amely nincs állandóan folyadékkal feltöltve, a 0-s zónába tartozik.*”) [10], valamint az MSZ 15633-2:1992 szabvány 4.1.1 pontja („*Az I. és II. tűzveszélyességi fokozatú folyadékokat tároló szállítóedények belseje a 0-s zónába tartozik.*”) [11] alapján Zóna 0-nak minősül. A csővezetékek körüli térről az MSZ 15633-2:1992 szabvány 4.1.4. pontja rendelkezik: „*Az I. és II. tűzveszélyességi fokozatú folyadékot tartalmazó szállítóedények felfogótére körüli 5 m távolság a szállítóedények feletti 0,8 m magasságig 2-es zónába tartozik. Ha a felfogótérre nincs szükség, akkor az 5 m-es távolságot a szállítóedények, illetve szállítócsoportok szélétől kell mérni.*” [11] Vagyis esetünkben a csövek környezetében ennek megfelelően alakul a Zóna 2-es tér.

A szivattyúk besorolása az MSZ 15633-1: 1992 szabvány 2.4.3 pontja („*A szabadban elhelyezett szivattyúk és az üzemszerűen oldható csőkötések körüli tér az 1. diagram szerinti R_a távolságban 1-es zóna a szivattyútesttől, illetve a csőkötés helyétől mérve. A tér a talaj szintjéig kiterjed.*”) [10]. A szivattyúk térfogatárama 120 m³/h, így a szabványban ábrázolt 1. diagram alapján az R_a távolság 1 méter.

A lefejtő állomás besorolása az MSZ 15633-3:1992 szabvány 6.1.1 pontja alapján: „*Vasúti tartálykocsi, közúti tartályos jármű tartályainak, valamint tankkonténertartályok (továbbiakban tartályok) töltésekor a tartály körvonala körüli térséget 1 m-es távolságig 1-es zónába kell sorolni, kivéve ha a táblázat szerint elegendő a 0,5 m-es távolság. Ez a tér a terepszintig terjed.*” Ezen esetünkben enyhít a 6.1.4. pont: „*Azoknál a tartályoknál, ahol a töltés alatt kiszorított gáz-levegő elegyet zárt rendszerben (MSZ 15633-1) vezetik el, a 6.1.1. szakasztól eltérően a tartály körvonala körüli tér csak 0,5 m távolságig számít 1-es zónának.*” [12] Ezen felül a 6.1.5. pont alapján az 1-es zónán 1,5 méterrel túlnyúló tér 2-es zónának minősül.

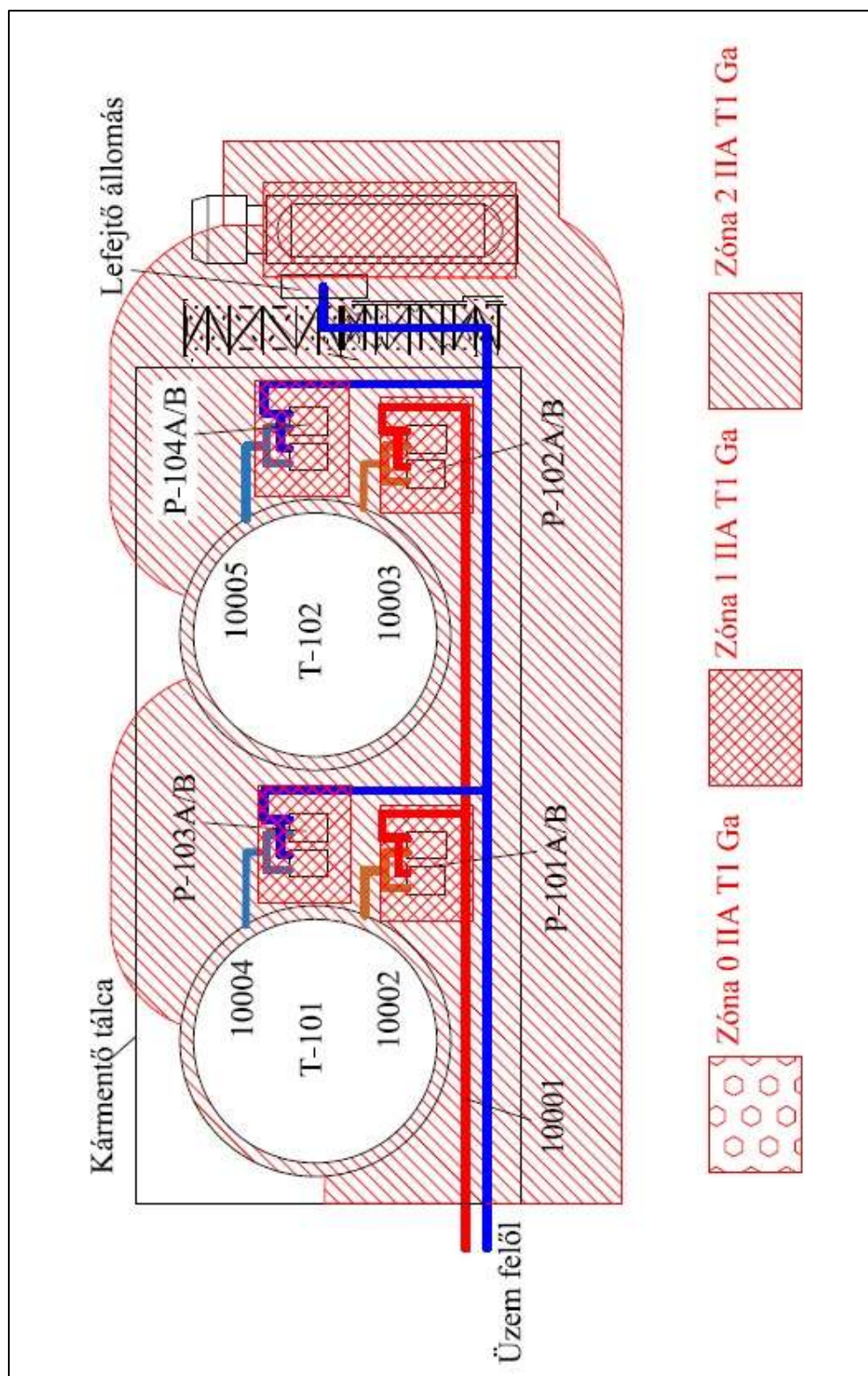
Ennek megfelelően a zónabesorolás által érintett technológia minimális műszaki követelményei az alábbiak:

Zóna 0 IIA T1 Ga

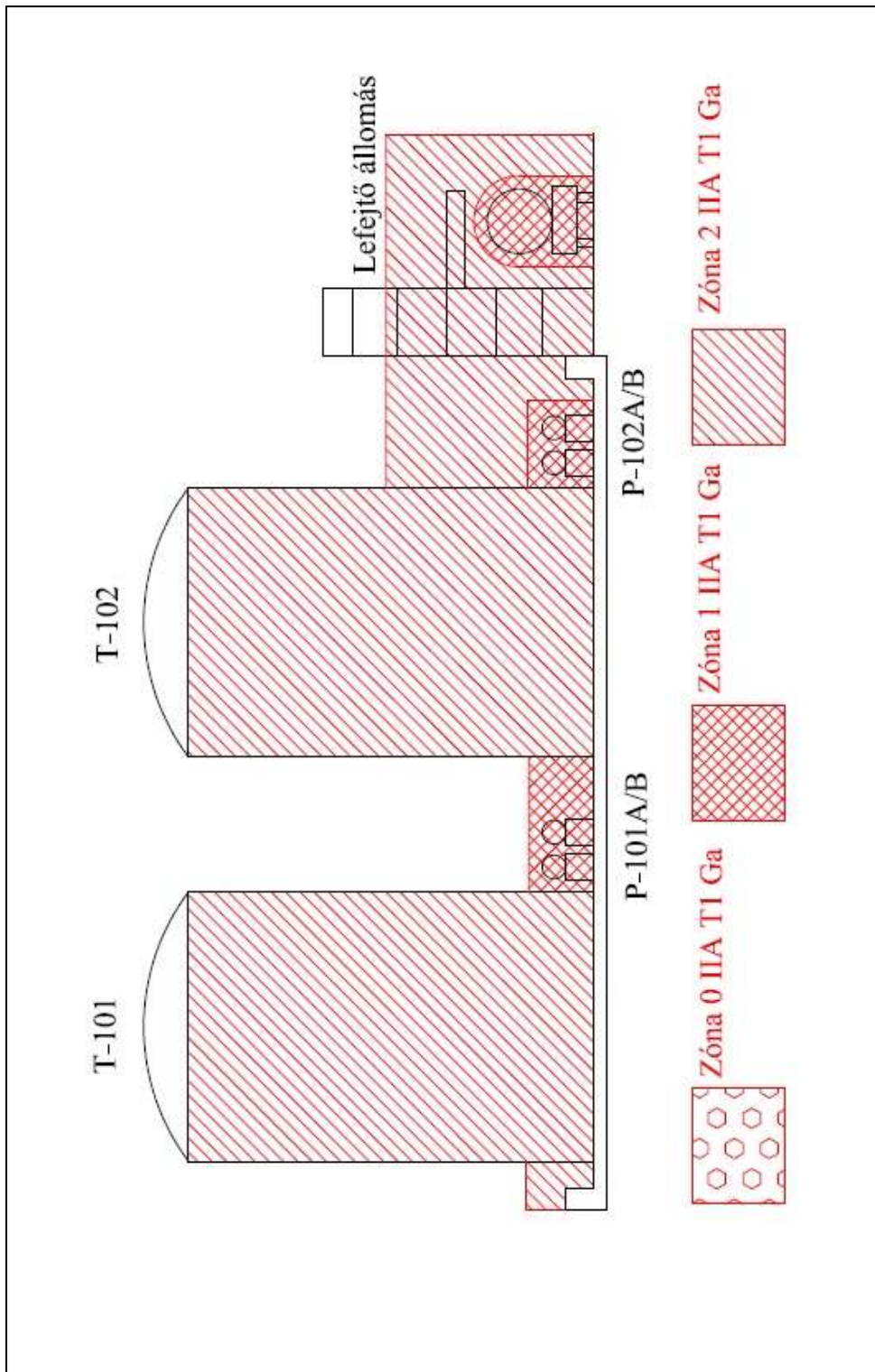
Zóna 1 IIA T1 Gb

Zóna 2 IIA T1 Gc

A fentiek alapján elkészített zónabesorolást a 3. és 4. ábra mutatja.



3. ábra A zónabesorolás felülnézetből



4. ábra A zónabesorolás oldalnézetből

Az MSZ EN 1127-1: 2019 „*Robbanóképes közegek, Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem, Alapelvek és módszertan*” című szabvány [4] által azonosított 13 gyújtóforrás közül a zónabesorolással érintett technológiában az alábbiak relevánsak:

- Forró felületek: a szivattyúk esetleges túlmelegedése esetén, valamint javasolt a lefejtő állomáson a gépjármű motorjának leállítása a lefejtés előtt.
- Mechanikai eredetű szikrák: elsősorban karbantartás során a különféle szerszámok használatakor.
- Villamos gyártmányok: a szivattyúk nem megfelelő kiválasztása, szerelése, üzemeltetése esetén.
- Sztatikus elektromosság: a megfelelő védő-összekötésekről és földelésekről gondoskodni kell.
- Villámcsapás és túlfeszültség: megfelelő villámvédelmi rendszer, illetve a szivattyúk betáp-elosztójában megfelelő túlfeszültségvédelem kiépítése szükséges.

Összegzés

Szakdolgozatom témája egy benzoltároló tartálypark és közúti lefejtő állomás zónabesorolása volt. A tartálypark két, azonos benzoltároló tartályból áll, két-két szivattyúpárból, melyek töltik, illetve ürítik a tartályokat, összekötő csővezetékekből, külön körrel a tartály töltéshez, illetve ürítéséhez, valamint egy közúti lefejtő állomásból.

Dolgozatomban bemutattam a robbanás elleni védekezés alapelveit, a zónabesorolás elkészítésének szükségességét eldöntő előírásokat, a különböző zónákat, majd a kockázati paramétereket, melyek az adott zónában robbanást okozhatnak. Bemutattam a villamos és nem villamos védelmi módokat, majd a besorolandó technológiát. Ezután pedig elvégeztem a zónabesorolást, amit ábrákkal illusztráltam.

Summary

The issue of my thesis work was an explosive area classification. The analysed plant was a benzene tank park with a road unloading station. There are two, same tank in the tank park with two-two pump pair, which load and unload the tanks. There are different pipelines for the loading circuit and the unloading circuit. And there is a road unloading station.

In my thesis work I gave an overview about the basic principles of explosion protection and the explosive area classification. I wrote about the explosion zones and the risk factors, which can cause explosion in the zones. After I introduced the classified benzene tank park and unloading technology, then I made the area classification, that I illustrated with figures.

Táblázat- és ábrajegyzék

1. táblázat *A robbanásveszély mértékének határértékei zárt technológia esetén [1]*
2. táblázat *A robbanásveszély mértékének határértékei szabadtéri technológia esetén [1]*
3. táblázat *Gyúlékony gázokra, gőzökre, ködökre vonatkozó zónák [3]*
4. táblázat *Porokra vonatkozó zónák [3]*
5. táblázat *Kibocsátási fokozatok [3]*
6. táblázat *Hőmérsékleti osztályok*
7. táblázat *Gázcsoportok*
1. ábra *A technológia felülnézete*
2. ábra *A technológia oldalnézete*
3. ábra *A zónabesorolás felülnézetből*
4. ábra *A zónabesorolás oldalnézetből*

Irodalom- és szabványjegyzék

[1] Tűzvédelmi Műszaki Irányelv

[2] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

[3] Veress Árpád – Robbanásbiztonság-technikai kompetenciaeltár, 2022

[4] MSZ EN 1127-1:2019 „*Robbanóképes közegek, Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem, Alapelvek és módszertan*”

[5] MSZ EN 60079 szabványsorozat „*Robbanóképes közegek*”

[6] MSZ EN ISO 80079-36:2016 „*Robbanóképes közegek, Robbanóképes közegekben használt nem villamos berendezések*”

[7] MSZ EN ISO 80079-37:2016 „*Robbanóképes közegek, Robbanóképes közegekben használt nem villamos berendezések*”

[8] GESTIS adatbázis (<http://gestis-database.dguv.de>)

[9] MSZ 9790:1985 „*Éghető folyadékok és olvadékok tűzveszélyességi csoportosítása*”

[10] MSZ 15633-1:1992 „*Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai, Általános követelmények*”

[11] MSZ 15633-2:1992 „*Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai, Tárolási módok és eszközök*”

[12] MSZ 15633-3:1992 „*Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai, Lefejtő- és töltőállomások*”

[13] MSZ 9910-2:1993 „*Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására, Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások*”