



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Biztonságtudományi és Kibervédelmi Intézet



SZAKDOLGOZAT

OE-BGK
2025.

Hallgató neve: Kóvári Szabolcs Krisztián
Hallgató törzskönyvi száma: T011340/FI12904/B



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Biztonságtudományi és Kibervédelmi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kővári Szabolcs Krisztián

Szaktervezési szám: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T011340/FI12904/B

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: biztonságtechnikai mérnöki

Specializáció: biztonságtechnikai mérnöki - biztonságtechnikai

A dolgozat címe: Szerverterem védelme beépített FK-5-1-12 gázzal oltó rendszerrel

A dolgozat címe angolul: Server Room Protection with a Built-in FK-5-1-12 Gas Extinguishing System

A feladat részletezése:

1. Beépített gázzal oltó berendezésekre vonatkozó szabványok és jogszabályok.
2. Oltógázok ismertetése.
3. Védelmi megoldások összehasonlítása.
4. FK-5-1-12 típusú gázzal oltó berendezés felépítése és működése.
5. Egy konkrét szerverterem FK-5-1-12 gázzal oltó berendezéssel történő védelemének kialakítása.

Intézményi konzulens neve: Mohai Ágota Zsuzsanna

Külső konzulens neve: Sipeki Gábor

Munkahelye: Pentolt Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2027. 12. 15.

Beadási határidő: 2025. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2025. 10. 27.



[Signature]
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom. 2025. 12. 15.

[Signature]
belső konzulens

[Signature]
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott **Kővári Szabolcs Krisztián** [REDACTED] hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2025. december 15.

hallgató aláírása

Szerverterem védelme

beépített FK-5-1-12 gázzal oltó rendszerrel

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	1
1. OLTÓGÁZOK ISMERTETÉSE.....	3
1.1. Oltógázok történelme	3
1.2. Oltógázok használatával kapcsolatos klímaegyezmények	4
1.2.1. Montreáli jegyzőkönyv.....	4
1.2.2. Kiotói Jegyzőkönyv	4
1.3. Oltógáz típusok	5
1.3.1. Kémiai „clean agent” (tiszta oltóanyag) berendezések	6
1.3.2. Halon alapú tűzoltó berendezések.....	6
1.3.3. Szén-dioxid (CO ₂) tűzoltó berendezések.....	6
1.3.4. Inert gázos tűzoltó berendezések	7
2. VÉDELMI MEGOLDÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	8
2.1. IG-55 oltógáz	8
2.1.1. A gáz tulajdonságai	8
2.1.2. Rendszer elemei	9
2.2. FK-5-1-12 oltógáz	9
2.2.1. A gáz tulajdonságai	9
2.2.2. Rendszer elemei	10
2.3. IG-55 és FK-5-1-12 összehasonlítása	11
2.3.1. Oltási mechanizmus alapján	11
2.3.2. Személyi biztonság szempontjából	11
2.3.3. Rendszertervezés és nyomásviszonyok.....	11
3. BEÉPÍTETT GÁZZAL OLTÓ BERENDEZÉSEKRE VONATKOZÓ	

SZABVÁNYOK ÉS JOGSZABÁLYOK	13
3.1. Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ)	13
3.2. Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (TvMI)	13
3.2.1. Beépített tűzjelző berendezés tervezése, telepítése	14
3.2.2. Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése	14
3.3. NFPA 2001 szabvány	14
3.4. MSZ EN 15004-1 Beépített tűzoltó berendezések- Gázzal oltó berendezések	15
4. FK-5-1-12 TÍPUSÚ GÁZZAL OLTÓ BERENDEZÉS FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE	16
4.1. Gázzal oltó berendezés fő funkciója	16
4.2. Működési folyamat	17
4.3. Érzékelő-, indító- és vezérlőrendszerek	17
4.4. Automatikus érzékelés	18
4.4.1. Automatikus érzékelők	18
4.4.2. Indítási feltételek	19
4.5. Kézi működtetés	19
4.5.1. Oltást befolyásoló eszközök	19
4.5.2. Leállító / tiltó eszközök	20
4.5.3. Megjelenésük	20
4.6. Oltásvezérlő központ	21
4.7. Jelölések	22
4.8. Jelző- és riasztóberendezések	22
4.9. Túlnyomáslevezetés	23
4.10. Oltópalack általános előírása	24
4.10.1. Oltópalack jelölése	24

4.10.2.	Tervezési előírások	24
4.11.	FK-5-1-12 oltópalack elemei	24
4.11.1.	Üzemeltetési hőmérséklet	24
4.11.2.	Oltószelep.....	25
4.11.3.	Oltást indító szelep	26
4.11.4.	Kisülési nyomáskapcsoló	27
4.12.	Oltógáz elosztása	27
4.12.1.	Csőhálózat	27
4.12.2.	FK-5-1-12 csővezeték telepítési előírások.....	28
4.12.3.	Szelepek	28
4.12.4.	Fúvókák.....	28
4.12.5.	FK-5-1-12 fúvóka leírás.....	29
4.12.6.	Szűrők	30
5.	EGY KONKRÉT SZERVERTEREM FK-5-1-12 GÁZZAL OLTÓ BERENDEZÉssel történő védelmének kialakítása	31
5.1.	Kiindulási adatok	31
5.1.1.	Létesítés oka	31
5.1.2.	Információk bekérése	31
5.1.3.	Helyszíni bejárás	32
5.2.	Légtömörségmérés	34
5.2.1.	Előkészítés	34
5.2.2.	Légtömörségmérő berendezés részegységei.....	35
5.2.3.	Installáció folyamata	36
5.2.4.	Mérési folyamat	37
5.2.5.	Légtömörségmérés és nyomásvizsgálati eredmények összefoglalása	38

5.2.6.	Összegzés.....	38
5.3.	Beépített gázzal oltóberendezés megtervezése	39
5.3.1.	Helyiséggel kapcsolatos információk.....	39
5.3.2.	Tervezői program.....	40
5.3.3.	A tervezett rendszer működési elve	42
5.3.4.	Tűzérzékelés, oltás indítás módja és vezérlési módok.....	42
5.3.5.	Biztonsági előírások	43
5.3.6.	A berendezés részegységeinek, elemeinek elhelyezése	43
5.3.7.	A vezetékezés jellemzői, tűzhatás elleni védelem szükségessége	44
5.3.8.	A berendezés felügyelete, biztonságos működésének megoldása	45
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	46
	SUMMARY	48
	HIVATKOZÁSJEGYZÉK	50
	ÁBRAJEGYZÉK	53
	KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	54
	MELLÉKLETEK.....	55

BEVEZETÉS

Az informatikai rendszerek, adatközpontok és szerverhelyiségek biztonságos üzemeltetése ma már alapvető követelmény egy vállalati működésben. Ezekben a terekben nemcsak nagy értékű hardver berendezések találhatók, hanem olyan üzletileg kritikus adatok is, amelyek elvesztése vagy sérülése jelentős anyagi kárt és akár működésképtelenséget okozhat. Hagyományos tűzoltási módok, mint például a víz, hab vagy por ilyen környezetben nem alkalmazhatók kockázat nélkül, mivel sokszor nagyobb kárt okoznának a berendezésekben, mint maga a tűz. Erre nyújtanak megoldást a gázzal oltó berendezések, amelyek képesek gyorsan, maradékanyag nélküli oltást biztosítani, miközben kímélik az eszközöket.

A dolgozatban egyrészt bemutatom az oltógázok történeti hátterét, a főbb nemzetközi klímaegyezményeket (Montreáli és Kiotói Jegyzőkönyv), valamint az egyes oltógáztípusok külön kiemelve az IG-55 és az FK-5-1-12 tulajdonságait, előnyeit és korlátait. Másrészt részletesen ismertetem a hazai és nemzetközi szabványi hátteret, különös tekintettel az OTSZ-re, a TvMI-kre, az MSZ EN 15004 szabványsorozatra és az NFPA 2001 előírásaira. [1] [2] [3] [4]

A dolgozat gyakorlati részében egy irodaház szerverterének védelmére tervezett FK-5-1-12 gázzal oltó berendezés kialakítását mutatom be. A tervezés a helyszíni felmérésre, az építészeti és gépészeti adatokra, a légtömörségmérés eredményeire, valamint a Fike gyártói tervezőprogramjának számításaira támaszkodik. Én a Fike Flow Calculation Version 3.0.9.0-át fogom használni, amely a Fike gyártmányú oltóberendezések csőhálózatának áramlástani modellezésére és dokumentálására szolgál. Ezenfelül részletesen ismertetem az oltóberendezés fő szerelemeit, az érzékelési és indítási folyamatot, a vezérléseket, a vezetékezés és tartalék tápellátás követelményeit, valamint a felügyelet és üzemeltetés megoldását. [5]

Összességében a szakdolgozat célja annak bemutatása, hogy a jogszabályi és szabványi

követelmények, a környezetvédelmi elvárások és a gyakorlati mérnöki szempontok egyszerre figyelembevételével hogyan alakítható ki egy olyan beépített gázzal oltó berendezés, amely megfelel a biztonsági előírásoknak, védi a nagy értékű informatikai eszközöket, és közben a bent tartózkodók biztonságát is garantálja.

1. OLTÓGÁZOK ISMERTETÉSE

Az első fejezetben azt a célt tűztem ki, hogy áttekintsem a gázzal oltó berendezésekben alkalmazott oltógázok történeti és szabályozási hátterét, valamint főbb típusait. A fejezet elején bemutatom, hogyan jutottunk el a szén-dioxid és a halon alapú rendszerektől a mai tiszta oltóanyagú és inert gázos megoldásokig, és milyen szerepet játszottak ebben a nemzetközi klímaegyezmények, amelyek közül elsősorban a Montreáli és a Kiotói Jegyzőkönyvet vettem alapul. Ezután rendszerezem az oltógázok fő csoportjait: a kémiai tiszta oltóanyagokat, a halonokat, a szén-dioxid berendezéseket és az inert gázos berendezéseket. A fejezet célja, hogy bemutassa, milyen műszaki, környezeti és egészségvédelmi szempontok befolyásolják az egyes oltóanyagok alkalmazását, és megalapozza a későbbi fejezetekben részletesen tárgyalt FK-5-1-12 és IG-55 oltógázok összehasonlítását. [6] [7]

1.1. Oltógázok történelme

A 20. század első felében a szén-dioxid számított a legelterjedtebb, tiszta és száraz gázoltóanyagnak, mivel ipari méretekben ez volt széles körben hozzáférhető. A hatvanas évek végén megjelentek a halonok, köztük a Halon 1301, amelyek gyorsan teret nyertek a teljes elárasztásos berendezésekben, még időszakosan lakott helyiségekben is, ahol a CO₂ életvédelmi kockázatai nem voltak elfogadhatók. A nyolcvanas évek közepére megerősödtek az ózonréteg-károsító hatásra utaló bizonyítékok, ami a Montreáli Jegyzőkönyv 1987-es elfogadásához és a halonok gyártásának fokozatos megszüntetéséhez vezetett a fejlett országokban. Az Egyesült Államokban a jogszabályi módosítások 1994-től tiltják az új halon gyártását és importját; a meglévő berendezések üzemelhetnek újrahasznosított töltettel. Mindez felgyorsította a „clean agent”¹ alternatívák fejlesztését; ezek körét és alkalmazási feltételeit a NFPA 2001 szabvány

¹ Clean Agent- tiszta oltóanyag- elektromosan nem vezető, illékony vagy gáznemű oltóanyag, amely nem hagy maradékot az oltás után [1]

rögzíti. [1] Az oltógázok használatával kapcsolatos szabályozások létrejöttét két kiemelkedően fontos egyezménynek köszönhetjük. Az egyik a már említett Montreáli Jegyzőkönyv a másik pedig a Kiotói Jegyzőkönyv. Az előbbi ózonkárosító gázok korlátozásáról szól, az utóbbi pedig üvegházhatású gázok kibocsátásának korlátozásáról szól. A továbbiakban kifejtem részletesen is külön-külön. [6] [8] [7] [7] [6]

1.2. Oltógázok használatával kapcsolatos klímaegyezmények

1.2.1. Montreáli jegyzőkönyv

A Montreáli Jegyzőkönyvet [6] 1987. szeptember 16-án Montrealban (Kanada) fogadták el, az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP²) szervezésében. 24 ország és az Európai közösség írta alá. Az UNEP 1977 óta koordinálja az ózonréteg védelmével kapcsolatos nemzetközi kutatásokat és tárgyalásokat. A Montreáli Jegyzőkönyv célja, hogy visszaszorítsák az ózonkárosító anyagok termelését és felhasználását, annak érdekében, hogy a globális felmelegedés okozta éghajlatváltozást enyhítsék. 1989-es hatályba lépése óta többször is módosították. Egyik legfontosabb módosította kigali volt, amely a hidro-flour-szénhidrogének visszaszorítását célozza meg. Főbb pontjai közé tartozik a szabályozás, fejlődő országok helyzete, adat bekérések és az egyezmény be nem tartásának következményei. Műszaki szempontból technikai segítségnyújtási kérelmet nyújthatnak be az adott gázokat felhasználó országok a titkárság felé. A tűzoltó gázok használatának szempontjából az addig használt oltógázokat (Halon-1211, Halon-1301, Halon-2402) a fejlett országokban 1994-től kezdődően, míg a fejlődő országokban csak 2010-ben kezdték kivezetni. [6]

1.2.2. Kiotói Jegyzőkönyv

A Kiotói Jegyzőkönyv [7] az Egyesült Nemzetek Éghajlatváltozási Keretegyezmény

² UNEP- United Nations Environment Programme- ENSZ Környezetvédelmi Program

(UNFCCC³) keretein belül fogadták el 1997. december 11-én és 2005-ben lépett életbe. Két kötelezettségi időszakot jegyeztek fel:

- Az elő időszak alatt (2008-2012) a jegyzőkönyvet aláírók vállalták, hogy az 1990-es kibocsátáshoz képest az üveghatású gázokat (ÜHG) 5%-al (az EU tagállamai 8%-ot vállaltak) csökkentik.
- A második időszakban (2013-2020), pedig 20%-os csökkentésben állapították meg. Célja ezenfelül, hogy a kibocsátás kereskedelem, projekt elvégzés és a tiszta gázok használatát a nem aláíró feleknél is fejleszteni kell.

Az oltógázok tekintetében a Kiotói Jegyzőkönyv 6 gázt (CO₂, CH₄, N₂O, HFC-k, PFC-k) célzott meg, mint korlátozandók, amelyből a legfontosabb HFC és PFC komponensek. Ezeket a gázokat halonok helyettesítőjeként alkalmazták. A fő probléma velük, hogy annak ellenére, hogy nincs ózonkárosító hatásuk, meglehetősen üvegházhatásúak. Szükségessé vált tehát új alternatívák keresése. [7]

1.3. Oltógáz típusok

Nem minden tűzoltó berendezés használ gázt a tűz eloltásához. A vízzel, porral vagy habbal működő tűzoltó rendszerekkel ellentétben a gázalapú oltóberendezések úgy képesek elfojtani a tüzet, hogy közben nem károsítják a berendezéseket. Vannak olyan gázos oltóberendezések is, amelyek egyáltalán nem igényelnek takarítást az elműködésük után. Számos különböző gáz alkalmazható tűz oltására. Két nagy csoportra lehet osztani az oltógázokat. Az egyik a passzív gázok, amelybe beletartozik például a szén-dioxid (CO₂) és más inert gázok, másik csoport pedig az aktív gázok, mint például a halonok, HFC gázok és az úgynevezett tiszta oltóanyagok (clean agents). Az alábbiakban mindegyik gázalapú tűzoltó rendszer tulajdonságait, előnyeit és hátrányait ismertetni fogom. Részletesen összehasonlítani, pedig az FK-5-1-12-es oltógázt és az IG-55 fogom. [9] [10]

³UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change- Éghajlatváltozási Keretegyezmény az Egyesült Nemzetek Szervezete alatt

1.3.1. Kémiai „clean agent” (tisztá oltóanyag) berendezések

A „clean agent” az olyan maradékmentes oltóanyagot jelöl, amely kibocsátás után nem hagy lerakódást, tiszta, és elektromosan nem vezető közegként alkalmas érzékeny berendezések védelmére. Ide tartoznak például az HFC-227ea/FM-200 és az FK-5-1-12. Ezeket kifejezetten olyan terekben alkalmazzák, ahol a berendezés védelem elsődleges (szerverhelyiségek, vezérlőtermek, villamos elosztók), és ahol az oltást követően a takarítás minimalizálása fontos. Az alkalmazhatóságot tervezési koncentráció és tartózkodási feltételek korlátozzák: állandó személyzettel rendelkező tér esetén a megengedett szintet az egészségügyi határértékek (NOAEL/LOAEL) határozzák meg. Környezeti oldalról közös jellemző, hogy ózonkárosító potenciáljuk (ODP) nulla; a globális felmelegedési potenciál (GWP) viszont anyagfüggő (egy részük magasabb, másoké alacsony), ami a szabályozási és üzemeltetési döntéseket befolyásolhatja. [1]

1.3.2. Halon alapú tűzoltó berendezések

A tisztá oltóanyagok és az inert gázok elterjedése előtt a halon alapú rendszerek voltak használatban. A halon sok tekintetben hasonló előnyöket nyújt, mint a fenti anyagok: inert, kíméli a berendezéseket, és hatékony az A, B és C osztályú tüzek ellen. A halonról azonban bebizonyosodott, hogy károsítja az ózonréteget. Emiatt a Montreali Jegyzőkönyv [6] 1989-ben betiltotta. Bár egyes régi rendszerekben még előfordulhat halon, az elmúlt 20 évben gyártott tűzoltó rendszerek nagy valószínűséggel már nem tartalmazzák ezt a gázt. [5] [6]

1.3.3. Szén-dioxid (CO₂) tűzoltó berendezések

A szén-dioxid szintén gyakori oltógáz. A tisztá oltóanyagokhoz hasonlóan a CO₂-t sem kell feltakarítani a kiürítés után. Emellett elektromosan nem vezető gáz, ezért vezetőképes berendezések oltására is alkalmazható, ha a személyi biztonság és a berendezés védelme szempontjából megfelelő feltételek adóttak. A tisztá oltóanyagoktól eltérően azonban a szén-dioxid nem hőelvonással, hanem az oxigén kiszorításával olt. Ez nagyon fontos különbség, mert emiatt a szén-dioxid nem alkalmazható olyan terekben, ahol állandó jelleggel személyzet tartózkodik, mivel az oxigén kiszorítása fulladást okozhat. Nagy

koncentrációban a CO₂ nemcsak az oxigén kiszorítása, hanem közvetlen élettani hatásai miatt is veszélyes: zavarja a légzésszabályozást, fejfájást, szédülést és eszméletvesztést okozhat. Ha CO₂-berendezést üzemeltetnek, és az működésbe lép, a területet teljesen ki kell szellőztetni, és csak ezután biztonságos a személyzet számára a kárfelmérés. Ennek megfelelően az ilyen rendszereknél részletes kiürítési és visszatérési eljárásokat írnak elő, figyelmeztető jelzésekkel és időzített késleltetésekkel, hogy a helyiségben tartózkodók biztonságosan el tudják hagyni a teret. A gázzal oltó berendezésekben a CO₂-t jellemzően nagy nyomáson, közel környezeti hőmérsékleten tárolt palackokban tartják cseppfolyós halmazállapotban. A berendezés működése során gyors nyomásesés történik, és a folyadék egy része szárazjéggé fagy, ami a védett térben lévő berendezésekben komoly kárt okozhat, másik része pedig gázzá alakul, amely az oxigén kiszorításával olt. Korlátai ellenére a CO₂-nak több fontos előnye van: széles körben hozzáférhető és költséghatékony. Vagyis egy kiürítés után könnyen és olcsón utántölthető. Ezért megfelelő választás lehet, ha a berendezés élettartama alatt többször is előfordulhat tűzesemény – például szikraforgácsoló (EDM⁴) gépek esetén, amelyek védelmét gyakran nagy nyomású CO₂-rendszerrel oldják meg. [10] [11]

1.3.4. Inert gázos tűzoltó berendezések

Az inert gázok a szén-dioxidhoz hasonló elven működnek: annyira csökkentik az oxigénszintet, hogy megszűnjön az égés. A CO₂-től eltérően azonban az inert gázok lakott terekben is biztonságosnak tekinthetők, mert az oxigénszintet nem csökkentik olyan mértékben, hogy fulladást okozzanak. Tipikus inert oltógáz az Inergen, amely 52% nitrogénből, 40% argonból és 8% szén-dioxidból áll. Szintén elterjedt inert gázkeverék az Argonite, amely 50% argont és 50% nitrogént tartalmaz. Az inert gázos rendszerek a „clean agent” (tisztá oltóanyagú) rendszerek közé is sorolhatók, és az következő előnyöket nyújtják: emberre nézve biztonságosak, kíméletesek a berendezésekkel, nem károsítják az ózonréteget és nem járulnak hozzá a globális felmelegedéshez. [10]

⁴ EDM- Electrical Discharge Machining- elektromos szikraforgácsolás

2. VÉDELMI MEGOLDÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A dolgozat következő részében két, gyakorlatban is széles körben alkalmazott gázzal oltó berendezés az IG-55 inert gázkeverék és az FK-5-1-12 kémiai oltóanyag összehasonlítására kerül sor. A cél annak bemutatása, hogy a két oltógáz milyen műszaki, biztonsági és üzemeltetési sajátosságokkal rendelkezik, és ezek közül mely szempontok bírnak kiemelt jelentőséggel olyan terek védelme esetén, mint például a szerverhelyiségek, villamos elosztók vagy egyéb informatikai helyiségek. A fejezetben először külön-külön kerül ismertetésre az IG-55 és az FK-5-1-12 oltóanyag tulajdonsága, rendszertechnikai jellemzői, majd ezt követően több szempont (oltási mechanizmus, személyi biztonság, rendszertervezés és nyomásviszonyok, helyigény) mentén történik a két megoldás közvetlen összehasonlítása.

2.1. IG-55 oltógáz

2.1.1. A gáz tulajdonságai

Az IG-55 (N_2/Ar) oltógáz színtelen, szagtalan, elektromosan nem vezető gáz, amelynek sűrűsége megközelítőleg megegyezik a levegőével. Az inert gázkeverék, amely névlegesen 50 % argonból és 50 % nitrogénből áll. Az IG-55 kiáramlása által okozott, személyzetet érintő bármely veszélyt figyelembe kell venni a rendszer tervezésekor. A fő veszély például maga az oltóanyag az oxigénszint csökkentésén keresztül és a tűz égéstermékei. Élettani hatások szempontjából a nem észlelt kedvezőtlen hatás szintje (NOAEL) 43 térfogat%, ami kb. 12% O_2 - szintnek felel meg, ami nem jár kedvezőtlen hatással egészséges felnőtteknél. A legalacsonyabb észlelt kedvezőtlen hatás szintje (LOAEL⁵) 52 térfogat%, ez pedig 10% O_2 -nek felel meg. Ezen információk alapján olyan helyiségekben, ahol 43% NOAEL⁶ érték a megengedett, mivel efelett már csak nagyon

⁵ NOAEL – No Observed Adverse Effect Level – Nem észlelt kedvezőtlen hatás szintje

⁶ LOAEL – Lowest Observed Adverse Effect Level – Legalacsonyabb észlelt kedvezőtlen hatás szintje

rövid expozíció és azonnali kiürítés lehetséges. Alapvetően az oltóberendezés elműködése után szükséges az oltógáz kiszellőztetése, tehát a védendő helyiségbe elszívó berendezés telepítése ajánlott és mivel az oltógáz a környezetre gyakorolt hatás szempontjából a GWP (globális felmelegedési potenciál) és az ODP (ózon lebontási potenciál) 0 értékű, ezáltal nem veszélyes a környezetre. [12] [13]

2.1.2. Rendszerelemei

Az IG-55 töltőgázzal működő oltóberendezés kritikus tervezési tényezője a hőmérsékletfüggő palacknyomás. A szabvány [13] szerint 15 °C-on a töltőnyomás a névleges nyomással egyezik (150/200/300 bar), míg 50 °C-on a megengedett maximális üzemi nyomások 178/240/366 bar. Ebből következik, hogy a rendszert a legkedvezőtlenebb várható hőmérsékletre kell méretezni, és biztosítani kell, hogy a palack, szerelvények és a csőhálózat minősítése ezeket a nyomásokat biztonsággal elviselje. A telepítési környezet hőterhelését (szellőzés, árnyékolás, elhelyezés) úgy kell kialakítani, hogy a palack ne lépje túl az előírt határértékeket. Más névleges nyomás is alkalmazható, de ilyenkor a minimális tervezési nyomást külön meg kell határozni. [12] [13]

2.2. FK-5-1-12 oltógáz

2.2.1. A gáz tulajdonságai

Az FK-5-1-12 tiszta, színtelen, csaknem szagtalan, elektromosan nem vezető oltóanyag, amelynek sűrűsége megközelítőleg 11-szerese a levegőének. Az égést elsősorban fizikai úton (hőelvonás), részben kémiai úton oltja. A rendszer tervezésekor számolni kell a lehetséges veszélyekkel, ilyen például maga az oltóanyag, a tűz égéstermékei és az oltóanyag bomlástermékei tűzhatás esetén. Toxikológiai határértékeket tekintve NOAEL = 10 térf.%, LOAEL > 10 térf.%, továbbá 4 h LC₅₀ > 10 térf.%⁷. Következésképp tartósan

⁷ LC₅₀- Az LC₅₀ annak a koncentrációnak felel meg, amely a kísérleti patkányok 50%-át elpusztítja egy 4 órás expozíció során.

ott tartózkodók esetében a tartós/tervezett koncentrációt legfeljebb a 10%-os NOAEL alatt szabad megengedni, e fölött csak nagyon rövid expozíció és azonnali kiürítés fogadható el. Az FK-5-1-12 kémiai felépítése miatt a PFAS⁸-anyagok közé tartozik: teljesen fluorozott, hat szénatomos lánc több –CF₃ és –CF₂ csoportot tartalmaz, ezért beleillik abba a PFAS-definícióba, amelyet az OECD⁹ és az európai hatóságok használnak. Mivel így PFAS-ként kezelik, az általános tűz- és munkavédelmi előírásokon felül az EU REACH-rendszerében¹⁰ készülő, a PFAS-ok teljes csoportjára vonatkozó korlátozási szabályok is érintik. A GWP alacsony szintű, míg a ODP 0 értékű. [14] [15] [16]

2.2.2. Rendszerelemei

Az FK-5-1-12-vel működő rendszerek névleges üzemnyomásai 25 / 34,5 / 42 / 50 bar (nitrogén előhajtó gázzal). E technológiánál a kritikus tervezési tényező a töltési sűrűség. A palack 20 °C-os töltési sűrűsége nem haladhatja meg a megadott határértéket, és biztosítani kell, hogy 50 °C-on a palack maximális üzemi nyomása ne lépje túl a meghatározott értéket. A berendezést a legkedvezőtlenebb várható hőmérsékletre kell méretezni, a palack, szerelvények és csőhálózat minősítésének bírnia kell az ehhez tartozó nyomást. A telepítési környezetet (maximális hőmérséklet, szellőzés, elhelyezés) úgy kell kialakítani, hogy a töltési sűrűség- és a nyomáskorlátok se normál, se rendkívüli körülmények között ne sérüljenek. [17]

⁸ PFAS- Per- and Polyfluoroalkyl Substances- per- és polifluor-alkil anyagok

⁹ OECD- Organisation for Economic Co-operation and Development- Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet

¹⁰ REACH- Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals- vegyi anyagok regisztrálása, értékelése, engedélyezése és korlátozása

2.3. IG-55 és FK-5-1-12 összehasonlítása

2.3.1. Oltási mechanizmus alapján

Az IG-55 inert gázkeverék, az égést oxigénszint-csökkentéssel fojtja el, míg az FK-5-1-12 oltóanyag, amely főként hőelvonással, részben antikatalitikus hatású. A mechanizmusbeli különbség következménye, hogy az IG-55 esetén a tervezett végkoncentráció magas térfogatarányokat jelent (a NOAEL 43 térf.% környéke), míg FK-5-1-12-nél ennek a töredéke (NOAEL 10 térf.%). [9] [12] [13] [17] [18]

2.3.2. Személyi biztonság szempontjából

Olyan terekben, ahol személyek állandó jelleggel jelen vannak, ott az IG-55 tartós/tervezett koncentrációját legfeljebb a 43%-os NOAEL környékén szabad megengedni, mivel efelett csak rövid expozíció és azonnali kiürítés fogadható el, az FK-5-1-12 esetén pedig a tartós/tervezett koncentráció legfeljebb a 10%-os NOAEL alatt lehet. [9] [12] [13] [17] [18]

2.3.3. Rendszertervezés és nyomásviszonyok

Az IG-55 rendszerek fő tervezési korlátja a hőmérsékletfüggő palacknyomás: 15 °C-on a névleges töltőnyomások 150/200/300 bar, 50 °C-on a megengedett max. üzemi nyomások 178/240/366 bar. Ennek megfelelően a teljes rendszert (palackok, szerelvények, csőhálózat) a legkedvezőtlenebb hőmérsékletre kell méretezni. Az FK-5-1-12 rendszerek 25/34,5/42/50 bar (a rendszer nagyságától függően) névleges nyomáson működnek (N₂ előhajtással), itt a töltési sűrűség 20 °C-on és az 50 °C-os maximális üzemi nyomás a meghatározó korlát. Mindkét oltóberendezésnél a telepítési környezet (maximum mérhető hőmérséklet, szellőzés biztosítása, oltópalackok elhelyezése) kialakítása kritikus a határértékek betartásához. Az IG-55 gáz tárolása esetén a nagynyomású palackok elhelyezése sokszor nem oldható meg a védendő területen, mivel az oltáshoz szükséges koncentráció eléréséhez sokkal több oltópalackra van szükség és emiatt a védendő területtől távol egy úgynevezett erre kialakított oltótelepen kell tárolni. Az FK-5-1-12-es oltógáz esetében sokkal kevesebb palackra van szükség ezért, akár a védendő területen is

lehelyezhetőek, ezáltal sokkal helytakarékosabb. Mindkét gáz szabadba való kivezetése környezetvédelmi szempontból elfogadott, mivel a GWP és ODP értékeik nagyon alacsonyak. [9] [12] [13] [17] [18]

3. BEÉPÍTETT GÁZZAL OLTÓ BERENDEZÉSEKRE VONATKOZÓ SZABVÁNYOK ÉS JOGSZABÁLYOK

A beépített gázzal oltó berendezések tervezésénél nemzetközi és hazai szabályozásokat is figyelembe kell venni. Hazai szabályozás tekintetében a 1996. évi XXXI. törvény (Tűzvédelmi Törvény [19]) áll a legmagasabb jogi szinten, ezután következik az OTSZ [3], mint BM rendelet. Az OTSZ által megfogalmazott védelmi szintet pedig különböző hazai és Európai Unió szabványok (kiemelten MSZ EN 15004 sorozat [4]) és a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek biztosítják. Egy amerikai szabványt is kiemelnék (Magyarországon nem kötelező használni), amelyre később hivatkozni fogok, ez az NFPA 2001-es szabvány. [1]. [4] [19] [20]

3.1. Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ)

Az 54/2014(XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat [3] kötelező tűzvédelmi követelményeket fogalmaz meg építményekkel és különböző technológiákkal kapcsolatban, amely a tűzvédelem kialakításának minden fázisát tartalmazza (tervezés–kivitelezés–használat–üzemeltetés–karbantartás). Fő tartalmi elemei például a beépített tűzjelző és tűzoltó berendezésekkel, füst- és hőelvezetéssel és tűz, füstszakaszokkal kapcsolatos szabályozások. Alapvetően követelményeket határoz meg a megfelelő biztonsági szint eléréshez. [3] [20]

3.2. Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (TvMI)

Az OTSZ által meghatározott követelmények teljesítéséhez a TvMI-k [2] nyújtanak műszaki megoldást. Alkalmazásuk nem kötelező, de ha az előírtaktól eltérő műszaki megoldást választunk, akkor a hatóság felé eltérési engedélyt kell kérni és bizonyítani kell a megfelelő biztonsági szintnek megfelelő lesz a választott megoldás. A beépített gázzal oltó berendezések tervezésénél két fő irányelvet emelnék ki a TvMI-k közül,

amelyek segítségével kielégítő biztonsági szintet ellehet érni. Az egyik a Beépített tűzjelző berendezés tervezése, telepítése a másik pedig a Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése. [2] [20]

3.2.1. Beépített tűzjelző berendezés tervezése, telepítése

A beépített gázzal oltó berendezés megtervezéséhez szükséges ismernünk a TvMI [21] ezen szekcióját is, mivel ebben határozták meg az automatikus és oltás indító és tiltó gombok felé támasztott követelményeket. Ilyen követelmény például az optikai érzékelők esetében a kettős jelzésfüggés kialakításának szabályai, lefedési távolsága, a oltás indító és tiltó gombok kialakításának és megjelenítési módjai. Továbbá a tűzjelző központ és az oltásvezérlő központ kapcsolatának kialakításának módját is tárgyalja. [20] [21]

3.2.2. Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése

A tervezés szempontjából ez a legfontosabb leírása a TvMI-nek [21], mivel ebben található meg a gázzal oltó berendezések üzembehelyezéséhez szükséges jegyzőkönyv és egyéb további kiegészítő szabályok, amelyek az OTSZ rendelkezéseit bővíti ki. Kiegészítő szabály például a nyomáslevezetők méretezésére, elműködés utáni kiszellőztetésre vonatkozó szabvány megnevezése. [20] [22]

3.3. NFPA 2001 szabvány

Az NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems az Egyesült Államok Nemzeti Tűzvédelmi Szövetsége (National Fire Protection Association – NFPA) által kiadott szabvány [4], amely a tiszta oltóanyaggal (clean agent) működő beépített tűzoltó berendezések tervezését, telepítését, üzemeltetését és karbantartását szabályozza. A szabvány célja, hogy egységes követelményeket támasszon a gáznemű oltóközegek alkalmazására, amelyek tűzoltására használhatóak. A szabvány tartalmaz tervezési és méretezési elveket, a rendszer telepítésének és működtetéséhez tartozó követelményeket továbbá az üzembe helyezési, ellenőrzési, időszakos felülvizsgálati és karbantartási előírásokat. Foglalkozik ezenfelül az oltás közben benn tartózkodó

emberekre káros határértékek meghatározásával is. [1]

3.4. MSZ EN 15004-1 Beépített tűzoltó berendezések- Gázzal oltó berendezések

A Magyar Szabványügyi Testület a 1995. évi XXVIII. törvény rendelkezései alapján adta ki a szabványt [4]. A jelenleg érvényben lévő változatot 2025. április 8-án hagyták jóvá, és 2025. május 1-jén hirdették meg. Ez a szabvány az előbb említett törvény 6. paragrafus 1. bekezdése alapján önkéntes vállalású, tehát nem kötelező. Amennyiben ezen dokumentumra hivatkozás történik, akkor a szabvány használata kötelező és ha eltérés történik akkor követelhetővé válik az indokolás megadása. A szabvány részletesen taglalja az oltóanyagok környezeti tulajdonságait, kompatibilitását más oltóanyagokkal és különböző hőmérsékleti korlátozásokat. Biztonsági szempontból kifejti a személyeket érintő veszélyeket, a szükséges biztonsági intézkedések meghozatalát, továbbá megnevezi az elektromos veszélyeket, mint például elektrosztatikus kisülés és elektromos földelési problémák. A beépített oltóberendezéshez szükséges rendszerelemeket részletesen bemutatja és műszaki leírást biztosít a megfelelő működtetéséhez. Főbb rendszerelemek például az oltóanyag-ellátás, oltóanyag elosztásának fizikai megvalósulása és alapvető érzékelő, indító és vezérlőrendszerek. A beépített tűzoltó berendezés létesülése után, az üzembe helyezés folyamán szükséges vizsgálatokat pontokba szedve közli. A sikeres átadás utáni karbantartási, vizsgálati és képzési tevékenységeket is részletezi. [4]

4. FK-5-1-12 TÍPUSÚ GÁZZAL OLTÓ BERENDEZÉS FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

Az előző fejezetekben áttekintettem az oltógázok típusait, azok történeti és környezeti hátterét, valamint a főbb szabványi-jogi kereteket. Az 4. fejezet célja, hogy ezekre alapozva már konkrétan egy FK-5-1-12 típusú gázzal oltó berendezés felépítését és működését mutassam be. Ebben a fejezetben részletesen ismertetem a rendszer fő funkcióját, a működési folyamat lépéseit a tűz érzékelésétől az oltás befejezéséig, valamint az érzékelő-, indító- és vezérlőrendszerek felépítését és szerepét. Kitérek a kézi beavatkozási lehetőségekre (indítás, leállítás, tiltás), az oltásvezérlő központ feladataira, a riasztó- és jelölőrendszerekre, továbbá a túlnyomáslevezetés szükségességére. A fejezet második részében az FK-5-1-12 oltópalack, az oltószelep, a kisülési nyomáskapcsoló és a csőhálózati, illetve fűvóka-kialakítási követelmények kerülnek bemutatásra. A célom az, hogy a rendszer bemutatásán keresztül jól láthatóvá váljon, hogy a gázzal oltó berendezés nem csupán egyetlen palackból és néhány fűvókából áll, hanem egy összetett, szabványok által szigorúan keretezett, több alrendszerből felépülő egység, amelynek minden eleme a biztonságos és megbízható működést szolgálja.

4.1. Gázzal oltó berendezés fő funkciója

Az FK-5-1-12 oltóanyag a védendő területre való eljutását és tárolását a beépített gázzal oltóberendezéssel lehet megvalósítani. Ez egy olyan tűzeseti vezérlés, amelynek fő funkciója, hogy az adott területen kialakulóban lévő tüzet eloltsa, azelőtt, hogy anyagi kár vagy életveszélyes szituáció alakulna ki. A továbbiakban bemutatom az FK-5-1-12-es gázzal működő oltóberendezést és az ehhez tartozó jogszabályokat fogom ismertetni. Habár az NPFA nemzetközi jogszabály az Európai Unióban főként iránymutatóként használható, de fontosnak vélem megismertetését. [4]

4.2. Működési folyamat

A folyamat legelső lépése a tűz detektálása, amely megvalósítható különböző érzékelők használatával. Arra kell leginkább törekedni, hogy a tűz észlelését a lehető leghamarabb képesek legyünk érzékelni és a téves jelzéseket képesek legyünk elkerülni. A tűzjelzést az oltásvezérlő központ fogadja, kiértékeli és kiadja a megfelelő vezérléseket. A vezérlések közé tartozik például a hang-fény jelzések elindítása, oltási parancs kiakadását és blokkolását. Az oltóberendezés indítása háromféleképpen történhet: kézi oltásindítóval, amely a falon helyezkedik el, az oltásvezérlő központ által kiadott paranccsal vagy az oltóanyag tároló palackon lévő közvetlen kézi erővel történő oltószelep elműködtetése által. Az indítást követően az oltópalack hasadó tárcsája megnyílik és kiáramlik a gáz a megtervezett módon kifűvő csőhálózaton keresztül. A védendő térbe a csőhálózat végpontjain lévő kifűvási pontokon keresztül jut az oltógáz, amely nyomáskülönbséget eredményez a helyiségben és így szükségessé válik a túlnyomáslevezetők használata. A berendezés elműködése után szükségessé válik az oltóanyag pótlása és az oltószelep mechanikusan történő alaphelyzetbe állítása. [4] [9]

4.3. Érzékelő-, indító- és vezérlőrendszerek

Az érzékelő-, indító- és vezérlőrendszerek lehetnek automatikusak vagy kézi működtetésűek. Automatikus rendszer esetén is szükséges a kézi működtetés lehetőségét biztosítani. Ezeket a rendszereket úgy kell megválasztani, hogy illeszkedjen a tervezett oltórendszer működéséhez, kockázati szintjéhez és ezen felül a vonatkozó nemzeti szabványoknak megfelelően kell felszerelni, tesztelni és karbantartani kivéve, ha a nemzeti szabvány [4] másként nem rendelkezik. Elektromos ellátás szempontjából fontos, hogy az függetlennek kell lennie a veszélyes terület áramellátásától, és tartalmaznia kell egy vészhelyzeti másodlagos áramellátást, amely automatikusan átvált, ha az elsődleges áramellátás meghibásodik. [4]

4.4. Automatikus érzékelés

4.4.1. Automatikus érzékelők

Az automatikus érzékelésnek a hatóság által elfogadott bármely módszerrel vagy eszközzel kell történnie, és képesnek kell lennie a hő, láng, füst vagy bármely rendellenes állapot korai észlelésére és jelzésére, amely tűz keletkezéséhez vezethet. A védendő terület automatikus tűz érzékelését gázzal oltó berendezés esetében pontszerű füstérzékelővel, amihez egy másodkijelző is tartozhat, ha nem látható helyen helyezkedik el (lásd 1. ábra) vagy aspirációs rendszer kiépítésével szokták leggyakrabban megvalósítani. Mindkét érzékelő fény szóródás elvén működik, tehát a tűz keletkezésekor keletkező füstszemcséket érzékelik különbözőféleképpen. A pontszerű füstérzékelő belső része úgy épül fel, hogy az adó és a vevő nem látja egymást és nem jut be fény sem. Ha füstszemcsék kerülnek az érzékelőbe akkor ezek felületén visszaverődik a fény és adó és a vevő érzékelní fogják egymást és megtörténik jelzés a tűzoltó központ felé. Az aspirációs érzékelő esetében komplex rendszert kell kiépíteni, amely tartalmaz szívócső hálózatot, amelyen méretezett szívónyílásokat alakítottak ki, egy kiértékelő egységet, amiben egy ventilátor szívja a védendő terület levegőjét és 1 vagy 2 nagy érzékenységű



1. ábra
Optikai füstérzékelő és másodkijelző [saját ábra]

szórt fény füstérzékelőt. Ha szívott levegőben füstszemcsék mennyisége eléri a riasztási szintet akkor szintúgy a tűzoltó berendezésnek ad le jelzést. A védendő területen a megfelelő automatikus érzékelőt különböző szempontokat figyelembe véve választjuk ki. Ilyen például, ha a védendő területben nincsen álmennyezet sem állpadló kialakítva akkor pontszerű érzékelő ideálisabb választás, de ha mindkét kialakítás jelen van akkor az aspirációs rendszer gyorsabban reagál. A pontszerű füstérzékelő emellett olcsón telepíthető és könnyebben karbantartható, mint az aspirációs rendszer. [21] [23]

4.4.2. Indítási feltételek

A beépített gázzal oltó berendezés indítása csak akkor indulhat önállóan, ha kettős jelzés függés történt kialakításra, tehát legalább két automatikus érzékelőnek egymástól függetlenül jelzést leadnia a tűzjelzőközpont vagy tűzoltás vezérlő központ felé. Az automatikus tűzjelző rendszer tervezése során figyelembe kell venni a TvMI-ben [21] meghatározott, az érzékelők által védhető területre vonatkozó előírásokat, miszerint kettős jelzés függőségénél csökken az érzékelők védhető sugarának mérete különböző paramétereknél az egyszeres jelzés adókhöz képest. [21] [23]

4.5. Kézi működtetés

4.5.1. Oltást befolyásoló eszközök

Az automatikus működtetési eszközökön kívül a rendszernek tartalmaznia kell egy vagy több, az oltópalackoktól távol elhelyezett kézi működtetési eszközt és ezenfelül a rendszer közvetlen mechanikus működtetésére szolgáló kézi eszköz vagy elektromos kézi kioldó rendszert, amelyben a vezérlőberendezés figyeli az áramellátás rendellenes állapotait, és jelzést ad, ha az áramforrás nem megfelelő. Alapvetően három funkciót lát el a kézi jelzésadó. Az egyik ilyen funkció az az oltás indítás, amely során az nyomógomb benyomásával elindítható az oltás. A másik fő funkciója az a felfüggesztés, ekkor az oltási folyamat szünetel, de ez felülírható az oltás indítás paranccsal. A legutolsó rendeltetése, pedig az oltás tiltás, amivel az egész folyamat megállítható és semmi se írja felül. A kézi

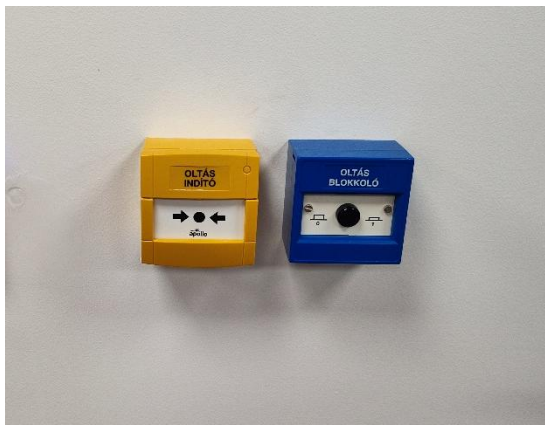
működtetésnek a megfelelő, automatikusan működtetett szelepek egyidejű működtetését kell eredményeznie a tűzoltóanyag kibocsátása és elosztása érdekében. [4] [21] [22]

4.5.2. Leállító / tiltó eszközök

A leállító eszközöket, amennyiben vannak ilyenek, a védett területen belül, a terület kijáratához közel kell elhelyezni. A leállító eszköznek olyan típusúnak kell lennie, amely a rendszer működésének gátlásához állandó kézi erőfeszítést igényel. A tiltó funkció működtetése a rendszer meghibásodásának hangos és egyértelmű vizuális jelzését eredményezi. Az oltást leállító kapcsolók általában nem ajánlottak az NFPA2001 [1] alapján, azonban, ha vannak, akkor az elhelyezésük és használatuk egyezik az MSZ EN 15004-1 szabvánnyal [4]. Ezenfelül az NFPA előírja azt is, hogy a leállítókapcsoló nem lehet olyan típusú, amely lehetővé tenné, hogy a rendszer leállított állapotban maradjon, ha senki nincs jelen. Minden esetben a normál és a kézi vészvezérlésnek felül kell írnia a leállító funkciót. A leállító funkció működtetése esetén hangos és egyértelmű vizuális jelzésnek kell jeleznie a rendszer meghibásodását. [1] [4]

4.5.3. Megjelenésük

Az NFPA2001 amerikai szabvány [1] kimondja, hogy a kézi vezérlőknek megkülönböztethető megjelenésűeknek és a rendeltetésüknek megfelelően egyértelműen felismerhetőeknek kell lenniük. Bármely vezérlő működtetése a teljes rendszer normál működését kell eredményezze. Az oltásindító kézi jelzésadónak általában citromsárga házú és oltásindító feliratú eszközt szoktunk kiválasztani, míg oltástiltónak kék színűt választunk, amelyen oltás blokkoló felirat szerepel (lásd 2. ábra). Nyelvi eltérések miatt ajánlatos angolul és magyarul ráírni a jelzésadókra, ha ez kivitelezhető. Úgy válasszuk ki a kézi jelzésadók feliratát, hogy az egyértelmű legyen és rendeltetésének megfelelő legyen. [1]



2. ábra
Oltás indító és blokkoló kézi jelzésadók [saját ábra]

4.6. Oltásvezérlő központ

Az oltásvezérlő központot a TvMI [21] szerint a védendő tér bejáratánál vagy a védett téren kívül javasolt elhelyezni, mivel ez megkönnyíti a felügyeletét és az oltási folyamat kezelését. A központnak a szerepe a beépített gazzal oltó berendezés szempontjából meghatározó, mivel az automatikus érzékelők, kézi jelzésadók az oltószelep aktuátor által adott információkat fogadja és ezen adatok függvényében hozza meg a már felprogramozott választ. Információt kap ezenfelül, az oltóanyag tárolók állapotáról és a rendszer üzemképességéről a különböző érzékelőktől, amelyek a rendszerbe vannak beépítve. A jelzések megérkezése után válaszként elindítja a késleltetési időt funkciót, amely idő a téves jelzés esetén történő el működtetést lehet megakadályozni és ezenfelül az NPFA2001 szabványban [1] foglaltak alapján segíti a személyzet a kibocsátás előtt evakuálódhasson. A késleltetési idő általában 30-60 másodpercet jelent. Az időzítést nem szabad az érzékelő eszköz működésének ellenőrzésére használni az automatikus bekapcsolás előtt. Vezérli a riasztó berendezéseket is, amelyek a helyiségben tartózkodók figyelmét hívja fel az evakuálásra. A késleltetési idő elindulása közben vagy előtt a védendő területén található olyan épületgépészeti szerkezet, amely az oltóanyag elszívását eredményezheti, akkor blokkoló szerkezetet kell beszerezni vagy kapcsolót kell eszközölni a berendezés működés lépésének megakadályozása érdekében. Ilyen

berendezések például a klíma berendezés és az elszívó berendezések. A vezérlések működése után pedig elindítja az oltást, amely meghatározott ideig tart. Az oltásvezérlő központ jelzéseit automatikusan továbbítani kell az objektumban kialakított konstans működő felügyeleti helyre vagy távfelügyeletre kell továbbítani, amely a katasztrófa védelemnek szolgáltat adatot az eseményről. [9] [1] [22] [4]

4.7. Jelölések

Az OTSZ XIII.Fejezet 76. pontja 148 § [3] alapján beépített tűzoltóberendezések esetében beépített oltó berendezés központjával ellátott helyiség bejáratához biztonsági jellel kell ellátni. Ezenfelül a 166 §-sa alapján a beépített gázzal oltó berendezéssel rendelkező helyiségekben vagy ahhoz közel jelölni kell a kézi oltás indítási és tiltási lehetőséget, késleltetési időt, ha van. Továbbá fel kell tüntetni az oltáskor és oltás után a teendőket. Az oltóanyag nevét, típusát, ha nem víz oltóanyagot használunk és emberre gyakorolt hatását is meg kell nevezni. Fontos ezenfelül a főelzáró szerelvények állapotának kijelzése is. [3] [4]

4.8. Jelző- és riasztóberendezések

A rendszer működését, a személyzetet fenyegető veszélyeket vagy bármely felügyelt eszköz meghibásodását riasztásra vagy jelzésre használt eszközökkel, vagy mindkettő segítségével kell jelezni. A védett területen hangos és vizuális előzetes indítású riasztókat kell elhelyezni, hogy egyértelműen figyelmeztessenek a közeli oltóanyag kibocsátásra. A felügyelt eszközök vagy berendezések meghibásodását jelző riasztóknak megkülönböztethetőnek kell lenniük a működést vagy veszélyes állapotokat jelző riasztóktól. Ilyen riasztó eszköz lehet a hang-fény jelző, amelyet a védendő területen kell elhelyezni, továbbá egy szöveges feliratú táblát is kell helyezni, amely arra szólítja fel a helyiségben tartózkodót, hogy kell hagynia azonnal a területet, mivel elfog indulni az oltógáz kibocsátása. A pánik táblát olyan nyelven kell feliratozni, hogy a várhatóan ott tartózkodó személyzet is egyértelműen megértse. [4] [21] [22]

4.9. Túlnyomáslevezetés

Alapvető szabványi [4] követelmény a nyomáskiegyenlítő zsalu kiépítése (lásd 3. ábra), mivel ez biztosítja a nyomás kiegyenlítését az oltógáz a védendő területre jutása során. Az FK-5-1-12-es oltógáznak a védendő térbe jutása esetében túlnyomás alakul ki, amely során, ha nem történik meg a túlnyomás levezetés, akkor komoly károk következhetnek be. A túlnyomáslevezetés méretének megállapítását képletek segítségével számítják ki, de mivel nem oldhatók meg közvetlenül, általában számítógépes programot használnak a nagyszámú iteratív számítások elvégzéséhez, amelyekben a cső- és fűvókaméreteket, valamint adott esetben a nyomáscsökkentő eszközök méretét az előírt nyomásveszteségek alapján választják ki. Ilyen eszközök lehetnek például a gravitációs és pneumatikus túlnyomáslevezetők. A túlnyomás levezető méretezésének és kiépítésének megfelelőségét légtömörségmérésnél lehet tesztelni. [4] [9] [24]



3. ábra
Túlnyomáslevezető zsalu [saját ábra]

4.10. Oltópalack általános előírása

4.10.1. Oltópalack jelölése

Az oltópalack adatlapján is fel kell tüntetni minden olyan információt, amely a berendezés azonosíthatóságát és biztonságos használatát biztosítja. Ennek megfelelően szerepennie kell rajta az alkalmazott oltóanyag pontos megnevezésének, az oltóanyag nettó tömegének és a tartály saját tömegének. Fontos továbbá a tartály gyártási azonosítójának feltüntetése, illetve a legutóbbi nyomáspróba dátumának megjelölése, amely a tartály műszaki állapotáról ad információt. Az adatlapon szintén helyet kell kapnia a gyártó nevének. [9] [17]

4.10.2. Tervezési előírások

Az ilyen rendszerekben használt tartályokat úgy kell megtervezni, hogy azok megfeleljenek a vonatkozó nemzeti szabványok követelményeinek. Szükség esetén a tartályt és a szelepszervizet a megfelelő nemzeti szabványnak megfelelő nyomáscsökkentő berendezéssel kell felszerelni. A tartályokat képesnek kell lennie arra, hogy az adott tűzoltó anyagot tárolni tudják. A tartályokat nem szabad az EN 15004 szabványnak [4] az adott tűzoltó anyagra vonatkozó részében meghatározottnál nagyobb töltési sűrűséggel megtölteni. [4]

4.11. FK-5-1-12 oltópalack elemei

4.11.1. Üzemeltetési hőmérséklet

Minden tartály egyenes szifoncsővel rendelkezik, és függőlegesen (szeleppel felfelé) kell felszerelni. A palack nyomása száraz nitrogénnel való feltöltés után 21 °C-on 34,5 bar. Ha a tartályban túlnyomás keletkezik, akkor található benne egy biztonsági szelep, amelynek a hasadó tárcsája 49,6 és 55,2 bar közötti nyomáson nyílik ki. A tárolási hőmérséklet alsó határa 0 °C, a felső határa pedig 50 °C. Fontos megjegyezni, hogy ha a tartály hőmérséklete meghaladja az 50 °C-ot akkor befolyásolhatja a rendszer

teljesítményét. A palack belső nyomását egy nyomásmérővel lehet ellenőrizni. A nyomásmérő skálája a tényleges nyomás megjelenítésére van kalibrálva, és színkóddal jelzi a működési tartományt, az alacsony nyomás tartományt és a túlnyomás tartományt. Az alacsony nyomású kapcsoló folyamatosan figyeli a tartály nyomását alacsony nyomásúállapot esetén. Ha a tartály belsejében a nyomás 18 bar alá csökken, a kapcsoló érintkezői átkapcsolnak, és „felügyeleti” jelzést váltanak ki a oltásvezérlő közponon. [5]

4.11.2. Oltószelep

Alapvetően az oltószelepek lásd 4. ábra egy hasadó tárcsák, amelyek nyomásvezérelt eszközök. Lehetővé teszik az anyag kibocsátását a tartályból a védett térbe a kapcsolódó csőhálózat és a kibocsátó fűvókák segítségével. A Fike oltószelepek négy csatlakozóval vannak felszerelve. A gázt kiengedő csatlakozó lehetővé teszi az anyag kiengedését a tartályból, míg az anyag feltöltő csatlakozó a tartály feltöltésére (újrátöltésére) és nyomás alá helyezésére szolgál. A működtető port az közvetlen oltószelep működtetőjének (DIVA) csatlakoztatására szolgál. A nyomásmérőnek lett hagyva az utolsó port. [5]



4. ábra
Oltószelep [5]

4.11.3. Oltást indító szelep

A tartály működtetése elektromos, pneumatikus vagy kézi módon történhet. Én a tervezésnél is használt elektromos és kézi működtetést fogom tárgyalni. A közvetlen oltószelep működtető (The Direct Impulse Actuator) (DIVA) (lásd 5. ábra) lehetővé teszi az oltóanyagot tartalmazó palackok elektromos vagy kézi működtetését az oltószeleppel, azáltal, hogy megadja a szükséges erőt a dugattyú kinyújtásához, amely megnyitja a töréslemez, lehetővé téve az anyag kibocsátását a tartályból. A DIVA elektromosan működtethető az oltásvezérlő központról érkező jel segítségével, vagy kézzel, a piros indító gomb megnyomásával. Az oltószeleppel ellátott gázpalackokat úgy tervezték, hogy közvetlenül az oltásvezérlő központ áramköréhez csatlakozzanak. A készülék rendelkezik egy biztonsági biztosítószeeggel, amely megakadályozza a véletlen működtetést. A biztosítószeg eltávolítása után a szerkezet élesített állapotba kerül. Az élesített állapotban a működtető csap nincsen kint, vagyis a szelep kioldásra kész. Amikor a működtetés megtörténik, a csap kiugrik, amely a „Fired Position” állapotot jelzi és a hasadó tárcsa kinyílik. Ebben a helyzetben a szelep már nyitott, és az oltóanyag kiáramlása megindult. Az oltószelep és DIVA közé egy szelep felügyelőt is helyeznek el, ami akkor küld információt az oltásvezérlő központnak, ha a DIVA eltávolításra kerül. [5]



5. ábra
Közvetlen oltószelep működtető (DIVA) [[5]]

4.11.4. Kisülési nyomáskapcsoló

A kisülési nyomáskapcsoló (DPS) arra szolgál, hogy pozitív pneumatikus visszajelzést adjon az oltásvezérlő központnak arról, hogy a beépített gázzal oltó berendezés elműködött. Amikor a rendszert közvetlen oltószelep működtetővel (DIVA) és indító gombbal aktiválják, akkor a kiürítési nyomáskapcsolónak biztosítania kell a vezérlőrendszer számára a különböző hang- és vizuális figyelmeztető eszközök és kiegészítő relék aktiválásához szükséges bemeneti jelet. A kapcsoló pneumatikusan működik, a kiürítési csőhálózatban lévő anyag nyomását használva. [5]

4.12. Oltógáz elosztása

4.12.1. Csőhálózat

Az oltógáz a palackokból a csőhálózaton keresztül jut el a fűvókákig. Az MSZ 15000-4 es szabvány [4] alapján a csőhálózatnak nem éghető anyagból kell készülnie, amelynek fizikai és kémiai tulajdonságai olyanok, hogy terhelés alatt megbízhatóan előre jelezhető legyen integritása. A csőfal vastagságát a vonatkozó nemzeti szabványnak megfelelően kell kiszámítani. A számításhoz a maximális tárolási hőmérsékletnél (nem lehet kevesebb 50 °C-nál) kialakuló nyomást kell alapul venni. Ha egy adott rendszer esetében magasabb üzemi hőmérsékletek engedélyezettek, a tervezési nyomást a maximális hőmérsékleten kialakuló nyomáshoz kell igazítani. Ezeknek a számításoknak az elvégzésekor figyelembe kell venni az összes illesztési tényezőt, valamint a menetvágási, hornyolási vagy hegesztési tűréseket. Ha nem cseppfolyósított gázrendszerben statikus nyomáscsökkentő berendezést használnak, a berendezés után lévő elosztócsővezeték maximális üzemi nyomását kell figyelembe venni a csőfal vastagságának kiszámításakor. Öntöttvas és nem fém csöveket csak akkor szabad használni, ha azok a névleges üzemi nyomáshoz jóvá vannak hagyva. A rugalmas csövek vagy tömlők (beleértve a csatlakozókat is) pedig jóváhagyott anyagokból készülhetnek, és alkalmasnak kell lenniük a várható oltóanyag-nyomáson, valamint a maximális és minimális hőmérsékleten történő használatra. [4]

4.12.2. FK-5-1-12 csővezeték telepítési előírások

A FK-5-1-12 oltógázzal működő beépített gázzal oltó berendezés csőhálózat kiépítésére speciális előírások vonatkoznak a rendszer biztos működése érdekében. Maga a csővezeték például SCH 40-es varrat nélküli acél húzott csővel kell kiépíteni, az engedélyezett hidraulikai számításokban meghatározottak szerint. A csövek átmérője esetén, pedig 2 ½" (DN65) alatti átmérőjű csöveket menetes, a 2 ½" (DN65) felettieket hegesztett kivitelben kell gyártani. Hegesztett kivitelezés esetén a könyököknél, T-idomoknál és átmérőcsökkentéseknél minden esetben megfelelő idomokat kell használni és nem szabad a csövet összenyomni, ezenfelül T-idomokat vaktaggal lezárni tilos. A csöveket megfelelően kell rögzíteni a felületekre, de tilos nehéz teherbilincset használni 2 ½" alatti átmérők esetén, helyettük „körte” bilincset kell alkalmazni. Ezeket a bilincseket egyenes szakaszokon 1 méterenként kell elhelyezni, ha a rögzítőkar hossza meghaladja a 30 cm-t, ha 30 cm-nél rövidebb a hossza akkor 3 méterenként kell bilincset alkalmazni. A fűvókák előtti csövet 25cm-rel kell rögzíteni. [25]

4.12.3. Szelepek

Minden szelepet, tömítést, O-gyűrűt, tömítőanyagot és egyéb szelepalkatrészt olyan anyagokból kell gyártani, amelyek kompatibilisek a tűzoltó anyaggal, és alkalmasak a tervezett nyomás és hőmérséklet viszonyok között. A szelepeket védeni kell a mechanikai, kémiai vagy egyéb károsodásoktól. Erősen korrozív környezetben különleges korrózióálló anyagokat vagy bevonatokat kell használni. A választószelepeknek meg kell felelniük az EN 12094-5 szabványnak. [4]

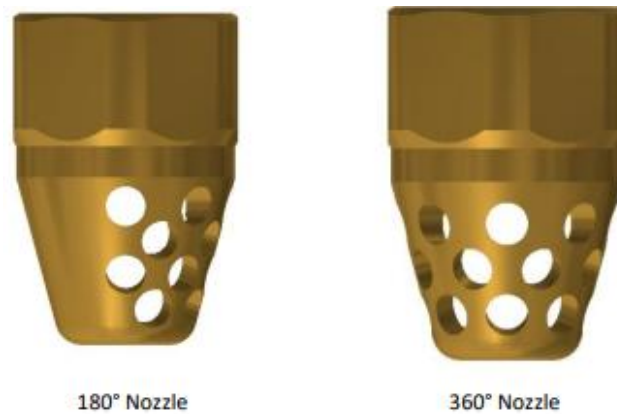
4.12.4. Fűvókák

A fűvókák, beleértve a tartályokhoz közvetlenül rögzített fűvókákat is, szabványnak [4] megfelelőnek kell lenniük, és elhelyezésüknél figyelembe kell venni a burkolat geometriáját. A fűvókák típusának és elhelyezésének olyannak kell lennie, hogy a tervezett koncentráció a burkolat minden részében elérhető legyen és a kifolyás ne okozzon indokolatlanul gyúlékony folyadékok fröccsenését vagy porfelhőket, amelyek tovább terjeszthetik a tüzet, robbanást okozhatnak vagy más módon káros hatással

lehetnek a bent tartózkodókra, és a kifolyás sebessége ne gyakoroljon káros hatást a burkolatra vagy annak tartalmára. Ha idegen anyagok által történő eltömődés lehetséges, a kifolyó fűvókákat törhető tárcsákkal vagy kifúvó sapkákkal kell ellátni. Ezeknek az eszközöknek a rendszer működése során akadálytalan nyílást kell biztosítaniuk, és úgy kell megtervezni és elrendezni őket, hogy ne okozzanak sérülést a személyzetnek. A fűvókáknak alkalmasnak kell lenniük a tervezett felhasználásra, és kiömlési jellemzőiknek meg kell felelniük a nemzeti, európai vagy nemzetközi szabványoknak, ezenfelül a fűvókáknak megfelelő szilárdsággal kell rendelkezniük a várható üzemi nyomáshoz, képesnek kell lenniük ellenállni a névleges mechanikai igénybevételnek, és úgy kell kialakítani őket, hogy a várható hőmérsékleteknek deformálódás nélkül ellenálljanak. Amennyiben a fűvókák álmennyezeti lapokban lesznek elhelyezve akkor a könnyű álmennyezeti lapok felemelkedésének vagy elmozdulásának minimalizálása érdekében óvintézkedéseket kell tenni a lapok biztonságos rögzítésére, legalább 1,5 m távolságra minden kifúvó fűvókától. [4]

4.12.5. FK-5-1-12 fűvóka leírás

Alapvető funkciója, hogy a gáz térbe történő kiengedésére kell használni. A fűvókát anyagát tekintve sárgarézből kell lennie, méretei pedig 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm és 50 mm van korlátozva. A legfontosabb szempont tervezés tekintetében, az a megfelelő sugárértékű fűvóka kiválasztása. Két féle sugarú van, az egyik 180° másik pedig 360° (lásd 6. ábra). Az előbbit akkor használjuk, ha a falak mentén kell elhelyezni a fűvókát, ezáltal 13,69 m átmérőjű félkört tud lefedni, míg utóbbit a védendő terület közepére kell helyezni és 8,66 m átmérőjű teljes kört tud lefedni. [25]



6. ábra
180°-os és 360°-os fúvókák [5]

4.12.6. Szűrők

Minden olyan fúvókakészülék vagy nyomáscsökkentő készülék bemeneti nyílását, amelynek nyílása kisebb, mint 7 mm^2 , belső szűrővel kell ellátni, amely megakadályozza a nyílás eltömődését. Csak a fúvókával együtt jóváhagyott szűrőket szabad használni. A nyomáscsökkentő fúvóka-egységeket állandó jelöléssel kell ellátni a fúvóka méretének azonosítása érdekében. Ez a jelölés a szerelés után jól látható legyen. [4]

5. EGY KONKRÉT SZERVERTEREM FK-5-1-12 GÁZZAL OLTÓ BERENDEZÉSEL TÖRTÉNŐ VÉDELMENEK KIALAKÍTÁSA

Ebben a fejezetben egy konkrét, irodaházban lévő szerverterem védelmének megvalósítását mutatom be FK-5-1-12 oltóanyaggal működő beépített gázzal oltó berendezéssel. A célom az, hogy lépésről lépésre végig kísérem a teljes folyamatot a megrendelő igényének megjelenésétől kezdve, az információk begyűjtésén, helyszíni felmérésen és légtömörségmérésen át egészen a konkrét oltóberendezés megtervezéséig.

5.1. Kiindulási adatok

5.1.1. Létesítés oka

Egy épület 3. emeletét felújították és új funkciójú helyiségek jöttek létre. Az egyik ilyen helyiségbe szervert kívánnak telepíteni, ezért ezek védelméért a megrendelő önkéntes vállalat alapján a hatályos jogszabályi környezetnek megfelelő gázzal oltó berendezést kíván létesíteni kombinált védelmi céllal. Az FK-5-1-12-es oltógázra környezetvédelmi szempontokból minimális terhelése és az emberre gyakorolt minimális hatása miatt esett a választás. A mi cégünk kereskedik ezzel a fajta oltógázzal és rendszerelemeivel ezért választott minket a megrendelő. [4]

5.1.2. Információk bekérése

Az alap adatokat egyeztetjük, tehát megkaptuk a kapcsolattartók elérhetőségeit (üzemeltetés, generál kivitelező) és meghatározták, hogy mikor lehet helyszíni bejárást végezni, mivel még a helyszín kivitelezési fázisban van. Különféle dokumentációkat is bekértünk, mint például a helyszín alaprajza és metszetei. Ezen rajzokról tudjuk meghatározni a helyiség méreteit, álmennyezet, állpadló meglétét és a belmagasságot. Ezenfelül kértünk még egy berendezés elhelyezési rajzot is, amelyen látható, a szerver és egyéb tárgyak elhelyezkedését. Az egyik kiemelten fontos információ az, hogy

épületgépészeti berendezés jelen van e a helyiségben és hogy nyomáselvezetőnek tudnak e felületet biztosítani. Tűzjelző rendszer szempontjából olyan információkat kértünk be, hogy abból megtudhassuk hány érzékelő van jelenleg a helyiségben és hogy a jelenleg üzemelő tűzjelző berendezésre az oltásvezérlő központot milyen módon szeretnék illeszteni és ki fogja elvégezni ezt. A megrendelővel továbbá egyeztetettünk arról is, hogy a beépített gázzal oltó berendezés jelzéseit az épületben működő 24/7-ben működő portaszolgálat fogja fogadni

5.1.3. Helyszíni bejárás

A kollégámmal az előre megbeszélt időpontban a helyszínre érkeztünk, mivel a területen jelenleg építkezés folyt, így munkavédelmi felszerelésben kellett megjelenünk. A helyszínre a biztonsági szolgálat kísért el és megkezdtuk ezután a felmérést. A felmérésnél egy már előre kinyomtatott adatfelvételi lapot használtunk, amelyen különböző megnézendő szempontokat kellett megvizsgálnunk. A legfontosabb szempontok közé tartoznak például:

- A védendő helyiségben van e jelenleg álmennyezet vagy állpadló kialakítva, ez a szempont azért fontos, mivel ez alapján kell meghatározni a csőrendszer méreteit, fűvókák mennyiségét és a szükséges palack méretét. Jelen esetben álmennyezet található a helyiségben. Külön-külön az álmennyezeti teret és alatti teret is megmértük lézeres távolság mérővel, hogy a kapott adatok megfelelnek e a valóságnak.
- A helyiség bejáratainak száma is fontos szempont, mivel ez alapján lehet meghatározni a szükséges kézi jelzésadók és biztonsági felíratok számát. Egy helyről lehetett a helyiségbe bejutni, így az oltást indító, tiltó gombokat és figyelmeztető jelzéseket ezen bejárat közlében kell csak elhelyezni.
- A védendő területen lévő összes berendezés elhelyezkedését jelölni kellett egy az adatfelvételi laphoz csatolt üres alaprajzon és meghatároztuk, hogy jelen állapotban hol lehetne elhelyezni az oltópalackokat, oltásvezérlő központot, zsalut és a kézi jelzésadókat.
- Jelenleg az épületben beépített tűzjelző rendszer van kiépítve és ebben a

helyiségben is van egy optikai füst érzékelő telepítve, ami a tűzjelző központtal van kapcsolatban. A tűzoltó berendezés oltás indításához az előbb említett rendszertől független két érzékelőnek a helyét jelöltük fel az alaprajzunkon.

- Különböző épületgépészeti elemek is befolyásolhatják az oltó berendezés működését. Jelenleg két klíma berendezés és egy elszívó berendezés működik, amelyek közül az utóbbi működése az oltógáz bent maradási idejét jelentősen csökkenti ezért szükséges az oltás idejére működését felfüggeszteni és elzárni. A klímáknál az elszívás és befúvás leállítását kell felfüggeszteni. Az FK-5-1-12-es oltógáz esetében, mivel nem veszélyes emberre, így nem szükséges elszívó rendszert alkalmazni az oltás utáni gáz elszívására.
- Az utolsó szempont, amit figyelembe vettünk az a sikeres légtömörségméréshez szükséges állapotok ellenőrzése. Az egyik ilyen az a helyiség tömítettségének állapota, tehát mennyire vannak leszigetelve a falak illesztési részei és az áthaladó épületgépészeti elemek, kábeltálcák és kábelek kiépítése végett áttört falrészek. A másik pedig a zsalu felszerelhető-e. A zsalu szerepe a nyomáskiegyenlítésben van és kedvező, ha olyan falra szereljük fel, amely egy nagyobb helyiségtől választja el, mint amekkora a védendő terület. Jelen esetünkben a bejárat mellé fogjuk elhelyezni, mivel az ajtó egy folyósóra nyílik. Tömítettség terén találtunk olyan hézagokat, amelyek veszélyeztetik a rendszer helyes működését, ezért a megrendelővel egyeztettünk ezek megszüntetéséről.

Az adatfelvételi lapon mindent szükséges információt tudtunk jelölni, amely a kiviteli terv létrehozásához szükséges. A megrendelőt tájékoztattuk a bejárás sikerességéről és napokon belül eljuttattuk hozzá az ajánlatot. A cégünkhöz tartozó eladással foglalkozó részlege állította össze az ajánlatot. Az ajánlat a következő elemeket tartalmazza: a gázzal oltó berendezés telepítése, rendszerelemek megvétele, üzembehelyezés, karbantartás és nyomás próba, ezenfelül még a hatósággal való egyeztetés, legtmörsegmérés elvégzése és a szükséges oktatás megtartása. Az előbbieken felsorolt tevékenységeket beárazták és kiküldték. A megrendelő ezt követően megrendelte a kiküldött ajánlatot és ezután légtömörsegmérésre egyeztettünk időpontot.

5.2. Légtömörségmérés

A TvMI Beépített tűzoltó berendezések tervezése A mellékletében [21] lett megfogalmazva a beépített gázzal oltó berendezésekre vonatkozó légtömörségvizsgálat szükségessége. Ha a védendő terület tömítettsége nem megfelelő és nem tudja a helyiség megfelelő ideig megtartani gázt, akkor addig kell javítani a hibákat, amíg sikeres nem lesz a legtömörségmérés. Az MSZ EN 15004-01 E [4] melléklet információkat tartalmaz a helyiségek és burkolatok zártságának megállapításához a megfelelő tűzoltóanyag-koncentráció fenntartása tekintetében. Tartalmazza a tesztelés részleteit, és feltételezi, hogy a légkezelő berendezés a tartási idő alatt nem működik. [4] [22]

5.2.1. Előkészítés

Az felméréskor megállapítottuk, hogy az épületgépészeti elemeket vezérelni kell, ha veszélyeztetik az oltógáz bent tartásának idejét. A megrendelő ígérete teljesült és az elszívó berendezést lezárták, ezáltal már nem szükséges vezérelni. A klíma berendezések végeznek befűvást-elszívást, emiatt szükségesség vált a vezérlésük. A legtömörségmérő berendezés installálása előtt szükséges a helyiség tüzetes átvizsgálása. Ellenőriztük az álmennyezetek állapotát, a helyiség burkolatán vizuálisan észlelhető szivárgásokat, az áttöréseknél előzőleg megtalált hézagok meglétét. Minden rendben találtunk, szemmel látható hézagok nem voltak jelen (lásd 7. ábra). A helyiségben minden olyan tárgyat elpakoltattunk, amely zavarhatja a mérés menetét. Az installációt követően tájékoztattuk az emeleten tartózkodókat, hogy várhatólag mennyi ideig fog tartani a mérés és hogy ez idő alatt lehetőleg ne zavarják meg a folyamatot.



7. ábra
Tömítések [saját ábra]

5.2.2. Légtömőrségmérő berendezés részegységei

A használt berendezésünk több részegységből áll, amelyeknek különböző előírásoknak felelnek meg. Az egyik fő egysége az a nyílászáró lezáró egység, amely egy keretből áll, amely illeszkedik a burkolat hozzáférési nyílásába és azt lezárja. A másik fő része pedig egy több változó sebességű ventilátorból áll, amely alacsony áramlási lehetőségekkel képes 25 Pa nyomáskülönbséget biztosítani a burkolat határain belül. Használtunk ezen felül még nyomásmérő eszközöket, amelyből kettő darab volt, egy a burkolat nyomáskülönbségének mérésére és egy a ventilátor áramlási nyomásának mérésére. Ezeket a részegységeket rugalmas csővezeték kötöttük össze. Vittünk magunkkal ezenfelül kémiai füstceruzákat, amelyek a szivárgás helyének megállapításában játszanak szerepet, de ezekre nem volt szükségünk. A védendő terület hőmérsékeltének megállapítása fontos tényező és erre a klímaberendezésekre ráírt információ alapján szereztünk tudomást. A mérés közben táblákat helyeztünk el „NE NYISSA KI – NYOMÁSPRÓBA FOLYAMATBAN” és „NE CSUKJA BE – NYOMÁSPRÓBA FOLYAMATBAN” felirattal, amelyek a próba során ki vannak téve. További eszközök, amelyek magunkkal hoztunk: például mérőszalagokat, a légköri nyomás mérésére szolgáló barométert,

zseblámpákat, létrát, padló- és mennyezeti burkolatok eltávolítására szolgáló szerszámokat, számítógépet, valamint fényképezőgépet is. [4]

5.2.3. Installáció folyamata

A Retrotec 6000 nevű légtömörségvizsgáló berendezést szereltük össze. A bejárat lezárásához egy állítható fémkeretet használtunk, amit könnyen az ajtó méretéhez lehet igazítani. Erre a keretre egy textíliát húztunk, amit a falhoz rögzítettünk úgy, hogy stabilan a helyén maradjon, ne lehessen kimozdítani. A textílián található egy nagy kör alakú nyílás, ebbe helyeztük el a ventilátort, és van rajta egy kisebb lyuk is, amin keresztül a nyomásmérő csövet vezettük be (lásd 8. ábra). A ventilátor irányát az határozza meg, hogy túlnyomást szeretnénk létrehozni, vagy alacsony nyomást (depressziót). A rendszer fő eleme a nyomásmérő készülék (DM32), ami kijelzi a nyomáskülönbségeket, vezérli a ventilátor sebességét, és irányítja a mérési folyamatokat. Ehhez három dolgot csatlakoztattunk: két csövet és egy Ethernet kábelt. A piros színű csövet a textílián keresztül vezettük be a vizsgált helyiségbe – ez méri az épületen belüli és külső nyomáskülönbséget. A sárga cső a ventilátor referencianyomását méri, és a ventilátor sárga portjához csatlakozik. Az Ethernet kábel a ventilátor fordulatszámának vezérlésére szolgál, ez is a ventilátorhoz van kötve. A ventilátor és a vezérlőegység közötti kapcsolatot a ventilátor tápkábel biztosítja, ami a vezérlő által előállított, szabályozott váltakozó feszültséget továbbítja a motorhoz. Ez a kábel egyben a fordulatszám szabályozását is végzi, mert a vezérlő a feszültség és a frekvencia módosításával tudja beállítani a ventilátor teljesítményét. [26]



8. ábra Ventilátor és elhatároló fal [saját ábra]

5.2.4. Mérési folyamat

Az ajtóventilátor egységet olyan bejárati nyílásba szereltük, ahonnan a legnagyobb épülettér felé zárható a légáramlási út (ventilátor → védett tér → szivárgások → vissza a ventilátorhoz). A manométerek és a ventilátor nyomásérzékelői teljes skálabejárással lettek ellenőrizve: óvatos befújással/leszívással a kijelzéseket végig vezettük a skálán, a csúcsértéket ≥ 10 s-ig tartottuk, majd lenulláztuk a műszereket. Ügyeltünk arra, hogy a nyitott csővégek ne legyenek a ventilátor légáramában vagy bármely zavaró áramlás közelében. Az ajtók/zárások állapotát felvettük, a fali és álpadló peremszivárgásokat vizuálisan feltérképeztük. Nem találtunk látható nyílást. A mérést depressziós és túlnyomásos irányban is elvégeztük. Mindkét irányban legalább öt stabil mérési pontot rögzítettünk 10–60 Pa tartományban, egyenletes elosztásban és minden ponton a beállított nyomáskülönbséghez tartozó ventilátor-térfogatáramot átlagoltuk (≥ 10 s). Helyszíni ellenőrzés céljából egy éles élű, ismert területű kalibrációs nyílást nyitottunk a ventilátorra ebből a célból felszerelt lyukakat magába foglaló felületen, és ebből számított

egyenértékű szivárgási területet a geometriai értékkel összevetve $\pm 15\%$ pontossági követelményt teljesítettünk. Az adatokból meghatároztuk a burkolat egyenértékű szivárgási területét, a tartási időt (2,2 m védelmi magasságra), valamint a csúcspressziókat a nyomáslevezető méretezéséhez. [4]

5.2.5. Légtömörségmérés és nyomásvizsgálati eredmények összefoglalása

A vizsgálat az MSZ EN 15004-1:2025 szabvány [4] követelményei alapján történt, amely előírja, hogy a teljes burkolatra legalább öt különböző, 10 és 60 Pa közötti mesterséges nyomásértéket kell alkalmazni mindkét irányban. A számítások szerint a védett tér képes volt 13,1 percig megtartani a szükséges oltóanyag-koncentrációt (min. 5,27%) a 2,2 méteres védelmi magasságban, így megfelelt a 10 perces előírt tartási idő követelményének. A csúcspressziós vizsgálat során a pozitív irányú nyomásérték 104 Pa volt, ami az előírt 500 Pa határérték alatt maradt, ezért ebben az irányban a helyiség megfelelt. Negatív irányban viszont a számított nyomásérték 779 Pa lett, ami meghaladja a megengedett 500 Pa-t, így a helyiség nem felelt meg ebben a tekintetben. A negatív nyomáskompenzáció biztosításához a számítások alapján további 94 cm² nyomáskiegyenlítő nyílás beépítése szükséges, amely a szerkezeti épség védelme és a szabványban [4] előírt határértékek betartása érdekében negatív nyomás esetén automatikusan nyit. Jelen esetünkben tömítőanyag eltávolítás történt. A vizsgálat során használt oltóanyag Novec 1230 (FK-5-1-12) volt, 43 kg töltetűmeggel, 10 másodperces kifújási idővel, 20 °C-os tervezési hőmérsékleten. A mért és számított értékek alapján a helyiség légtömörsége és tartási ideje megfelelő, ugyanakkor a negatív csúcspresszió további szerkezeti módosítást igényel a teljes megfelelés eléréséhez, amelyet meg is valósítottak helyszínen. Az 1. számú melléklet tartalmazza a légtömörség mérési jegyzőkönyvet. [4]

5.2.6. Összegzés

A légtömörségmérés során megállapítottuk, hogy a vizsgált helyiség burkolata, valamint az épületgépészeti rendszerek megfelelően záródnak, és a tér képes a tűzoltóanyag koncentrációját az előírt tartási idő alatt megtartani. A mért értékek alapján a helyiség

megfelelt az MSZ EN 15004-1 szabvány [4] követelményeinek. A vizsgálat igazolta, hogy az épület szivárgási jellemzői kielégítik a tűzvédelmi célokat, és a berendezés beállításai pontosan működtek. A folyamat lezárásaként a rendszert visszaállítottuk az eredeti állapotába, eltávolítottuk a mérőeszközöket, és dokumentáltuk az eredményeket, amelyek a későbbi ellenőrzésekhez és karbantartásokhoz is felhasználhatók. [4]

5.3. Beépített gázzal oltóberendezés megtervezése

5.3.1. Helyiséggel kapcsolatos információk

A légtömörségmérés megmérése előtt a helyszínen begyűjtöttünk minden olyan információt, amely alapján már meg lehet tervezni a beépített gázzal oltó berendezést. A lézeres távolságmérés és a kapott tervek szerint a helyiség 15m² alapterülettel rendelkezik, amelyben álmennyezet van kialakítva. Az álmennyezet és a födém között 0,4 méter van, míg a padló és az álmennyezet között 2,6 méter mérhető, tehát ketté van osztva a védendő tér. Fontos továbbá a védendő terület épületszerkezete. A határoló falak gipszkarton és monolit vasbeton. Ez abból a szempontból fontos, hogy hova milyen berendezést tudunk stabilan felszerelni. [4] [22]

A helyiségben különböző eszközöket és berendezéseket tartalmaz. A helyiség közepén egy 100x100 as rack szekrény található, amelyben switchek, patch panelek, szünetmentes tápegységek és adat-biztonsági mentésre szolgáló eszközök. Az utóbbi a legfontosabb eleme hiszen a cég legfontosabb adatait tárolja. A beépített tűzoltó berendezés ezen Rack szekrény elemei megvédése miatt rendeltette meg cégünktől. A helyiségben ezenfelül nem tárolnak olyan tárgyakat, amelyek igényelnék a kialakított védelmet. Tartalmaz különböző épületgépészeti elemeket, amelyeket közül az elszívó berendezés meglelt szüntetve, a klímákat úgy programoztattuk fel, hogy tűzjelzés hatására felfüggeszék működésüket. [4]

5.3.2. Tervezői program

A rendszertervezéshez a Fike tervezői programját használtam. Ebbe a programba írtam be minden olyan információt, amelyet több forrásból szereztem meg. Első lépésként a védett terek geometriai adatait vettem fel. Az álmennyezet alatti helyiség méreteit a helyszíni felmérés és kapott tervek alapján 6,10 m hosszúnak, 2,50 m szélesnek és 2,60 m belmagasságúnak vettem, ami 39,65 m³ nettó védett térfogatot ad. Az álmennyezet feletti teret külön védendő térként kezeltem, amelynek az alapterülete megegyezik az előbbiekben kiszámolt alapterülettel, de a magassága 0,40 m, így a térfogata 6,10 m³. A további méretezésnél tehát a két védendő területet vizsgáltam, majd a szükséges oltóanyag-mennyiséget összegeztem. A számításokhoz rögzítettem a környezeti feltételeket is: 18–21 °C közötti hőmérsékletet és a kb. 38% relatív páratartalmat és a tengerszint feletti magasságot. Ezeket az adatokat, valamint a térfogatokat és a választott FK-5-1-12 oltóanyagra vonatkozó tervezési koncentrációt, ami az MSZ EN 15004-2 szabvány [17] alapján 5,6% minimális tervezési értéként és maximálisnak 6,2% tervezési értéket adtam meg a Fike áramlásszámító szoftverben. A számításaim alapján a maximális 6,3 % értéket kaptam, ezért terveztem alá, hogy legyen tartalék. [17]

A program ennek alapján határozta meg a szükséges anyagmennyiséget és a fűvókák kiosztását. A számított összes oltóanyag-igény mindkét térre együtt ≈ 43 kg (az álmennyezet alatti térre 37 kg, az álmennyezet feletti térre 6 kg). A palackméret kiválasztásánál figyelembe vettem a gyártó által megengedett töltési sűrűséget. Ha 43 kg anyagot 45 literes palackban tárolok, akkor a töltési sűrűség: $43 \text{ kg} / 45 \text{ L} \approx 0,96 \text{ kg/L}$, ami biztonságosan a Fike által megadott határérték alatt marad. A palacktól egy egyszerű, függőleges felszálló cső indul, amelyre építettem az egész hálózatot. A főbb elemek:

- **palackcsatlakozó szakasz:** 25 mm-es acélcső (SCH 40), kb. 0,87 m hosszban, közvetlenül a palacktól indulva;
- **függőleges felszálló:** 20 mm-es cső, kb. 2,10 m-es szakasz a T-idomig;
- **T-idom:** 20×15×20 mm, innen ágazik szét az oltóanyag az álmennyezet alatti és feletti tér felé;

A T-idom egyik ága az **álmennyezet alatti** fűvókához vezet:

- kb. 0,60 m hosszú 20 mm-es csőszakasz, végén 3/4" (20 mm) 180 fokos fűvóka 14,7 mm-es fűvókanyílással.

A másik ág az **álmennyezet feletti** tér fűvókájához megy:

- kb. 0,40 m 15 mm-es cső, végén 1/2" (15 mm) 180 fokos fűvóka 7,1 mm-es nyílással.

A csőhálózatban összesen három könyök (1 db 15 mm-es, 2 db 20 mm-es) és egy T-idom található. A programban minden elemet külön-külön jelöltem (lásd 9. ábra). Ezen beállításokkal az oltórendszer a szabványoknak [17] megfelelően 10 s kiürítési időn belül juttatja a teljes oltóanyag-mennyiséget a megfelelő koncentrátumban a védett terekbe, így a teljesül tűz eloltásához szükséges minden feltétel ebből a szempontból. A 2. számú melléklet tartalmazza az áramlásszámítási jegyzőkönyvet. [17]



9. ábra

A tervezett rendszer hidraulikus méretező programból vett izometrikus rajza [saját ábra]

5.3.3. A tervezett rendszer működési elve

Az előzőekben általam megtervezett rendszer a következőképpen fog működni: A védett térben belül egy darab oltópalackban lévő magas nyomáson tárolt FK-5-1-12 oltógáz tűzjelzéskor a kiépített csőhálózaton és a védett térben elhelyezett fűvókákon keresztül a védett térbe jut és ott kifejtve hatását eloltja a tüzet. Az oltóközpont a hozzá kapcsolódó automata érzékelőkkel detektálja a tüzet, majd ennek megfelelően indítja az oltást. A hang és fényjelző vezérlésével pedig felhívja a figyelmet a veszélyhelyzetre. A központon az oltás indításához kettős függés lesz programozva. A védett térben négy automataérzékelő kerül majd telepítésre a központ két különböző zónájára. Az egyik jelzése esetén a központon tűzjelzés jelenik meg és hangjelző figyelmeztet a veszélyre, azonban az oltási folyamat csak két érzékelő együttes jelzése esetén indul el a veszélyt jelző táblák világítani kezdenek és újabb hangjelzés hallható. Az oltási folyamat 60 másodperces késleltetéssel indul, ez alatt az idő alatt lehetőség van a tér elhagyására, téves jelzés esetén az oltás blokkolására (oltásblokkoló gomb). A tényleges oltás ezután kezdődik. Az oltásindító gomb megnyomására viszont az oltási folyamat 30 másodperces késleltetéssel indul. Az előriasztásról, oltásról és hibajelzésekről jelezést küldünk az épület tűzjelző berendezésére. [4] [14] [17] [27]

5.3.4. Tűzérzékelés, oltás indítás módja és vezérlési módok

Az automatikus tűzérzékelést és oltásindítást automatikus oltásvezérlő rendszerrel valósítom meg. Automatikus optikai füstérzékelők kerülnek födémére és az álmennyezetre, oltásindító és oltásblokkoló gombok kerülnek a bejárati ajtó mellé. Az oltásvezérlő központot a helyiség bejáratával azonos falra helyezzük el. A központ az érzékelők vagy az oltásindító gomb jelére elindítja a figyelmeztető jelezést és az oltást. Lehetőség van az oltópalackon az oltásvezérlő rendszer kihagyásával mechanikus oltásindításra a palackra szerelt elsütő szeg beütésével. Vezérlések esetében pedig a tervezett oltóberendezés különböző jelzések esetén, különböző vezérléseket fog elindítani. Egy automata érzékelő jelzése esetén a sziréna hangjelzést ad, illetve az oltóközpont tűzjelzés jelet továbbít a tűzjelző központ felé, de két automata érzékelő együttes jelzése esetén az oltás 60 másodperces oltáskésleltetése elindul, aktiválódnak a

figyelmeztető táblák és Oltás indult jelzés átadása történik a tűzjelző központ felé. Kézi oltásindító benyomása esetén 30 másodperces oltáskésleltetés elindul, valamint aktiválódnak a hang-fény jelzők, figyelmeztető táblák. Az oltóközpont Oltás indult jelzést továbbít a tűzjelző központ felé. Oltás aktiválásakor a bejáratú ajtó külső oldalán elhelyezett Oltás indult feliratú figyelmeztető tábla világít. Az eseményekről az oltóközpont átjelzést biztosít a tűzjelző központra a következő bontásban: tűz kialakulása, oltás elindulása, hiba bekövetkezése és blokkolás esetén. [4] [21] [27]

5.3.5. Biztonsági előírások

Az oltási koncentrációk egyik védendő térben sem érik el a NOAEL szintet (10%), ezáltal a gáznak oltási koncentrációban nincsenek élettani hatásai azonban egy esetleges tűz során lehetnek olyan bomlástermékei melyek izgató, maró hatásúak lehetnek. Ezért az oltásvezérlő riasztás jelzésénél a késleltetési időn belül el kell hagyni a helyiséget. Amennyiben a késleltetési időben a helyiség elhagyása nem lehetséges, úgy a maximálisan bent tölthető idő 5 perc. [4] [5]

5.3.6. A berendezés részegységeinek, elemeinek elhelyezése

Az oltóközpontot az bejáratú ajtó mellé a védett téren kívül az oltópalackok közelébe, a falra, körülbelül 1,6m magasan (kijelző magassága) szükséges felszerelni. Az automata optikai füstérzékelőket a mennyezetre a térben egyenlő területet lefedve kerülnek felszerelésre. Az optikai érzékelőkkel védhető terület sugara 5,5m, mivel kettős függésben indítják a vezérléseket. Az oltásindító és blokkoló gombok az ajtó mellé 1,4m magasan kerülnek felszerelésre. A hangjelzőt a központ fölött, a veszélyt jelző táblákat az ajtó fölött a külső és belső oldalra helyezzük el. A kapott alaprajz alapján az ajtóval szemközi fal vasbeton szerkező, tehát arra tervezem az oltópalack rögzítését, mivel ennek a stabilitása a legfontosabb. 2db. 180 fokos fűvókát helyezünk el, mivel a fal közelébe helyezzük. Az egyiket a föld és az álmennyezet közé, másikat pedig a padló és az álmennyezet közé szereltük a meghatározott szerelési magasságok alapján. A 3. számú melléklet tartalmazza az oltóberendezés kivitelezési tervét. [4] [5] [21] [22]

5.3.7. A vezetékezés jellemzői, tűzhatás elleni védelem szükségessége

A következőkben felsorolt vezetékeknek, valamint azok tartó- és függesztő szerkezetének legalább 30 percig ellen kell állniuk a tűznek, vagy ilyen időtartamú védettséget kell számukra biztosítani. Ilyen vezetékek az oltó központ és a hangjelzők, fényjelzők, kiürítési riasztást hangosító rendszer közötti vezetékek. A vezetékezés szerelését szabályozásoknak megfelelően kell elvégezni. Kábelcsatornák, és csövezések méretét úgy választottam meg, hogy a kábeleket könnyen be/ki lehessen húzni. A tűzjelző berendezés vezetékeit, kábeleit úgy kell vezetni, hogy elkerülhetők legyenek a káros hatások. A kábelezésnél elsősorban a következő tényezőket kell figyelembe venni:

- Az olyan szintű elektromágneses zavarokat, melyek megghiúsíthatják a helyes működést
- a tűz károsító hatásának lehetőségét
- a mechanikai sérülés lehetőségét, beleértve azokat a sérüléseket is, melyek zárlatot okozhatnak a rendszer és más kábelek között
- más rendszerek karbantartási munkái során keletkező sérülések

A vezetékeket, kábeleket és a rendszer fémes részeit az épület villámvédelmi rendszerének fémrészeitől megfelelően el kell szigetelni. A zavaró hatások csökkentése érdekében a tűzjelző kábeleket más rendszerek vezetékeitől el kell különíteni:

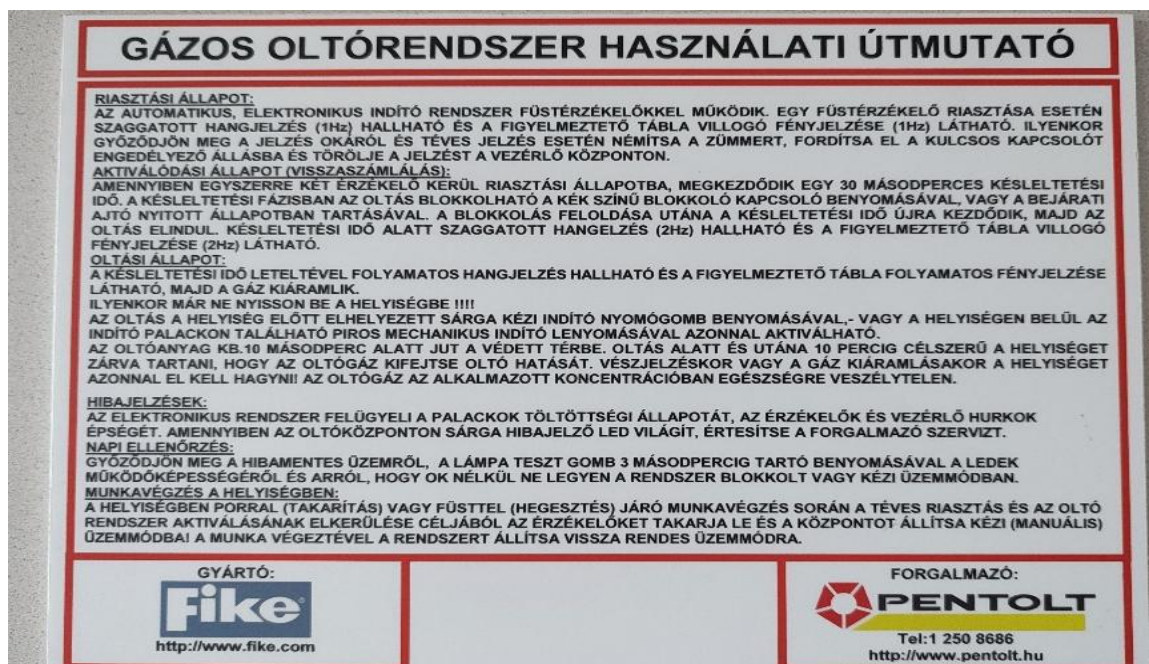
- a kifejezetten csak a tűzjelző kábelek számára fenntartott kábelcsatornák, csövek és elosztók felszerelésével;
- más rendszerek vezetékeitől megfelelő távolságban (általában 0,3 m) szerelve

A tűzjelző berendezés látható módon szerelt vezetékeit, kábeleit, védőcsöveit, csatornáit legalább 2 méterenként azonosító jelzéssel („tűzjelző” felirattal) kell ellátni, kivéve az egyértelműen azonosítható vezetékeket, kábeleket stb. Egyértelműen azonosíthatónak tekinthető az érzékelőhöz, jelzésadóhoz stb. csatlakozó vezetékszakasz, védőcső, kábelcsatorna, valamint a teljes hosszában vörös színű vezeték, kábel. Amennyiben a tűzjelző kábelek elkülönített csatornában, csőben mennek, a megfelelően rögzített csatorna vagy csőfedél feltétele után teljesen takartak lehetnek. Az eszközön kívül vezetékeket, kábeleket nem szabad összekötni. Olyan kábel összekötési és bekötési eljárást kell alkalmazni, amely a kábel megbízhatóságát és tűzállóságát nem rontja. [21]

[22]

5.3.8. A berendezés felügyelete, biztonságos működésének megoldása

Az épületben 24/7-es porta szolgálat működik, két, a tűzjelző berendezés kezelésére kioktatott személlyel, akik folyamatosan biztosítják a rendszer állandó felügyeletét. Ennek megfelelően a meghatározott felügyeleti követelmények a OTSZ [3] szerint teljesülnek, ezért az épületben nem került kiépítésre automatikus tűz- és hiba átjelzés a katasztrófavédelem felé. A porta szolgálatot oktatásban fogjuk részesíteni az oltóberendezéssel kapcsolatban, mivel más eljárást kell ebben az ügyben elvégezniük. Az oktatástól függetlenül használati útmutató táblát is elhelyezünk a portán (lásd 10. ábra). A portán található tűzjelző központ modulon keresztül fogadja az oltásvezérlő központ jelzéseit: az oltásindítást, az általános hibát és az üzemben kívüli állapotot. A felügyeletén kívül biztosítani kell állandó működését és ezért az oltásvezérlő központban 2db. 4,5Ah 12V akkumulátor lesz elhelyezve, amely biztosítja a hálózati áram kimaradása esetén a rendszer működését a OTSZ. [3] által meghatározott 24 órán keresztül. Amennyiben, ha bekövetkezés hiba jelzést küld a tűzjelző központ felé. [3] [21]



10. ábra Használati útmutató [Saját ábra]

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatban a gázzal oltó berendezések elméleti háttérétől kiindulva jutottam el egy konkrét szerverterem FK-5-1-12 oltóanyaggal történő védelmének részletes megtervezéséig. Elsőként bemutattam az oltógázok történelmi fejlődését, kiemelve a szén-dioxid és a halonok korábbi erőteljes jelenlétét, majd azokat a nemzetközi környezetvédelmi egyezményeket (Montreáli és Kiotói Jegyzőkönyv), amelyek alapvetően átalakították az alkalmazható oltóanyagok körét. Rámutattam, hogy a halonok kivonása és a nagy GWP-értékű gázok korlátozása szükségessé tette az új, tiszta oltóanyagok – például az FK-5-1-12 – és az inert gázok – mint az IG-55 – elterjedését.

A dolgozatban áttekintettem a legfontosabb oltógáztípusokat: a kémiai rendszereket, a halon alapú rendszereket, a szén-dioxidot és az inert gázokat. Két anyagot részletesen összehasonlítottam: az IG-55-öt és az FK-5-1-12-t. Az összehasonlítás során vizsgáltam az oltási mechanizmust (oxigénszint-csökkentés hőelvonás), a személyi biztonságot (NOAEL/LOAEL értékek), a rendszertervezési szempontokat (palacknyomás, töltési sűrűség, szükséges palackszám, elhelyezhetőség), valamint a környezeti terhelést. Ezek alapján igazoltam, hogy kis térfogatú, érzékeny elektronikai berendezéseket tartalmazó terekben, mint egy szerverterem az FK-5-1-12 kedvező választás, mivel kis koncentrációban is hatékony, nem károsítja a berendezéseket, és alacsony környezeti terheléssel jár és kevesebb palack szükséges tárolásához.

A szabályozási fejezetben részletesen ismertettem a hazai tűzvédelmi jogszabályi környezetet és az alkalmazott szabványokat. Bemutattam az OTSZ és a TvMI-k szerepét, a beépített tűzjelző és tűzoltó berendezésekre vonatkozó követelményeket, valamint az MSZ EN 15004-1 és az NFPA 2001 releváns előírásait. Külön kitértem a gázzal oltó berendezések üzembe helyezéséhez, légtömörségméréséhez, túlnyomáslevezetéséhez és biztonsági követelményeihez kapcsolódó részekre, mivel ezek közvetlenül meghatározzák a gyakorlati tervezést. A dolgozat gyakorlati részében egy konkrét szerverterem védelmének kialakítását mutattam be. A helyszíni bejárás során felmértem

a védendő tér geometriai adatait, a szerkezeteket, az IT-berendezések elrendezését, valamint az épületgépészeti és tűzjelző rendszerek állapotát. A Retrotecc 6000 ajtóventilátoros berendezéssel végzett légtömörségmérés igazolta, hogy a helyiség képes az előírt oltóanyag-koncentrációt a szabvány szerinti tartási idő felett megtartani, ugyanakkor negatív csúcspresszió esetén kiegészítő nyomáskiegyenlítő felületre volt szükség, amit a helyszínen sikeresen kijavítottunk különböző szigetelőanyagok eltávolításával.

A Fike tervezőprogramjával végzett számítások alapján meghatároztam az álmennyezet alatti és feletti tér oltóanyag-igényét, a szükséges palackméretet, a csőhálózat átmérőit, hosszait, az idomok számát, valamint a fűvókák típusát és elhelyezését. Egy egyszerű, egy palackos, egy felszálló vezetékes, két fűvókás rendszert alakítottam ki, amely 10 másodpercen belül képes a teljes oltóanyag-mennyiséget a védett terekbe juttatni. Részletesen bemutattam az automatikus tűzérzékelést, a késleltetési idők, a hang- és fényjelzések, a túlnyomáslevezetés, a vezetékezés és a tartalék tápellátás kialakítását. A porta 24/7-es felügyeleti szerepét és a tűzjelző központtal, valamint az oltásvezérlő központtal való kommunikációt is elemeztem, biztosítva, hogy az üzemeltető személyzet megfelelő tájékoztatást és képzést kapjon.

Összefoglalva, a szakdolgozat igazolta, hogy az FK-5-1-12 oltóanyaggal működő beépített gázzal oltó berendezés alkalmas egy szerverterem biztonságos és szabványos védelmére. A rendszer megfelel a vonatkozó hazai és nemzetközi előírásoknak, biztosítja a szükséges oltási koncentrációt és tartási időt, figyelembe veszi az épület szerkezeti és gépészeti adottságait, valamint a bent tartózkodók biztonságát. A bemutatott tervezési folyamat jól szemlélteti, hogyan lehet a jogszabályi, műszaki és üzemeltetési szempontokat egységes, működőképes rendszerben összehangolni és ezt tekintem a dolgozat egyik fő eredményének.

SUMMARY

In this thesis, I progressed from the theoretical background of gaseous fire suppression systems to the detailed design of an FK-5-1-12 extinguishing system for a specific office-building server room. First, I presented the historical development of clean agents, highlighting the former dominance of carbon dioxide and halon gases, followed by the international environmental agreements (the Montreal and Kyoto Protocols) that fundamentally reshaped the range of permissible extinguishing agents. I demonstrated how the phase-out of halons and the restriction of high-GWP gases necessitated the introduction and widespread adoption of new clean agents—such as FK-5-1-12—and inert gases such as IG-55.

The thesis reviewed the main categories of extinguishing gases, including chemical clean agents, halon-based systems, carbon dioxide, and inert gases. Two extinguishing agents—IG-55 and FK-5-1-12—were examined in detail. The comparison addressed extinguishing mechanisms (oxygen reduction heat absorption), personnel safety (NOAEL/LOAEL limits), system-design considerations (cylinder pressure, filling density, cylinder quantity, installation constraints) and environmental impact. Based on these factors, I concluded that FK-5-1-12 is a highly suitable choice for small, equipment-sensitive technical rooms such as server rooms, due to its effectiveness at low design concentrations, minimal impact on equipment, lower environmental burden, and reduced cylinder storage requirements.

The regulatory chapter presented the Hungarian fire safety framework and the applicable standards. I introduced the roles of the OTSZ and the Technical Guidelines (TvMI), the requirements for fire detection and extinguishing systems, and the relevant provisions of MSZ EN 15004-1 and NFPA 2001. Special emphasis was placed on commissioning procedures, enclosure integrity testing, pressure relief, and safety requirements, as these directly affect practical design.

The practical part of the thesis demonstrated the complete design of a gas extinguishing system for a specific server room. During the site survey, I assessed the room geometry, structural conditions, IT-equipment layout, and the state of existing HVAC and fire-detection systems. Enclosure integrity testing was performed using a Retrotec 6000 door-fan unit, confirming that the room could maintain the required agent concentration beyond the standard retention time. A negative peak-pressure issue was identified, necessitating additional pressure-relief capacity, which was successfully implemented by removing specific sealing materials.

Using the Fike design software, I calculated the extinguishing agent requirements for both the below-ceiling and above-ceiling spaces, defined the cylinder size, pipe diameters, pipe lengths, fittings, and selected appropriate nozzle types and locations. A simple system configuration was developed with one cylinder, one vertical riser, and two nozzles, capable of discharging the full extinguishing agent mass into the protected spaces within 10 seconds. I also described the automatic detection approach, time delays, audible and visual alerts, pressure-relief functions, cabling requirements, and backup power supply. The role of the 24/7 reception staff and the communication between the fire alarm control panel and the extinguishing control panel were also addressed, ensuring proper operator awareness and training.

In conclusion, the thesis demonstrates that a built-in FK-5-1-12 gaseous extinguishing system is a safe and compliant method for protecting a server room. The system meets national and international standards, provides the required concentration and retention time, accounts for structural and mechanical characteristics, and ensures occupant safety. The presented design process illustrates how regulatory, technical, and operational requirements can be integrated into a coherent and functional fire suppression solution—representing one of the key achievements of this project.

HIVATKOZÁSJEGYZÉK

- [1] N. F. P. A. (NFPA), *NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems*, Quincy, MA, USA: National Fire Protection Association, 2025.
- [2] O. K. F. (OKF), „Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek,” [Online]. Available: <https://www.katasztrofavedelem.hu/213/tuzvedelmi-muszaki-iranyelvek>. [Hozzáférés dátuma: 27 10 2025].
- [3] Belügyminisztérium, *54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról*, Budapest, Magyarország: Magyar Közlöny, 2014.12.05.
- [4] M. S. T. (MSZT), *MSZ EN 15004-1:2025 – Beépített tűzoltó berendezések. Gázzal oltó berendezések. 1. rész: Tervezés, kivitelezés és karbantartás (ISO 14520-1:2023, módosítva)*, Budapest, Magyarország: Magyar Szabványügyi Testület, 2025.05.01.
- [5] C. Fike, *FK-5-1-12 – Design Guide*, Fike, 2022.05.03.
- [6] É. F. (. C. Európai Bizottság, „Montreali jegyzőkönyv az ózonréteget lebontó anyagokról,” 12 12 2019. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/summary/montreal-protocol-on-substances-that-deplete-the-ozone-layer.html>. [Hozzáférés dátuma: 24 10 2025].
- [7] É. F. (. C. Európai Bizottság, „Kiotói Jegyzőkönyv,” EUR-lex, 07 06 2021. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=LEGISSUM:kyoto_protocol. [Hozzáférés dátuma: 24 10 2025].
- [8] W. Tom, „Clean Agent Fire Suppression Update,” 2006. [Online]. Available: <https://www.sfpe.org/publications/fpemagazine/fpeextra/etarchives/fpeetissue5>. [Hozzáférés dátuma: 24 10 2025].
- [9] M. Ágota, Szerző, *Beépített Gázzal oltó berendezések*. [Performance]. ÓE Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2025.03.21.
- [10] P. MJ, „Which Gases Are Used in Fire Suppression Systems?,” 23 07 2020.

- [Online]. Available: <https://www.firetrace.com/fire-protection-blog/gases-used-in-fire-suppression-systems>. [Hozzáférés dátuma: 24 10 2025].
- [11] N. F. P. A. (NFPA), *NFPA 12: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems*, Quincy, MA, USA: National Fire Protection Association, 2025.
- [12] I. Bini, „Material Safety Datasheet — IG-55 Safety Information,” 26 09 2023. [Online]. Available: <https://www.firetec-systems.com/uploads/Data%20Sheets/Inertech/31FSL-MSDS-IG-55.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 24 10 2025].
- [13] M. S. T. (MSZT), *Beépített tűzoltó berendezések. Gázzal oltó berendezések. 9. rész: Az IG-55 oltóanyaggal oltó berendezések fizikai tulajdonságai és rendszertervezés (ISO 14520-14:2015, módosítva)*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület (MSZT), 2018 / 05 / 01.
- [14] B. Jones, *FK-5-1-12 CLEAN AGENT DATA SHEET*, Blue Springs, Missouri 64013 U.S.A: Fike Corporation, 2022.03.12.
- [15] 3. Company, „Corporate Statement – Novec,” 16 02 2023. [Online]. Available: <https://www.statx.com/wp-content/uploads/2023/02/Corporate-Statement-Novec-1.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 22 11 2025].
- [16] H. Corporation, „Honeywell FK5-1-12 Clean Agent Fire Extinguishing system OWNER’S MANUAL,” 2023. [Online]. Available: <https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/hbt/en-us/documents/manuals-and-guides/user-manuals/HSN-MNL-F2-R4-FK-5-1-12-CLEAN-AGENT-SYSTEM-MANUAL.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 23 11 2025].
- [17] M. S. T. (MSZT), *Beépített tűzoltó berendezések. Gázzal oltó berendezések. 2. rész: Az FK-5-1-12 oltóanyaggal oltó berendezések fizikai tulajdonságai és rendszertervezés (ISO 14520-5:2019, módosítva)*, Budapest, Magyarország: Magyar Szabványügyi Testület, 2021 / 02 / 01.
- [18] J. Brian, „FK-5-1-12 CLEAN AGENT DATA SHEET,” Fike Corporation, Blue Springs, Missouri 64013 U.S.A, 2022.03.12.
- [19] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a

tűzoltóságról, 1996.

- [20] Á. Mohai, Szerző, *A Tűzvédelem Szabályozása*. [Performance]. ÓE Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2025.03.21.
- [21] O. K. F. (OKF), *Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI) 5.4:2024.02.01 – Beépített tűzjelző berendezés tervezése, telepítése*, Budapest, Magyarország: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2024.02.01.
- [22] O. K. F. (OKF), *Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI) 6.6:2025.02.01 – Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése (Planning, design and installation of fixed fire fighting systems)*, Budapest, Magyarország: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2025.02.01.
- [23] Á. Mohai, Szerző, *Füstérzékelők*. [Performance]. ÓE Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2025.03.21.
- [24] Fike, „FK5112 design,” Fike, Blue Springs, Missouri 64013 U.S.A, 2022.
- [25] OEM, *FK-5-1-12 Gas Extinguishing System – Technical Specification*, 2019.09.06, OEM.
- [26] Retrotech.Kft, „300/5000/6000 Blower Door QuickGuide (US6210 Manual),” [Online]. Available: https://www.itm.com/pdfs/cache/www.itm.com/us6210/manual/us6210-manual.pdf?srsId=AfmBOooa0j21VnyD9o9Vfx-1X9NUBWZT0C-5qzYAqwFiRH7gyDWp1_nw. [Hozzáférés dátuma: 01 11 2025].
- [27] M. S. T. (MSZT), *Beépített tűzoltó berendezések. Gázzal oltó berendezések részegységei. 1. rész: Automatikus, elektromos vezérlő és késleltető szerkezet követelményei és vizsgálati módszerei*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület (MSZT), 2003.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Optikai füstérzékelő és másodkijelző [saját ábra]	18
2. ábra Oltás indító és blokkoló kézi jelzésadók [saját ábra].....	21
3. ábra Túlnyomáslevezető zsalu [saját ábra]	23
4. ábra Oltószelep [5]	25
5. ábra Közvetlen oltószelep működtető (DIVA) [[5]]	26
6. ábra 180°-os és 360°-os fűvókák [5]	30
7. ábra Tömítések [saját ábra].....	35
8. ábra Ventilátor és elhatároló fal [saját ábra]	37
9. ábra A tervezett rendszer hidraulikus méretező programból vett izometrikus rajza [saját ábra].....	41
10. ábra Használati útmutató [Saját ábra].....	45

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni hálámat és őszinte köszönetemet belső konzulensemnek, **Mohai Ágotának**, aki tanulmányaim során folyamatos támogatásával, felkészítésével és értékes szakmai tudásának átadásával nagyban hozzájárult ahhoz, hogy munkámat sikeresen elkészíthessem.

Külön köszönettel tartozom külső konzulensemnek, **Sipeki Gábornak**, aki szakmai tanácsaival, útmutatásával és a szakdolgozat elkészítéséhez nyújtott minden segítségével meghatározó szerepet játszott a dolgozat végső formájának kialakításában.

Hálával tartozom **családomnak**, akik végig mellettem álltak, biztattak és támogatásukkal lehetővé tették, hogy tanulmányaimat és ezt a dolgozatot elvégezhessem.

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Légtömörség mérési jegyzőkönyv
2. számú melléklet: Áramlásszámítási jegyzőkönyv
3. számú melléklet: Oltóberendezés kivitelezési terve

Enclosure Integrity Test Report

In compliance with ISO 14520 (2023 edition) Annex E
(using FSSA peak pressure equations)

INSERT COMPANY LOGO

XY Kft

Tested building: XY irodaház
Tested enclosure: szerver helyiség

Building Address:

Performed for:

Performed by:
Certification level 2
Test date: 2025-10-08
Associated Test file:

Summary – F121.1 szerver

 FanTestic Integrity		version: 5.16.95	licensed to: XY Kft
Test date: 2025-10-08		By:	Certification: 2
Location:		Building: XY	
Witness:			
Enclosure conditions prior to discharge		Extinguishing agent details	
Net protected volume, V [m ³]		Agent	
		Novec 1230 [FK-5-1-12]	
Max flooded height, H _o [m]		Quantity [kg]	
		43	
Required protected height, H _p [m]		Type	
		Halocarbon	
Design temp, T [C]		Discharge time, [s]	
		10	
Enclosure pressure limit, [Pa]		Mixing during hold time	
		No	
Specified Hold Time, [min]		Initial concentration, c _i	
		6,3286%	
Elevation, [m]		Design concentration, c	
		6,2%	
Minimum design humidity		Minimum concentration, c _{min}	
30%		5,27%	
Maximum design humidity		Bias during Hold, P _{bh} [Pa]	
60%		0	
Test equipment		Hold time results	
Fan make/model		Leakage exponent, n	
Retrotec 6000		0.6484	
Fan serial #		Leakage constant, k ₁ [m ³ /h/Pa ⁿ]	
Fan calibration date		24.10	
Gauge make/model		Total Leakage Area, [cm ²]	
DM32		120	
Gauge serial #		Predicted Hold Time, t [min]	
413488		13.1	
Gauge calibration date			

Hold Time compliance based on ISO 14520 (2023 edition)

- Total Enclosure Leakage - ISO 14520 requires at least 5 induced pressures, per test direction, between 10 and 60 Pa

Calculations predict that the enclosure will maintain the minimum concentration of 5,27% at the required protected height of 2.2 m for **13.1 minutes**. The enclosure **PASSES** this acceptance procedure because this hold time is greater than the specified minimum of 10 minutes.

Peak Pressure compliance using FSSA equations

Calculations predict a maximum positive peak pressure of **104 Pa**. This pressure is less than the specified maximum enclosure pressure limit of 500 Pa, therefore the enclosure **PASSES** this part of the procedure

Calculations predict a maximum negative peak pressure of **779 Pa**. This pressure is greater than the specified maximum enclosure pressure limit of 500 Pa, therefore the enclosure **FAILS** this part of the procedure.

This enclosure will **require additional PRV area of 94 cm²** that opens under negative pressure to maintain the enclosure's structural integrity and pass the peak pressure procedure in the negative direction. Use the following link to check out the options for pressure relief vents: <https://retrotec.com/multi-flow-vents.html> .

- (-) FAILS - ELA for enclosure and vent of 174 cm^2 is less than the minimum required ELA of 268 cm^2 . At least 94 cm^2 of venting must be added to remain below the enclosure peak pressure limit of 500 Pa .
- (+) PASSES - ELA for enclosure and vent of 174 cm^2 exceeds the minimum required ELA of 38 cm^2 and the peak pressure of 104 Pa is less than the enclosure pressure limit of 500 Pa .

Assumptions and warnings

While FanTestic Integrity software may identify clean agent peak pressure and hold time risks, use of this software does not in any way guarantee the elimination of those risks.

Section 9.2.4 requires that at least every 12 months it must be determined that the enclosure has not been affected otherwise the test must be repeated.

“9.2.4 Enclosures

9.2.4.1 *At least every 12 months it shall be determined whether boundary penetration or other changes to the protected enclosure have occurred that could affect leakage and extinguishant performance. If this cannot be visually determined, it shall be positively established by repeating the test for enclosure integrity in accordance with Annex E.*

9.2.4.2 *Where the integrity test reveals increased leakage that would result in an inability to retain the extinguishant for the required period, remedial action shall be carried out.*

9.2.4.3 *Where it is established that changes to the volume of the enclosure or to the type of hazard within the enclosure, or both, have occurred, the system shall be redesigned to provide the original degree of protection.*

It is recommended that the type of hazard within the enclosure, and the volume it occupies, be regularly checked to ensure that the required concentration of extinguishant can be achieved and maintained.”

It is assumed that testers are properly trained.

9.4 Training

All persons who may be expected to inspect, test, maintain or operate fire-extinguishing systems shall be trained and kept adequately trained in the functions they are expected to perform.

Enclosure Integrity (hold time)

The enclosure was tested in compliance with ISO 14520 (2023 edition) Enclosure Integrity Procedure. These tests only address potential failures in maintaining extinguishing agent concentration due to excessive enclosure leakage. The following assumptions were made:

- The initial extinguishing agent concentration as indicated in the test report will be achieved.
- Ductwork connected to air-handling systems that are outside this enclosure will be either isolated with dampers or will be shut down during the hold time.
- An adequate return path for the air flow was provided during the enclosure integrity door fan tests.
- All intentional openings will be sealed during the enclosure leakage for hold time tests.
- If air handlers are used to provide continuous mixing, they will be dedicated to this enclosure and will not create significant flows across the enclosure boundaries.
- There are NO fans that continue running during the hold time or heat sources that will produce enough air circulation to cause a ‘continuous mixing’ condition within the entire enclosure.
- All other non-integrity tests, as outlined in the ISO standard, will be satisfactorily completed.

Enclosure Integrity (peak pressure)

Enclosure integrity tests and calculations were performed to determine that the enclosure has adequate venting to provide peak pressure relief as required by ISO 14520 (2023 edition) section 7.4.1.

Calculations for peak pressure were performed using equations from the Fire Suppression Systems Association (FSSA) "Pressure Relief Vent Guide".

The following assumptions were made:

- All intentional openings will be set to the operating condition expected during the agent discharge for positive peak pressure relief when enclosure leakage is tested for positive vent area.
- In addition, for halocarbons only, all intentional openings will be set to the operating condition expected during the agent discharge for negative peak pressure relief when enclosure leakage is tested for negative vent area.
- Adequate air flow was provided along a path leading to outdoors for the test fan but the doors surrounding the enclosure were set in the position that provide the lowest air flow required to establish the required test pressures.
- Design temperature inside the tested enclosure during discharge is 20.0 C.
- Relative humidity in the enclosure will range between 30% and 60%.

Background

Hold time prediction, Descending Interface Model

This procedure predicts the hold time for the extinguishing agent/air interface to drop to the specified minimum protected height, based on the variables shown in this report. Due to the conservative assumptions regarding leakage distribution, this prediction model usually predicts a shorter retention time as compared to an actual discharge, but not always.

This prediction only applies to conditions as found at the time of the test. Additional penetrations, weather, open doorways, HVAC modifications, malfunctions and the inherent assumptions in the enclosure integrity procedure could all combine to give very different results in a real discharge.

Leakage area defined for hold time

The Total Enclosure Leakage test measures all unintentional holes in the enclosure, the sub-floor and the above-ceiling space, whether or not extinguishing agent will leak out of these holes. All intentional openings (such as installed pressure relief vents) must be held in their closed position but not sealed. The measurement is performed over a range of pressures so that the exact leakage rate at lower pressures for agent loss will be known. The predicted hold time is worst case since it is assumed that half of the measured leakage is located in the ceiling and the other half is located in the floor.

Leakage area defined for Peak Pressure

Leakage for peak pressure does not depend on leak location, making the Total Enclosure Leakage test accurate for peak pressure prediction. All intentional openings (such as installed pressure relief vents) must be held in the positions they are expected to be in during the positive peak pressure spike during discharge. For halocarbons, this test must be repeated where all intentional openings (such as installed pressure relief vents) must be held in the positions they are expected to be in during the negative peak pressure spike during discharge. The measurement is performed over a range of induced test pressures so that the exact leakage rate at the higher reference pressure of 125 Pa for venting will be known. The predicted peak pressure will then be based on an enclosure leakage that accurately represents the free vent area faced by the agent discharge.

Discussion of Results – F121.1 szerver

Hold Time

Compliance with section E.2.8.7 of ISO 14520 (2023 edition)

Predicted hold time: enclosures ... without continuous mixing

It is predicted that a Total Enclosure Leakage **measurement** of 120 cm² maintains the minimum concentration of 5,27% at the minimum protected height of 2.2 m for **13.1 minutes**. This hold time is greater than the specified minimum of 10 minutes, therefore the enclosure **PASSES** this acceptance procedure. It was assumed that there was no 'continuous mixing' condition during the hold time. Predicted hold time was therefore calculated based on a descending interface model.

The maximum leakage allowed in the enclosure that will still maintain a hold time of 10 minutes is 158 cm² (calculated at a reference pressure of 10Pa).

Peak Pressure

Compliance with section 7 of ISO 14520 (2023 edition)

7.4.1: *"The protected enclosure shall have sufficient structural strength and integrity to contain the extinguishant discharge. Venting shall be provided to prevent excessive over- or under-pressurization of the enclosure."*

Calculations for peak pressure, based on leakage area of **Enclosure Only** at a standard reference condition of 125 Pa and using no pressure relief vent (PRV), determined:

- The enclosure would represent a free vent area during discharge of 174 cm² with the enclosure set up in the condition expected to occur during the positive pressure pulse caused by the agent discharge which is predicted to be **104 Pa**. This pressure is less than the specified maximum of 500 Pa, therefore the enclosure **PASSES** this part of the procedure
- The enclosure would represent a free vent area during discharge of 174 cm² with the enclosure set up in the condition expected to occur during the negative pressure pulse caused by the agent discharge which is predicted to be **779 Pa**. This pressure is greater than the specified maximum of 500 Pa, therefore the enclosure **FAILS** this part of the procedure.

Vents should be installed high in the enclosure so that mostly air is exhausted, instead of the heavier extinguishing agent. Additionally, the vents should be rated to fully open between 80-130 Pa. Once a vent is installed or it is decided to use leakage of the enclosure only to relieve pressures during discharge, the chosen venting situation is used to calculate expected peak pressure, and the available free vent area must be enough to relieve this peak pressure in order to pass. All leakage areas are extrapolated to a standard reference condition of 125 Pa which is representative of conditions where most of the peak pressure will be relieved.

Peak pressure calculation detail

Using the leakage area of **Enclosure Only** and equations from the Fire Suppression Systems Association (**FSSA**) "Pressure Relief Vent Guide":

- At the highest humidity of 60%, a peak positive pressure of approximately **104 Pa** would form.
- At the lowest humidity of 30%, a peak negative pressure of approximately **-779 Pa** would form.

- - (-) FAILS - ELA for enclosure and vent of 174 cm² is less than the minimum required ELA of 268 cm². At least 94 cm² of venting must be added to remain below the enclosure peak pressure limit of 500 Pa.
 - (+) PASSES - ELA for enclosure and vent of 174 cm² exceeds the minimum required ELA of 38 cm² and the peak pressure of 104 Pa is less than the enclosure pressure limit of 500 Pa.

Free vent area required calculation detail

Assuming an Enclosure Pressure limit of ± 500 Pa, this enclosure requires a total vent free area of **38 cm²** in the positive direction and **268 cm²** in the negative direction to maintain the enclosure's structural integrity.

Free vent area available calculation detail

The leakage area during discharge will be:

- **174 cm²** for the **Enclosure Only** with the enclosure set up in its Positive Discharge Period Condition, where any dampers or installed PRV were fixed in the position they would assume under +125 Pa.
- **174 cm²** for the **Enclosure Only** with the enclosure set up in its Negative Discharge Period Condition, where any dampers or installed PRV were fixed in the position they would assume under -125 Pa.

Additional PRV area required detail

The Enclosure Only provides 174 cm² of positive venting area. Since this is more than the required total of 38 cm², this enclosure **does not require any additional PRV area** to maintain structural integrity and pass the peak pressure procedure in the positive direction.

By subtracting the leakage provided by the Enclosure Only from the required total free vent area of 268 cm², this enclosure will **require additional PRV area of 94 cm²** that opens under negative pressure to maintain the enclosure's structural integrity and pass the peak pressure procedure in the negative direction.

Test Data Appendix–Szerver helyiség

Enclosure Construction Data

The maximum flooded height used in the calculations is 3.0 m. The equipment was installed in the room, and the top of the rack was measured to be 2.2 m, so 2.2 m was taken as the minimum height for protection. Net protected volume used is 45.8 m³. Building elevation used is 0 m, and the elevation correction factor used in the calculations is 1.

Total Enclosure Leakage test data

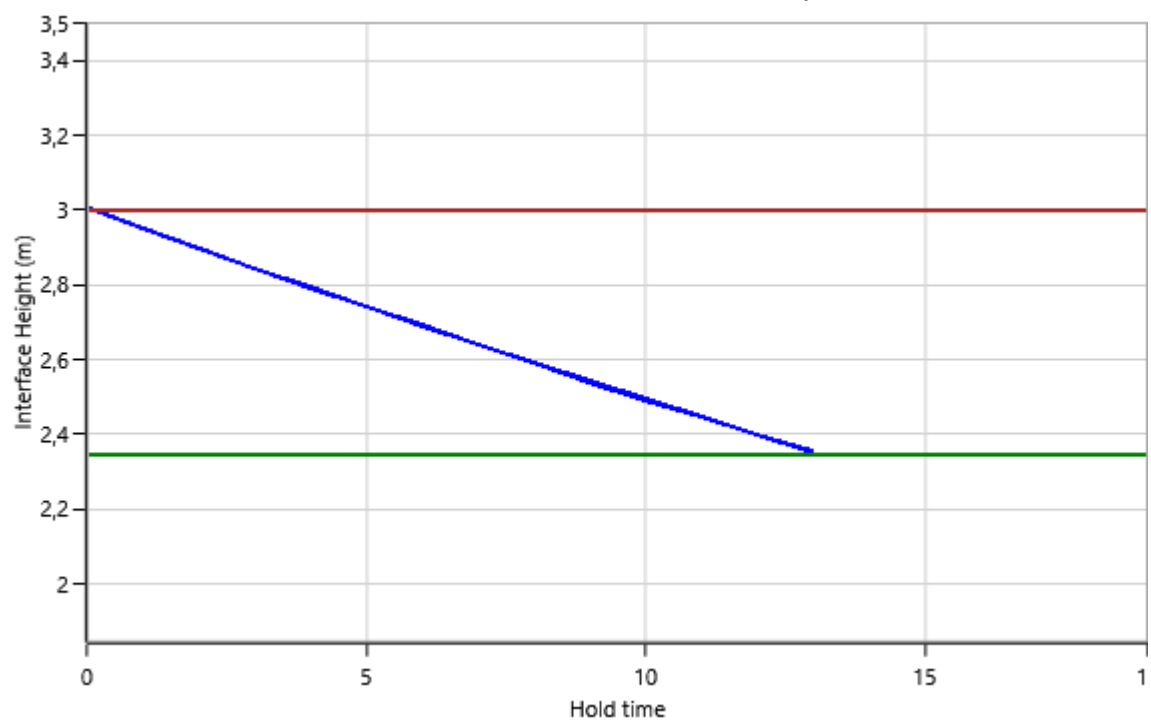
Based on **measured** values, the enclosure alone has an equivalent leakage area of **120 cm²** at a reference pressure of 10 Pa.

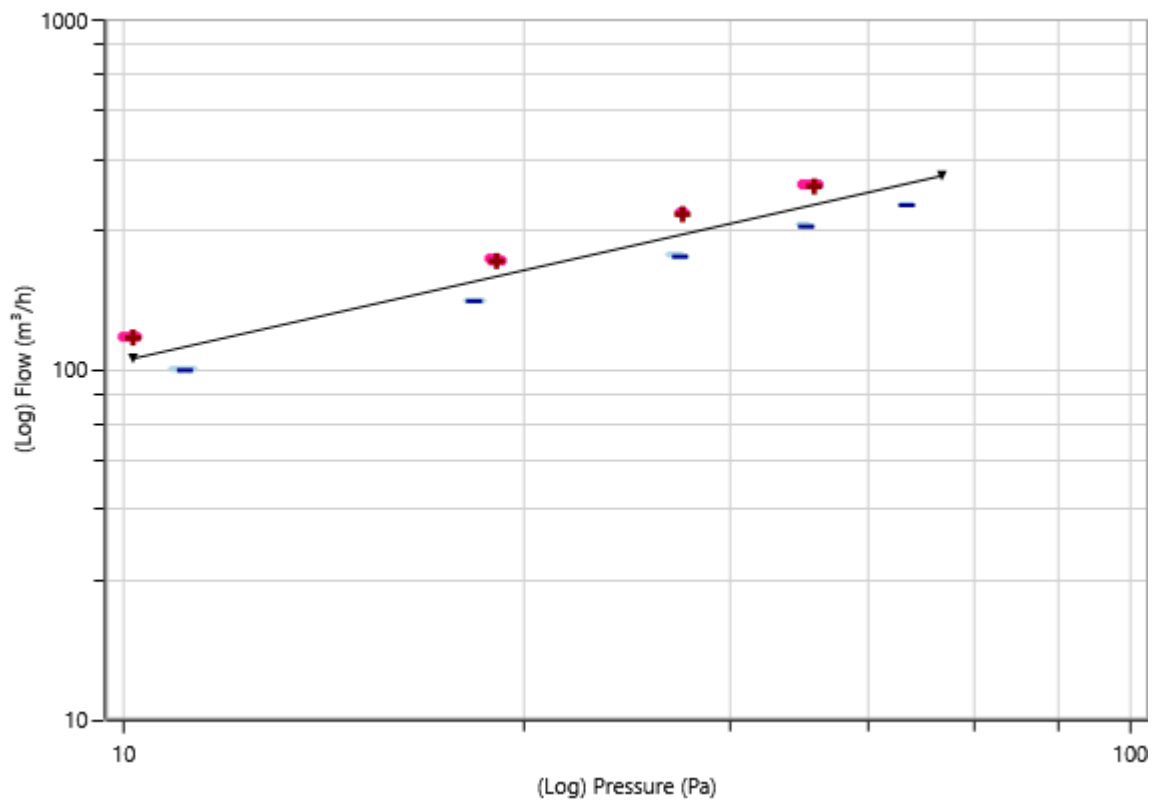
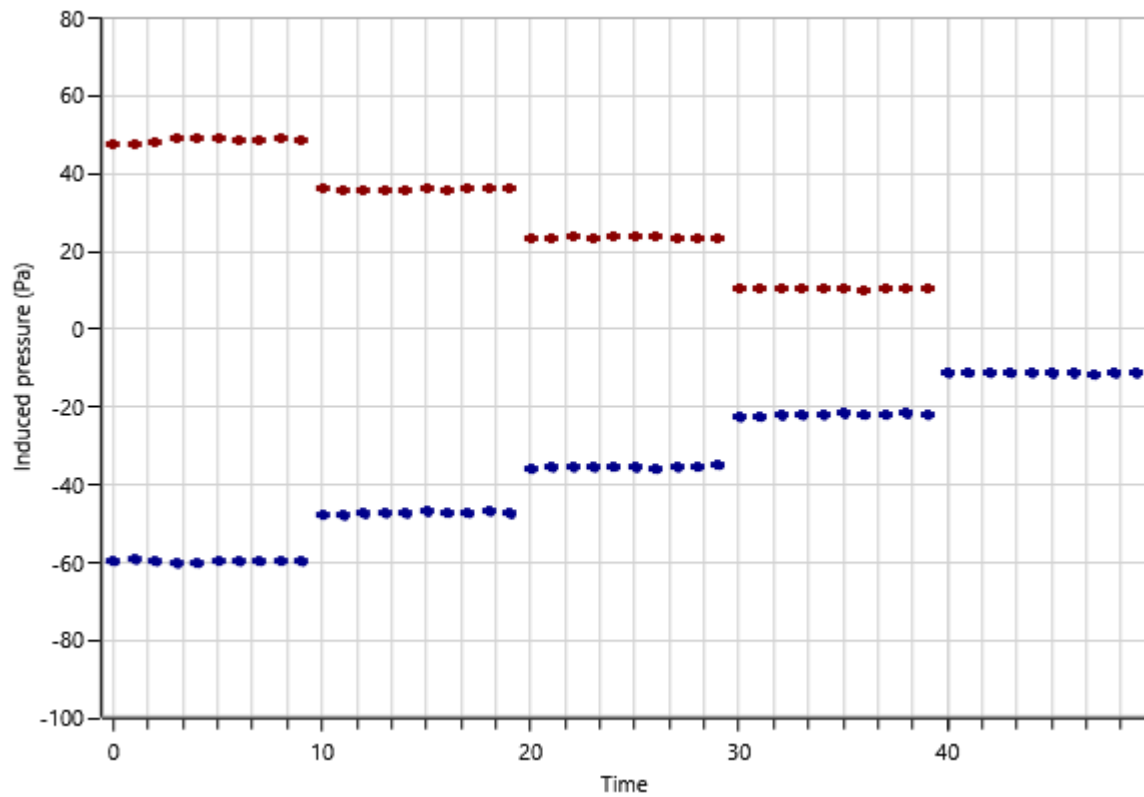
The following table represents the results from the enclosure integrity procedure carried out on the whole enclosure, with all intentional openings sealed.

Test conditions

Test date	2025-10-08	Inside temperature, T_e [C]	20 C
Test time	10:54:20	Outside temperature, T_o [C]	20 C
Operator location	Inside	Bias pressure, P_{bt} [Pa]	0.00

		Depressurize Data					Pressurize Data					
Measured pressure [Pa]		-59.7	-47.4	-35.5	-22.2	-11.5		{2-RP1}	48.3	35.8	23.4	10.2
Induced pressure [Pa]		-59.7	-47.4	-35.5	-22.2	-11.5		{2-CRP1}	48.3	35.8	23.4	10.2
Fan #1, Range B1	Fan Pressure [Pa]	174.2	134.6	96.1			Fan #1, Range B74					120.5
	Flow [m³/h]	295.8	257.5	211.2								124.7
Fan #1, Range B74	Fan Pressure [Pa]				172.2	76.2	Fan #1, Range B1		252.1	180.2	109.9	
	Flow [m³/h]				157.6	99.97			337.0	280.6	206.3	
Fan #1, Range B2	Fan Pressure [Pa]						{2-FPLDescriptio n3}	{2-FP1-3}	{2-FP2-3}	{2-FP3-3}	{2-FP4-3}	{2-FP5-3}
	Flow [m³/h]							{2-FF1-3}	{2-FF2-3}	{2-FF3-3}	{2-FF4-3}	{2-FF5-3}
Fan #1, Range B4	Fan Pressure [Pa]						{2-FPLDescriptio n4}	{2-FP1-4}	{2-FP2-4}	{2-FP3-4}	{2-FP4-4}	{2-FP5-4}
	Flow [m³/h]							{2-FF1-4}	{2-FF2-4}	{2-FF3-4}	{2-FF4-4}	{2-FF5-4}
Total Flow rate [m³/h]		295.8	257.5	211.2	157.6	99.97		{2-TF1}	337.0	280.6	206.3	124.7
Leakage exponent, n		0.657						0.642				
Leakage characteristic, k_1 [m³/h/Pa ⁿ]		20.308						27.905				
Leakage area at 10 Pa [cm²]		103						136.76				
Correlation, r		0.99979						0.99937				





Venting data for Enclosure Only

There was no PRV installed for pressure relief so the Total Enclosure Leakage **measured** was extrapolated to the reference pressure of 125 Pa and used in further calculations as the only available leakage for peak pressure relief.

In the case where the leakage area of the PRV only was to be used for pressure relief, but leakage area for enclosure and vent was entered as the venting area dataset, to determine leakage area for pressure relief by PRV alone, the leakage of the enclosure would have been subtracted from the leakage of the venting dataset.

In the case where the leakage area of the enclosure and PRV was to be used for pressure relief, but leakage area for vent only was entered as the venting area dataset, to determine leakage area for pressure relief by the enclosure and PRV, the leakage of the enclosure would have been added to the leakage of the venting dataset.

Positive direction data

The positive free vent area provided by the **Enclosure Only** is **174 cm²**, for the enclosure set up in its Positive Discharge Period Condition, with all dampers or installed PRV fixed in the position they would assume under +125 Pa.

The leakage of the **Enclosure Only** in the positive direction was obtained by **measuring**, and this leakage was manipulated as necessary to determine the leakage area of the Enclosure Only required for positive pressure relief.

Negative direction data

The negative free vent area provided by the **Enclosure Only** is **174 cm²**, for the enclosure set up in its Negative Discharge Period Condition, with all dampers or installed PRV fixed in the position they would assume under - 125 Pa.

The leakage of the **Enclosure Only** in the negative direction was obtained by **measuring**, and this leakage was manipulated as necessary to determine the leakage area of the Enclosure Only required for negative pressure relief.

Peak Pressure data

Peak pressure was calculated using the leakage of the **Enclosure Only** and equations from the Fire Suppression Systems Association (FSSA) "Pressure Relief Vent Guide". FSSA equations depend on experimentally derived curves for peak pressure based on a Leak to Volume ratio for the enclosure.

(-) FAILS - ELA for enclosure and vent of 174 cm² is less than the minimum required ELA of 268 cm². At least 94 cm² of venting must be added to remain below the enclosure peak pressure limit of 500 Pa.

(+) PASSES - ELA for enclosure and vent of 174 cm² exceeds the minimum required ELA of 38 cm² and the peak pressure of 104 Pa is less than the enclosure pressure limit of 500 Pa.

Design details	
Enclosure pressure limit, [Pa]:	500
Discharge time, [s]:	10
Pressure relief vent type:	no pressure relief vent (PRV)
Peak Pressure relief using:	Enclosure Only

Peak Positive Pressure	
Peak positive pressure, [Pa]	104
Leak to volume ratio, LVR_{pos} [cm^2/m^3]	3.8

Venting summary – Positive Direction	
Minimum required leakage, [cm^2]	38
Venting area used, [cm^2], (describes Enclosure Only)	174
Additional PRV area needed, [cm^2]	0

Peak Negative Pressure	
Peak negative pressure, [Pa]	779
Leak to volume ratio, LVR_{neg} [cm^2/m^3]	3.8

Venting summary – Negative Direction	
Minimum required leakage, [cm^2]	268
Venting area used, [cm^2], (describes Enclosure Only)	174
Additional PRV area needed, [cm^2]	94

Test Equipment

The following test equipment was used in the performance of the enclosure integrity tests.

	Fan	Fan serial	Fan location	Gauge	Gauge serial	Gauge Calibration
#1	Retrotec 6000			DM32	413488	

Fan Calibration Certificate Retrotec 6000:

Retrotec 6000 Fan last calibrated: (Flow Equation Parameters - D1) . . CFM								
Range	n	K	K1	K2	K3	K4	MF	
Open	0.4925	572.04	0	0.5	0	1	25	
A	0.4951	300.93	0	0.5	0	1	25	
B8	0.534	117.43	0	0.8	0	1	40	
Polynomial Range	g	f	a	b	c	d	K2	MF
B4	50	0.9241	0.00001383	-0.014467	6.5626	75.426	0.8	55
B2	50	1.118	0.000004061	-0.005103	2.7157	12.325	1	65
B1	50	0.5121	0.000002207	-0.002649	1.3867	6.2036	1	70
B74	30	0.1648	0.000001077	-0.001177	0.61212	15.48	0.8	65
B47	30	0.02943	0.0000002001	-0.0002943	0.22013	11.248	1	50
B29	30	0.02354	0.00000006612	-0.0001032	0.07869	3.4432	0.6	50

Fan Pressure (FP) is the measured fan pressure when using a self-referenced fan or when Room Pressure (RP) is negative. If using a fan which is not self-referenced, and Room Pressure is positive, Fan Pressure is calculated by subtracting the measured Room Pressure from the Absolute Value of the Fan Pressure.

If $PrA > 0$ and fan is not self-referencing: $FP = |PrB| - PrA$

If $PrA < 0$ or fan is self-referencing: $FP = PrB$

Flow calculations are not valid if Fan Pressure is less than either MF or $(K2 \times |RP|)$.

Flow in CFM using the flow equation parameters shown above is calculated as follows for standard Ranges:

$$flow = (FP - (|RP| \times K1))^N \times (K + (K3 \times FP))$$

Flow in CFM using the polynomial flow equation parameters is calculated as follows for Polynomial Ranges:

$$flow = (a \times FP^3) + (b \times FP^2) + (c \times FP) + d + ((g - |RP|) \times f)$$



Flow Calculation Report

06-873 Fike Flow Calculation Version 3.0.9.0

FK-5-1-12 Calculation Engine Version 1.00.0000

UL Ex4623 FM 3059379

Date Printed: 2025. 08. 04.

Project Setup	
Selected Agent Type:	FK-5-1-12
Selected Hardware Group:	Fike Europe
Ambient Room Temperature:	20 °C
Discharge Time:	10 s

Hazard Information	
Description:	Álmennyezet alatt
Protecting Agent:	FK-5-1-12
Length:	6,10 m
Width:	2,50 m
Height:	2,60 m
Added Volume:	0,00 m ³
Removed Volume:	0,00 m ³
Protected Volume:	39,65 m ³
Minimum Temperature:	18 °C
Maximum Temperature:	21 °C
Relative Humidity:	38,00 %
Altitude:	0 m
Minimum Agent Concentration:	5,6 %
Agent Design Concentration:	6,2 %
Maximum Agent Concentration:	6,3 %
Agent Required:	37,0 kg
Hazard Information	
Description:	Álmennyezet felett
Protecting Agent:	FK-5-1-12
Length:	6,10 m
Width:	2,50 m
Height:	0,40 m
Added Volume:	0,00 m ³
Removed Volume:	0,00 m ³
Protected Volume:	6,10 m ³
Minimum Temperature:	18 °C
Maximum Temperature:	21 °C
Relative Humidity:	38,00 %
Altitude:	0 m
Minimum Agent Concentration:	5,6 %
Agent Design Concentration:	6,2 %
Maximum Agent Concentration:	6,6 %
Agent Required:	6,0 kg
Total Agent Required	
Agent Required for all Hazards:	43,0 kg

Pipe Network Layout



Cylinder Information

Description		Agent Qty		Pressure	Volume	Diameter	Height
70-447-X-X [UL]	45	L	43,0 kg	35 Bar	0,0450 m^3	0,3230 m	0,8675 m

Nozzle Information

Description	Requested Agent	Orifice	Type	Thread	Dispersion Angle
80-123-075-X 3/4 in (20 mm)	37,0 kg	14,7000 mm	Standard	BSP	180
80-123-050-X 1/2 in (15 mm)	6,0 kg	7,1000 mm	Standard	BSP	180

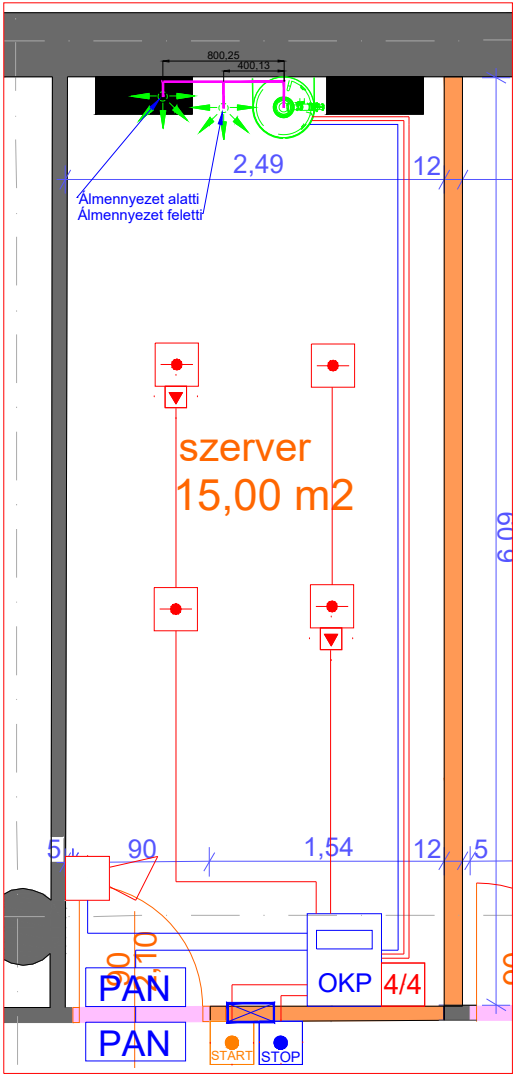
Table Input Data															
Start	End	Length	Elevation Change	Diameter	Schedule	Cylinder	90° Elbows	45° Elbows	Thru Branch	Side Branch	Union	Equiv Length	Agent Quantity	Nozz Type	Nozz Orifice
1	2	0,8675 m	0,8675 m	25 mm	Schedule 40T	1	0	0	0	0	0	0,9704 m			
2	3	2,1000 m	2,1000 m	20 mm	Schedule 40T	0	0	0	0	0	0				
3	4	0,2000 m		20 mm	Schedule 40T	0	1	0	0	0	0				
4	101	0,6000 m	-0,4000 m	20 mm	Schedule 40T	0	1	0	1	0	0		37,0000 kg	180	14,7000 mm
4	201	0,4000 m	-0,2000 m	15 mm	Schedule 40T	0	1	0	0	1	0		6,0000 kg	180	7,1000 mm

Table Results Data															
Start	End	Pipe Type		Equivalent Length	Start Pressure	End Pressure	Agent Rate	Flow	Nozzle Agent	Nozzle Size	Orifice	Initial Time	Vapor	Liquid Discharge Time	End of Liquid Time
1	2	25 mm-SCH 40		1,8379 m	19,5122 Bar	18,4779 Bar	5,7865 kg / s								
2	3	20 mm-SCH 40		2,1000 m	18,4779 Bar	15,2374 Bar	5,7865 kg / s								
3	4	20 mm-SCH 40		0,8279 m	15,2374 Bar	14,4100 Bar	5,7865 kg / s								
4	101	20 mm-SCH 40		1,6465 m	14,4100 Bar	13,7895 Bar	4,8884 kg / s		36,3348 kg	14,7000 mm		0,0785 s		7,4422 s	7,5207 s
4	201	15 mm-SCH 40		1,8219 m	14,4100 Bar	14,3411 Bar	0,8981 kg / s		6,6652 kg	7,1000 mm		0,1051 s		7,4156 s	7,5207 s

Table Results Messages															
FK-5-1-12 Flow Calculation Engine Version 1.00.0000															
Calculation based on fixed nozzle codes and pipe sizes.															
System calculated within limits of Fikes UL listing and FM approval															
Calculation performed on 2025. 08. 04. 8:28															
Discharge time is 7.520684 seconds, which is within the 5.95 to 10 second limits.															

Bill of Materials	
Pipes	
Quantity	Description
2	15 mm x 0,2000 m (Schedule 40T)
2	20 mm x 0,2000 m (Schedule 40T)
1	20 mm x 0,4000 m (Schedule 40T)
1	20 mm x 2,1000 m (Schedule 40T)
Nozzles	
Quantity	Description
1	1/2 in (15 mm) (Part Number '80-123-050-71000')
1	3/4 in (20 mm) (Part Number '80-123-075-147000')
Cylinders	
Quantity	Description
1	45 L [UL] (43,0000 kg) (Part Number '70-447-X-X')
Elbows	
Quantity	Description
1	15 mm x 15 mm
2	20 mm x 20 mm
Tees	
Quantity	Description
1	20 mm x 15 mm x 20 mm

System Acceptance Report							
Nozzle Performance							
Nozzle Number	Orifice Diameter	Agent Requested	Agent Predicted	Nozzle Pressure			
101	14,7000 mm	37,0000 kg	36,3348 kg	13,7895 Bar			
201	7,1000 mm	6,0000 kg	6,6652 kg	14,3411 Bar			
Agent Concentration Per Hazard							
Hazard	Minimum Concentration	Design Concentration	Min Concentration	Predicted	Max Concentration	Predicted	Discharge Time
Álmennyezet alatt	5,6 %	6,2 %	6,1366 %		6,203 %		7,5207 s
Álmennyezet felett	5,6 %	6,2 %	7,2316 %		7,3089 %		7,5207 s
Equivalent Leakage Area							
Hazard	Positive (Flow Out) ELA	Negative (Flow In) ELA	Positive (Flow Out) Pressure	Negative (Flow In) Pressure			
Álmennyezet alatt	105,1044 cm^2	587,8186 cm^2	25,3764 Pa	32,0796 Pa			
Álmennyezet felett	19,0528 cm^2	106,5567 cm^2	21,546 Pa	26,8128 Pa			



Tervező: Kővári Szabolcs Krisztián	Rajzszám: TUJ-01	Tárgy: FK-5-1-12 gázzal működő beépített oltórendszer kialakítása az XY Irodaház szervertermében 3.Emelet
Tervfajta: Kivitelezési terv	Méretarány: 1:50	
Dátum: 2025-12-07		