

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
POLLACK MIHÁLY MŰSZAKI KAR
PEDAGÓGIA TANSZÉK

**A VEGYIPARBAN KELETKEZETT ROBBANÁSVESZÉLYES
GÁZFELHŐK ELLENI VÉDEKEZÉS KORSZERŰ ESZKÖZEI**

VERES RÓBERT

PÉCS
2008

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS.....	4
1. A TISZAI VEGYI KOMBINÁT NYRT. BEMUTATÁSA.....	5
1. 1. A vállalat rövid ismertetése.....	5
1. 2. Az Olefin-1 gyár üzemrészei.....	8
1. 2. 1. Pirolízis és Gázsztvlasztó üzemrész.....	8
1. 2. 2. Tartálpark és Töltő-lefejtő üzem.....	11
1. 2. 3. Cseppfolyós etilén- és propilén-tárolás (EP tároló).....	12
1. 3. Az Olefingyár védelmét szolgáló berendezések.....	13
2. A GÁZOKRÓL.....	15
2. 1. A gázok égése, robbanása.....	15
2. 2. A gázfelhők terjedése.....	21
2. 3. A gázfelhők elleni védekezés módja.....	23
3. ESETLEÍRÁSOK.....	28
3. 1. Robbanás egy vegyi kombinátban.....	28
3. 2. Gázömlés az Olefingyárban 1991-ben.....	31
4. JAVASLATOK A VÉDEKEZÉS ESZKÖZEIRE A GYAKORLATI TAPASZTALATOK ALAPJÁN.....	36
4. 1. Gázfelhő megjelenítő rendszer.....	36
4. 2. A gázkoncentráció mérésére alkalmas eszközök.....	37
4. 3. Tűzivíz-ellátás.....	41
4. 4. A vízzel való beavatkozás eszközei.....	43
4. 4. 1. A beépített vízágyú.....	43
4. 4. 2. Hordozható vízágyú.....	44
4. 4. 3. Vízpajzs.....	46
4. 4. 4. Vector mobil vízágyú.....	49
4. 5. Holmatro csőroppantó.....	50
4. 6. Gázoszlító utánfutó.....	51
ÖSSZEFOGLALÁS.....	53
REZÜMÉ.....	54
IRODALOMJEGYZÉK.....	56

BEVEZETÉS

Napjainkban a világon, számos helyen találkozhatunk vegyipari létesítményekkel. Ezekben a létesítményekben folyó technológiák jelentős veszélyt rejtenek magukban. Ilyen technológiák lehetnek például a műtrágyaipar, a műanyagipar, gyógyszeripar, szervesetlen alapanyaggyártás (kénsavgyártás), gumiipar, festékipar. Ezen belül én a petrolkémiai ágazat témakörének egy fontos problémáját szeretném feldolgozni, mivel a működési területünkön ez jelenti az egyik legnagyobb veszélyt az ott előforduló robbanásveszélyes gázok miatt. Azért is fontosnak tartom ezt a témát, mert a világon igen jelentősen nő a petrolkémia termékei, a műanyagok iránti kereslet.

A Tiszai Vegyi Kombinát Nyrt. területén található olyan üzemeket, amelyekben előállítják, illetve feldolgozzák ezeket a robbanásveszélyes gázokat (etilén és propilén). Ezek a gázok nagy nyomáson és hőmérsékleten vannak jelen az üzemekben. Mivel az utóbbi időben több ilyen gyár is létesült a kombinát területén, ez a probléma hatványozottabban jelentkezik. Egyre nagyobb mennyiségű robbanásveszélyes gázt dolgoznak fel az üzemekben.

Az újonnan létesült létesítményekben a mai kor követelményeinek megfelelően egyre nagyobb hangsúlyt helyeznek a biztonságos üzemeltetésre. Ennek eredményeképpen egyre több biztonsági berendezést építenek be a gyárakba, amik jelentősen csökkentik az esetleg kialakult veszélyhelyzet kiterjedésének nagyságát. Ez persze nem azt jelenti, hogy már nincs szükség a létesítményi tűzoltóságra. Meglátásom szerint a jövő útja az, ha a kezelői személyzet és a tűzoltóság szakemberei együtt működve, egymást segítve vesznek részt egy kialakult veszélyhelyzet elhárításában.

Időről időre előfordul, hogy robbanásveszélyes gáz kerül a szabadba. Ilyen események történtek pl. 1991-ben 1996-ban és 2005-ben is. Ezért fontosnak tartom az ilyen eseményeknél a szakszerű és gyors beavatkozást annak érdekében, hogy megelőzzünk egy esetleges katasztrófát.

Dolgozatomban az 1991-ben az Olefin1-es gyáregységben történt gázömlés kapcsán szeretném bemutatni, hogy mik voltak azok a hiányosságok, melyek ezen káresemény felszámolása során előtérbe kerültek és ezek alapján milyen fejlesztések történtek a TMM Tűzoltó és Műszaki Mentő Kft-nél. Gondolok a személyi állomány szakmai tudásának fejlesztésére, illetve a gépjárművek cseréjére, és új eszközök és felszerelések beszerzésére és ezzel együtt új védelmi taktika kidolgozására.

Céлом megtalálni azokat a fejlesztési lehetőségeket, amelyek egy esetlegesen kialakult robbanóképes gázfelhő elleni védekezésben a jövőbeni munkánk során segítséget nyújtanak.

1. A TISZAI VEGYI KOMBINÁT NYRT. BEMUTATÁSA

1.1. A vállalat rövid ismertetése¹

A Tiszai Vegyi Kombinát Nyrt. Magyarország egyik legnagyobb vegyipari komplexuma és egyetlen poliolefin gyártója, amely Közép-Európa petrokémiai kapacitásainak mintegy 20%-val rendelkezik. Kiváló minőségű termékeivel vezető szerepet tölt be a belföldi polietilén és polipropilén piacokon, valamint számos kelet és nyugat-európai partner cég is megbízható termelőként és szállítóként tartja számon a társaságot.

Hazánkban vezető piaci pozíciókkal rendelkezik, a termékek több mint felét pedig külföldön értékesíti. A cég által gyártott alapanyagokból készülő műanyagipari termékek egyaránt nélkülözhetetlenek az ipari felhasználók és a lakosság számára.

A vállalat története 1953. január 15-én Tiszavidéki Vegyikombinát néven kezdődött az alapító okirat lerakásával. Ezen a néven működő állami vállalat volt egészen 1962-ig. Ekkor vette fel a Tiszai Vegyi Kombinát (TVK) nevet.

Az 1990-es évek elején a megváltozott gazdasági és szervezeti követelmények a TVK-t sem kerülték el. Ennek megfelelően a gyárkomplexum 1992. január 1-től részvénytársasági formában folytatta működését.

1995. az átszervezés jegyében telt. A dinamikus termelésnövekedés mellett a szervezet korszerűsítése érdekében folyamatos változtatásokat hajtottak végre. A petrokémiai vertikumba nem illeszkedő egységek leválasztásával (festékgyár, műanyaggyár, gépgyár, karbantartó és villamos részleg, stb.) egy közel negyven céget összefogó vállalatcsoport jött létre.

1996-ban a tőzsdén keresztül került sor a vállalat privatizációjára.

2004. januárja óta a SLOVNAFT és TVK petrokémiai üzletága együttesen a MOL Csoport PETCHEM divízióját alkotják. Ez kiterjed mind a gyártásra, mind az olefinekkel és poliolefinekkel kapcsolatos marketing és értékesítési tevékenységekre.²



¹ http://www.tvk.hu/hu/a_tvkrol/tarsasagunkrol/tortenetunk/torteteti_attekintes

² http://www.slovnaft.sk/sk/obchodni_partneri/petchem/stredna_a_vychodna_europa/magyarorszag

A petrokémiai tevékenység 1970-ben kezdődött meg egy kiskapacitású (24.000 tonna/év) szovjet etilénüzem beindításával. Az alapanyagot egy kis sűrűségű polimereket előállító – LDPE – üzemben dolgozták fel. Mivel a szovjet etilénüzem működése során sok műszaki problémával kellett megküzdeni, a gyárat néhány évi működés után felszámolták. Időközben a szocialista gazdasági integráció keretében megkötötték a magyar-szovjet Olefinkémiai Egyezményt, mely megteremtette a nagyobb léptékű petrokémiai fejlesztések alapját.

A leállított etilénüzemet az Egyezmény keretében megépült, 1975-ben felavatott Olefingyár váltotta fel. Az itt előállított etilénre és propilénre alapozva telepítették a későbbiekben a polietilén- és polipropilén-gyárakat, így lehetővé vált a műanyag alapanyag-termelés dinamikus fejlődése.

Az első polipropilén gyár (PP) 1978-ban kezdett termelni. Az előállított anyag alkalmas volt fröccsöntési célra, kisebb edények, flakonok fújására, illetve pántoló szalagok és fóliák gyártására.

A polipropilén iránti igény megnövekedésének hatására 1983-ban egy újabb polipropilén gyár (PP 2.) kezdte meg a termelést. (az 1978-ban és 1983-ban megépített polipropilén gyárak 2007-ben lebontásra kerültek)

Az első nagysűrűségű polietilént – HDPE – előállító üzem 1987-ben indulhatott el. Az üzemben közepes és nagysűrűségű polietilén, illetve kopolimerek (etilén és propilén keveréke) előállítása vált lehetővé. A gyártást olyan számítógép hálózat felügyeli, amely automatikusan állítja be a legoptimálisabb termelési és minőségi paramétereket.

A hazai igények kielégítésére, valamint új exportlehetőségek kihasználása érdekében épült meg a már működő két polipropilén gyár után a harmadik PP 3. néven. Az üzem 1989-ben kezdett termelni. Az előállított anyag alkalmas fröccsöntési célra, kisebb edények, flakonok fújására, illetve pántoló szalagok és fóliák gyártására.

1991 őszén ismét üzemavatásra került sor. Az átadott új LDPE II. üzem kissűrűségű polietilén granulátumot állít elő.

2000-ben Európa legkorszerűbb polipropilén-gyárának, a PP 4-nek az átadására került sor. A létrehozott üzem teljesítményével a TVK Közép-Európa legnagyobb polipropilén-gyártójává vált.

2005-ben egy új olefingyár és egy új polietilén-gyár kezdhette meg a termelést. A projekt magában foglalta a cég 2000-ben üzembe helyezett PP 4. polipropilén gyárának intenzifikálását is. Az etilén-termelő kapacitás megnövekedése miatt szükségessé vált egy új etilén tároló tartály megépítése is. Ezzel a rendkívül tökeigényes – 127 milliárd Ft-ba kerülő – beruházással a TVK etiléntermelő kapacitása 70%-al, polimertermelő-képessége pedig 35%-al növekedett.

A petrokémiai tevékenység során a kiinduló láncszem a két olefingyár. Itt döntően vegyipari benzinből vagy atmoszférikus gázolajból kiindulva gyártanak etilént, propilént, C₄, C₅, BT, C₈, C₉₊ frakciókat.

Az olefingyárat úgy tervezték, hogy évi 250.000 tonna etilént legyen képes előállítani. 1990 és 1999 között a fokozatos intenzifikálás során három új bontókemence megépítésére került sor. Ezzel a gyár névleges etiléntermelő kapacitása 360.000 tonna/évre növekedett.

Az újonnan üzembe helyezett olefingyár (Olefin-2) etilén-kapacitása induláskor 250.000 tonna/év volt. Az eltelt évek során a gyár kihasználtsága folyamatos emelkedett.

Ennek megfelelően a két gyár etilén termelő kapacitása európai szemmel nézve is jelentősnek mondható, meghaladja az évi 600.000 tonnát.

A szerves vegyipar és műanyagipar kialakulásának és fejlődésének fontos feltétele az olefinek nagy mennyiségben való előállítása, mivel azok a természetben nem fordulnak elő. Az olefinek szénből és hidrogénből álló egyszerűen telítetlen vegyületek. Legfontosabb felhasználójuk a műanyagipar, amely polimerizációs reakcióval polietilént, polipropilént és PVC-t állít elő. Ezen kívül olefinekből előállíthatók szintetikus szálak, kenőanyagok, mosószeres és olyan fontos szerves vegyipari alapanyagok is, mint alkoholok, oldószerek stb.



1. kép Az Olefingyár látképe

(a szerző saját felvétele)

1. 2. Az Olefin-1 gyár üzemrészei³

1. 2. 1. Pirolízis és Gázsztváltó üzemrész

Az olefingyártás itt alkalmazott technológiája azon alapul, hogy a nagyobb szénatomszámú telített szénhidrogének magas hőmérsékleten kisebb molekulákra hasadnak szét, miközben dehidrogéneződés és egyéb bonyolult reakciók játszódnak le. A hőbontás (pirolízis) során jelentős mennyiségű telítetlen szénhidrogén keletkezik. A vegyipari benzin és atmoszférikus gázolaj (AGO) alapanyagokon kívül pirolizálásra kerül a technológiai folyamat során keletkezett etán és propán, valamint a C₄-C₅ frakció is.

Az alapanyag-bontás kemencékben megy végbe, melyekből az üzemben tizenegy darab található. Ezek az alábbiak szerint működnek:

kemence száma	betáplált anyag
1.	benzin
2.	benzin és propán
3.	benzin
4.	benzin vagy AGO, benzin és etán
5.	benzin
6.	benzin és propán
7.	benzin és etán
8.	benzin vagy AGO
9.	etán, propán
10.	benzin vagy AGO, benzin és etán
11.	benzin, C ₄ -C ₅ frakció

A vegyipari benzint, az AGO-t és a propánt mintegy 100 °C-ra előmelegítve, a C₄-C₅ frakciót a bontókemence előtt elpárologtatva, az etánt kb. 30 °C-on csökígyókra osztva a kemencék konvekciós zónájában vezetik, ahol az anyagok elpárolognak, illetve 600-680 °C-ra melegszenek fel. Itt történik az anyagokhoz az un. technológiai gőz hozzákeverése, amely nagyon fontos a kokszképződés csökkentése céljából, de elősegíti az olefinek képződését is.

A szénhidrogén-gőz keverék ezután a radiációs zónába kerül, ahol megtörténik a hőbontás, és az így keletkezett pirogáz 830-870 °C-on hagyja el a kemencét. A szükséges hőt a radiációs zóna oldalfalában elhelyezett gázégők (oldalégők), valamint az új kemencénél padlóégők is biztosítják.

³ TVK. RT.: *Technológiák és azok jelentős környezeti hatásainak bemutatása*. Olefin üzletág, Tiszaújváros, 2000. október 28. 2-6. p.

A pirogázt a nemkívánatos további reakciók befagyasztása céljából gyorsan le kell hűteni, ezt a kvencshűtők végzik el. A pirogáz hőfoka a kvencshűtők tisztaságától függően 350-600 °C-ra áll be, majd a hőmérsékletet kvencsolaj befecskendezéssel kb. 180 °C-ra kell beállítani. Ezután a pirogáz az olajos mosókolonnába kerül. Itt a gázt szűrés és hűtés után 100 °C-ra hűtik vissza. A hűtések során keletkező, a fenéken összegyűlő olajfelesleg egy részét a hőhasznosító kazánban eltüzelik, másik részét pedig alapanyagként a koromgyárba adják át. A pirogáz további hűtés céljából a vizes mosóoszlopba kerül. A hűtést cirkuláltatott mosóvíz biztosítja. A kolonna fejhőmérséklete kb. 30 °C, fenékhőmérséklete 80 °C körül van. A pirogáz visszahűtésével együtt az oszlopban kondenzálódik a gázban lévő benzinkomponensek egy része, és a technológiai gőz túlnyomó része. Az oszlop alján összegyűlt benzin-víz keveréket egy háromlépcsős elválasztás során különítik el. A kolonna fejen távozó pirogáz a gázsztérválasztó üzembe kerül.



2. kép Kemencesor az Olefin-1 gyáregységben
(a szerző saját felvétele)



3. kép A kemencesort elhagyó pirogáz-vezeték
(a szerző saját felvétele)

A gázsztérválasztó üzemrész feladata a pirolízis üzemből érkező lehűtött pirogáz frakciókra történő szétválasztása. A vizes mosóoszlopból érkező 1,3 bar nyomású 30 °C-os pirogáz szétválasztása komprimálással kezdődik. A komprimálás ötfokozatú turbókompresszorral történik, meghajtását gőzturbináról kapja. A kompresszor harmadik fokozata után a lúgos mosóban történik a kénhidrogén és a széndioxid megkötése. A nedvességtartalom csökkentése a negyedik fokozat után megy végbe. A pirogáz kompresszor ötödik fokozata után a 34 bar nyomású gáz az előhűtő egységen halad keresztül. A hűtők és a -20 °C-on elpárolgó hűtőkori propilén a pirogázt -15 °C-ra hűtik le. A gázt szárítón történő átvezetés után -35 °C-ra hűtik és a C₂/C₃ elválasztó kolonnába vezetik. Az alacsonyabb üzemi nyomáson (24 bar) működő elválasztó kolonnában történik a pirogáz tökéletes szétválasztása a két fő frakcióra: a fejtermék a C₂ (etán, etilén), és a könnyebb termékek (hidrogén, metán), a fenéktermék a C₃ (propán, propilén) és a nehezebb (C₄, C₅ stb.) szénhidrogének.

A hőbontás során az etilén mellett kisebb mennyiségű acetilén is keletkezik, mely az etilénben megjelenve a felhasználás során káros szennyezőanyag. Eltávolítása katalizátoros reaktorban történik. Az acetilénmentes gáz hőcserélőkön, szeparátoron és egy szárítón keresztül jut a mélyhűtő egységbe. A szárító a hidrogénezéskor keletkezett vizet távolítja el.

A mélyhűtés során az anyag ellenáramú hőcserélőkön és etilén hűtőkön keresztül egy véggáz-hűtőbe jut. A véggáz-hűtőben a metán párolgáshője alakítja ki a -146 °C -os hőmérsékletet.

A metánmentesítő kolonnában a cseppfolyós anyagból eltávozik a metán. A fenéktermékeként kilépő etán/etilén elegy az elválasztó kolonnába kerül. Az etilén elválasztó kolonna szoros egységet képez az etilén hűtőkörrel. A fej termék a specifikációnak megfelelő tisztaságú etilén, mely hőcserélőkön keresztül felmelegszik és a hűtőkori kompresszorra jut. A négyfokozatú kompresszor egyrészt biztosítja a különböző nyomásigényű fogyasztók etiléngázzal történő ellátását, másrészt kiszolgálja az etilén hűtőket. Ha a termelés során etilénfelesleg keletkezik, cseppfolyós állapotban tárolásra kerül. A kis etiléntartalmú cseppfolyós etán fenéktermék az etán bontására alkalmas kemencékbe jut.

A nagytisztaságú propilén előállítása kétoszlopos eljárással, a kolonnák különböző nyomáson való üzemeltetésével történik. Mindkét kolonna fejterméke termék tisztaságú propilén, a második kolonnába az első aljáról adják fel a folyadékot. A második kolonna fenékterméke a propán, mely előmelegítés után kerül repirolízisre. A termék propilént a polipropilén-gyárak felé továbbítják. A fölösleg -45 °C -ra hűtve cseppfolyós állapotban tárolótartályba adható. Propilént használnak fel a hűtőkörben, melyhez egy háromfokozatú kompresszor tartozik.



**4. kép A 31-es rendszer
(etán, etilén kolonna)**
(a szerző saját felvétele)



**5. kép Az 56-os rendszer
(propán, propilén kolonna)**
(a szerző saját felvétele)

1. 2. 2. Tartálypark és Töltő-lefejtő üzemsz

A tartálypark és töltő-lefejtő üzem feladata, hogy biztosítsa az Olefingyárak részére szükséges alap-és segédanyagok, valamint a gyárak termékeinek, továbbá a polimer üzemek részére alap-és segédanyagok fogadását, tárolását, kiadását. A fogadás vasúti kocsikban érkező alap- és segédanyagok lefejtését, valamint a csővezetéken érkező alapanyag kezelését takarja.

A tárolás az üzem területén található atmoszférikus és nyomás alatti tárolótartályokban történik, itt készletezik a már beérkezett és felhasználásra váró alap- illetve segédanyagokat, valamint a kiadásra váró termékeket. A kiadás alap- és segédanyagok esetében a gyárak ellátását, olefingyárak termékeinél csővezetékes átadást, valamint a bel-és külföldi kiszállításokhoz a vasúti tartálykocsikba töltést jelenti.

Az üzemben az olefingyárak részére az alábbi anyagok kerülnek tárolásra:

- alapanyagok: vegyipari benzin, gazolin, n-pentán, n-bután, i-butilén mentes hidrogénezett C₄ frakció, propán
- segédanyagok: metanol, n-bután, NaOH
- termékek: propilén, hidrogénezett C₄ frakció, BT, C₈, C₉+ frakció
- közbenső termékek: nyers C₄ frakció, nyers C₄/C₅ frakció, nyers C₅ frakció, nyers pirobenzin, nyers kvencsolaj

Töltő-lefejtő üzemsz:

A régi Töltő-lefejtőn a P I. és P II. vágány mellett lefejtési és töltési műveletek történnek. Itt fejtik le az atmoszférikus és nyomás alatti vasúti tartálykocsikat. A kialakított állásokon csak az atmoszférikus kocsik töltése lehetséges. A régi töltő-lefejtő üzemsz területén tárolják az Olefin-I gyárban segédanyagként felhasznált nátrium-hidroxid oldatot.

A P III. vágány meghosszabbításában három vágány lett kialakítva, ez az un. új Töltő-lefejtő üzemsz, ahol az alábbi műveletek végezhetők:

- P III/1. mellett: tartálykocsik szénhidrogén-mentesítése, nitrogénes és préslevegős szellőztetése, fővizsgára előkészítése, gőzös tisztítása, meleg nitrogénes szárítása
- P III/2. mellett: C₄ frakció töltés, propilénfejtés, propánfejtés
- P III/3. mellett: propilénfejtés és töltés, butén-I fejtés, nyers C₃ töltés, fejtés

Az új töltő-lefejtő üzemsz területén történik a lefejtett propán tárolása az erre a célra kialakított 3 db, egyenként 250 m³ -es tárolótartályban. Lehetőség van egy 50 m³es tartályban propilén tárolására is.

1. 2. 3. Cseppfolyós etilén- és propilén-tárolás (EP tároló)

Az etilén és a propilén jellemző tulajdonságait az **1. sz. táblázat** foglalja össze.

Fizikai és kémiai tulajdonságok	Etilén	Propilén
halmazállapot	gáz (alacsony hőmérsékleten cseppfolyós)	
szín	színtelen	
szag	enyhén édeskés szagú	
gyulladási hőmérséklet	425 °C	455 °C
forráspont	-104 °C	-48 °C
olvadáspont	-169 °C	-185 °C
alsó robbanási határérték	2,7 tf %	2 tf %
felső robbanási határérték	28,6 tf %	11, 7 tf %
gőzsűrűség	0, 975 20 °C-on	1, 49 20 °C-on
Tűzveszélyességi osztály	„A” fokozottan tűz- és robbanásveszélyes	

1. sz. táblázat

Az EP tároló az Olefingyárak termelésének és a felhasználók ellátásának rugalmasságát biztosítja. Az etilént és propilént alacsony hőmérsékleten és normál légköri nyomáson nagy térfogatú, állóhengeres, szigetelt tartályokban tárolják. Ezek a tárolótartályok védőgödörben, betonlábakon állnak, és a kiszolgáló berendezések ugyancsak szabadterén telepítettek betonlapokon. A védőgödöröket közös védősánc választja el egymástól. A töltés és a betárolás folyamán fejlődő gázt kompresszorral sűrítik, hűtik és visszavezetik a tartályokba.

A tartályok rövid leírása:

- etiléntároló I. : duplafalú szigetelt fémtartály
űrtartalma: 5.300 m³ (a tartályban jelenleg tárolás nem folyik)
- etiléntároló II. : duplafalú szigetelt fémtartály
űrtartalma: 10.000 m³ (ebben mintegy 6.000 tonna etilént tárolnak)
tárolási hőmérséklet -104 °C, maximális nyomás 1,1 bar
- propiléntároló: szigetelt fémtartály
űrtartalma: 8.300 m³ (ebben mintegy 5.000 tonna propilén van)
tárolási hőmérséklet -48 °C, maximális nyomás 1,1 bar

1. 3. Az Olefingyár védelmét szolgáló berendezések

A technológiai folyamatok, valamint a csővezetékeken történő szállítás során többségében fokozottan tűz- és robbanásveszélyes anyagokkal találjuk szemben magunkat. Így potenciálisan fennáll annak veszélye, hogy ezek az anyagok (folyadékok, éghető gázok) a berendezésekből, csővezetékekből valamilyen meghibásodás folyamán kiáramlanak és meggyulladnak. A tűzoltáshoz szükséges feltételek, a szükséges mennyiségű oltóanyag és vízmennyiség biztosított.

- Tűzivíz-rendszer

A gyárban külön tűzivíz-körhálózatot létesítettek, amelynek táplálása a TVK iparivíz-hálózatról (NA 800-as vezetékről) történik, melynek üzemi nyomása 3,5-4,0 bar. A 2 db 500 m³/h teljesítményű szivattyú a hűtőtorony medencéjéhez van telepítve. A körvezetékéről NA 300-as méretű vezetékszakas az ágazik le a medencéhez, ami folyamatosan pótolja a tűzivíz-szivattyúk által kivett vízmennyiséget. Tűz esetén a szivattyúk kézzel indíthatók, a nyomás 12-14 bar-ra fokozható. A hálózatra föld feletti tűzcsapokat és víz-ágyúkat telepítettek.

– föld feletti tűzcsap	14 darab
– föld feletti tűzcsap szerelvény szekrényel	19 darab
– beépített víz-ágyú (állítható sugárképű)	11 darab

- Biztonsági fáklya

Normál üzemmenetben, illetve vészhelyzet esetén a berendezésekből kilépő éghető anyagok elégetését biztosítja. A gyárnak központi fáklya berendezése van, amely mintegy 325 t/h mennyiségű anyag elégetésére alkalmas. Különböző befűvató tartályok és elpárolgató berendezések teszik lehetővé, hogy a fáklyára kizárólag csak gázalakú termék kerülhessen. Az égés folyamatosságát többégős őrláng biztosítja. Az őrláng égésének folyamatosságát TV kamerán keresztül figyelik. Az égő lángjának visszaégése ellen lángzárat alkalmaznak.

- Beépített berendezések

- a gázsztérválasztó üzem és a kemencesor között 24 bar nyomású gőzfűggöny
- regeneráló kemence déli és nyugati oldalán gőzfűggöny
- a kompresszorok között a csőhídon gőzfűggöny
- a kompresszorcsarnok védelmére vizes sprinkler berendezés

- Gázérzékelők

A gyár területén gázérzékelő- és jelzőrendszer lett kiépítve SIEGER MODEL 1300 típusú gázérzékelőkből. Az érzékelt anyagok szénhidrogének. Az automatikusan működő gázérzékelők – a várható kiáramlási helyek közelében – úgy vannak telepítve, hogy az üzemi blokk területét behatárolják. Ezek az érzékelők a technológiai folyamatban jelenlévő legkisebb alsó robbanási határértékű gázra, a propilénre vannak hitelesítve, amelynek alsó robbanási határértéke (ARH) 2,0 tf%. Az érzékelők az ARH 20 %-ánál adnak figyelmeztető hang- és fényjelzést a vezénylő helyiségbe.



6. kép Egy a gázérzékelők közül

(a szerző saját felvétele)

- Kézi jelzésadók és lángérzékelők

Kézi működtetésű tűzjelző berendezések a gyár egész területén elhelyezésre kerültek. A Pirolízis üzembrészen található 11 darab kemence védelmére – egy tűzeset kapcsán, utólag – szabadtéri automatikus lángérzékelők lettek telepítve. A kézi jelzésadókról, illetve a lángérzékelőkről a riasztási jelek a TMM Tűzoltó és Műszaki Mentő Kft. híradó ügyeletén elhelyezett Schrack típusú tűzjelző rendszerre futnak be.

- Nitrogénes átöblítés

Korszerű petrokkémiai technológiák esetén a technológiai rendszerbe beépített nitrogén beadási pontokon keresztül lehetőség van egy-egy csőszakasz, készülék nitrogénnel való kifúvatására, kiszellőztetésére. A nitrogént a technológiai területen kiépített szervizpontokon keresztül vezetik a rendszerbe. Egy gázömlés esetén, amikor a nyomás lecsökken 2 bar-ra a nitrogént bevezetik a rendszerbe, ezzel fáklyaszerű égés esetén megakadályozzák a visszarobbanást.

2. A GÁZOKRÓL⁴

A természetben előforduló anyagoknak halmazállapot szerint alapvetően három megjelenési formáját ismerjük:

- légnemű (gőz és gáz)
- folyékony
- szilárd anyagok

A gázokon belül is megkülönböztethetünk veszélyesség szerint többfélét:

- maró
- mérgező
- oxidáló hatású
- robbanásveszélyes
- tűzveszélyes

Hogy egy adott anyag milyen halmazállapotban van, az a nyomástól és a hőmérséklettől függ. A gázokban a molekulák nagy távolságra vannak egymástól, ezért a köztük lévő összetartó erő minimális. Megfelelő hőmérsékletre hűtve minden gáz cseppfolyósítható. A gázok kitöltik a rendelkezésre álló teret.

2. 1. A gázok égése, robbanása

A szilárd anyagok, folyadékok és gázok égéséhez három feltételre van szükség:

- éghető anyag (pl. robbanóképes gázfelhő)
- oxigén
- gyulladási hőmérséklet

Ezen feltételek egy helyen és egy időben való jelenléte szükséges.

A gáz halmazállapotú anyagok a jelenlevő oxigén mennyiségtől függően erősebben vagy gyengébben, lángképződés kíséretében égnak. Attól függően, hogy a gáz homogén vagy heterogén, lassú (diffúz) vagy gyors (kinetikus) égés jön létre.

- A diffúz égésnél a gáz homogén és a fázishatáron keveredik az oxigénnel vagy levegővel. Az égés sebességét a két fázis keveredésének intenzitása korlátozza. Diffúz égés pl. a gyertya égése.
- A kinetikus égés esetében az éghető anyag részecskéi mellett ott található az oxigén molekulái is. Viszonylag jól összekeveredtek már az égés megindulása előtt. A kinetikus égés hevesebben, intenzívebben megy végbe, mint a diffúz égés.

⁴ Pintér Ferenc et. al.: *Tűzoltás a vegyiparban*. BM. Könyvkiadó, Budapest, 1984. 14 -19. p.

Attól függően, hogy az égés végsebessége milyen értéket ér el, az égés sebességének fokozatai vannak. A két fokozat meghatározása az MSZ EN 1127-1⁵ szabvány szerint:

- deflagráció (hangsebesség alatt terjedő égés, robbanás)
- detonáció (hangsebesség felett terjedő égés, robbanás)

Mindkét fajta égésnél jelentős hőhatással kell számolni. A mechanikai romboló hatás a deflagrációnál viszonylag kisebb, a detonációnál viszont általában jelentős károkat okoz.

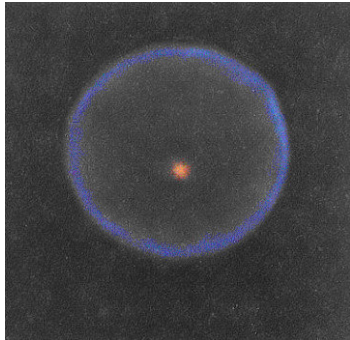
Az égés (robbanási hullám) sebességét befolyásoló tényezők:

- A robbanóképes gázelegy összetevőinek minősége és aránya. Egy robbanóképes térfogatszázalékú gázkeverék ideális esetben csak éghető gázt és oxigént tartalmaz. Az égési reakció ilyen esetben a leggyorsabb. Az összetevők tökéletes égéséhez szükséges feltételeit sztöchiometrikus aránynak nevezzük. A valóságban ilyen ideális arány csak mesterséges körülmények között fordul elő (pl. a lánghegesztő berendezésnél az acetilén tiszta oxigénnel keveredve ég el).
- A levegőben előforduló egyéb anyagok (nitrogén, por, vízpára stb.).
- A robbanás helyszínének geometriája (pl. a gyorsulva haladó lángfront, nyomáshullám falnak ütközik, akkor onnan visszaverődve egy azonos nagyságú hullám indul el ellenkező irányban, a két egymással szemben haladó nyomáshullám összeadódva hirtelen pusztító erejű detonációt okozhat)
- A robbanóképes gázfelhő kiterjedése. Egy kisméretű gázfelhő még azelőtt eléghet, mielőtt az égés sebessége elérné a hangsebességet. A nagy kiterjedésű (100 m-nél nagyobb átmérőjű) gázfelhőben viszont az égés hangsebesség fölé is gyorsulhat.

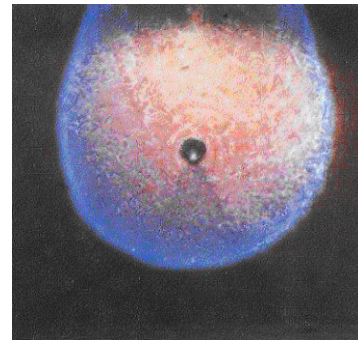
A robbanásveszélyes gázokat a robbanási határértékkel jellemezzük. Ez azt jelenti, hogy a levegőhöz viszonyítva hány térfogatszázalék éghető gáznak kell jelen lennie ahhoz, hogy tűz vagy robbanás következhesse be. A gyakorlati megfigyelések alapján az égésnek mind az éghető anyag, mind az égést tápláló oxigén oldaláról határai vannak. A két tartomány között a keverék gyulladóképes és gyújtás hatására reakciója elindul. A határokon kívüli összetétel esetében égés nem jön létre. Egy gáz annál veszélyesebb, minél alacsonyabb ez az érték, ill. minél szélesebb ez a tartomány. Ennek megfelelően beszélhetünk alsó robbanási határértékről (ARH) és felső robbanási határértékről (FRH). Az alsó robbanási határérték alatt még nem képesek robbanásra, mert nincs meg a megfelelő gázkoncentráció. Azt a határértéket, amikor az éghető anyag már olyan mennyiségben van jelen a levegővel elkevert elegyben, hogy az égés létrejöhet, alsó robbanási határnak nevezzük. Azt az összetételt, amelynél az éghető gáz olyan mennyiségben van jelen, hogy az égéshez még minimálisan elegendő oxigén áll rendelkezésre, felső robbanási határnak nevezik. A felső robbanási határérték felett a gáz túltelített, a robbanáshoz már nincs elegendő oxigén.

⁵ MSZ EN 1127-1 Robbanóképes közegek. Robbanás-megelőzés és robbanásvédelem

Laboratóriumi körülmények között végzett földgáz-levegő keverék berobbanásának fázisai (**7 – 10. kép**). A gyújtás utáni idők millisecundumban (ms) vannak megadva.⁶



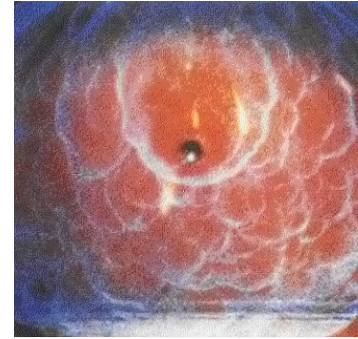
7. kép 95 ms



8. kép 130 ms



9. kép 210 ms



10. kép 320 ms

A robbanásnak két fajtáját különböztetjük meg:

- fizikai robbanás: az anyagok fizikai paraméterei (nyomás, hőmérséklet, térfogat) változnak meg, kémiai reakció nem következik be (pl. egy nyomástartó edény felhasadása)
- kémiai robbanás: a bekövetkező kémiai reakció hatására az anyagok összetétele megváltozik (pl. a metángáz - levegő elegy berobbanása)

Kémiai robbanás esetén a gázfelhők berobbanása két okból történhet meg:

- a kilépési helynél a nagy sebességű kiáramlás miatti sztatikus feltöltődés elektromos kisülést okoz, és gyújtóképes szikrát hoz létre;
- a gázfelhő terjedés közben gyújtóforrással találkozik, meggyullad és visszarobban a kilépés helyéig.

⁶ Pólik Gyula: *Időszerű problémák a petrokkémia operatív tűzvédelmében, különös tekintettel a cseppfolyós tűz- és robbanásveszélyes gázok lokalizálására*. Szakdolgozat, Pécsi Tudományegyetem, 2005. 7-8. p.

A szabadba kikerült nagy mennyiségű éghető gáz kezdetben olyan felhőt alkot, amelynek belsejében a gáz koncentrációja közel 100 %-os. Éghető gázelegy csak a tömény gáz és a tiszta levegő határfelületén alakul ki. Ha ez a robbanóképes gázkeverék gyújtóforrás hatására meggyullad, az égés a kezdeti fázisban a gázfelhő külső határfelületén megy végbe. Ez a réteg nagy sebességű égéssel ellobban. Az égéstermék fölmelegszik 1000 °C-os hőmérsékletre és elkezd fölfelé szállni. A kialakult turbulens áramlás hatására a gázfelhőbe oldalról beáramló levegő a tömény gázzal összekeveredve nagy mennyiségű robbanóképes elegyet alkot. Az így kialakult robbanóképes gázfelhőben nagy sebességű égés játszódik le. Ilyenkor szokott megtörténni egy nagy erejű robbanás.

A robbanások lökéshullámként jellemezhetők, amelyek dörrenésként hallhatók, és amelyek károsíthatják az épületeket, betörhetik az ablakokat és több száz méteres távolságra vethetnek törmelékeket, repeszdarabokat. A sérüléseket és a károkat elsősorban maga a robbanás lökéshulláma okozza. A túlnyomás közvetlenül halálos hatású lehet, de ez többnyire csak azokra vonatkozik, akik a robbanás közvetlen közelében dolgoznak. Az ipari robbanások története azt mutatja, hogy az összeomló épületek, repülő üvegek és törmelékek jóval több ember halálát vagy súlyos sérülését okozzák.

A lökéshullám hatása az anyag jellemzőitől, mennyiségétől és a gőzfelhő fojtásának mértékétől függ. A robbanás csúcnyomása ennek megfelelően az enyhe túlnyomás és néhány száz kilopascal (kPa) között változik. A lökéshullám nyomása gyorsan csökken a robbanás forrásától való távolság növekedésével.

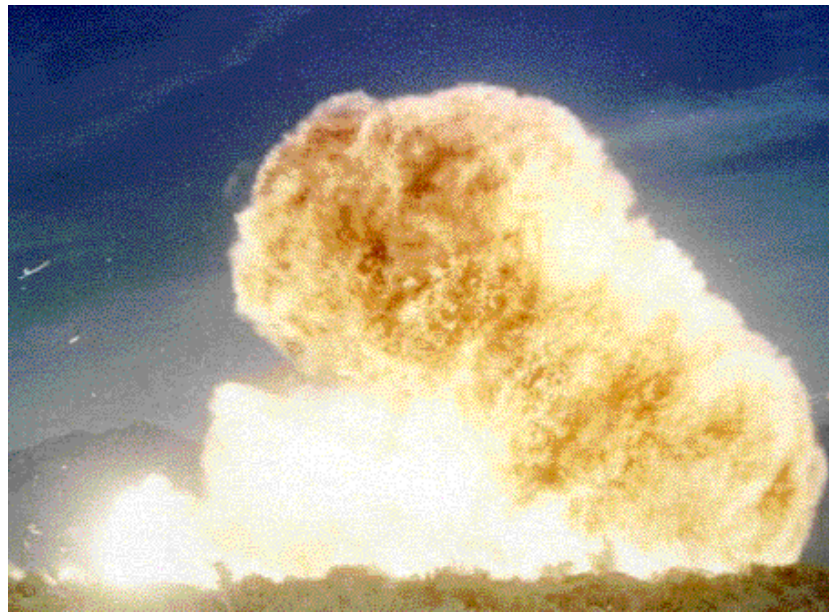


11. kép A flixborough-i vegyi üzem a térrobbanás után

(forrás: www.acusafe.com)

A petrokémia területén az utóbbi évtizedekben a technológiai berendezéseket szinte kizárólag szabadtéri kivitelben építik meg. Így a robbanásveszélyes gázok szabadba kerülése esetén térrobbanások bekövetkezésével kell számolni. A térrobbanások esetében deflagráció vagy detonáció egyaránt előfordulhat. Az így bekövetkezett robbanásokat körülhatárolatlan gőzfelhő-robbanásnak (KGR), angolul UVCE (UNCONTROLLED VAPOUR CLOUD EXPLOSION) nevezzük. A gyúlékony anyagból álló gáz/gőz felhőben gyulladás, majd robbanás következik be. A KGR jelenségek előfordulhatnak viszonylag kis mennyiségű gyúlékony anyag szabadba kerülése esetén is. A jelenségek olyan jellegűek, hogy az égés létrejötte előtt bekövetkezik az elegyedés, ezért az égési energia egy része kinetikai energia alakjában nyilvánul meg. Ilyen esetben a robbanás lökeshullámai olyan zónákra is kiterjednek, amelyek távol esnek a hőhatás által károsított területtől. Az összes égési energia akár 60%-a is kinetikai (mozgási) energia alakjában szabadulhat fel.⁷

A gázfelhő-robbanások vizsgálatának tapasztalatai alapján megállapították, hogy 100 métert meg nem haladó átmérőjű gázfelhőben még egyetlenegy esetben sem alakult ki detonáció. A gázfelhő méretének növekedésével azonban a detonáció bekövetkezésének valószínűsége egyre növekszik.



12. kép Vapour Cloud Explosion

(forrás: www.fas.org)

⁷ Dr. Balogh Imre: *Irodalmi gyűjtemény a nemzetközi tűz-és robbanási katasztrófákról*. FIMCOOP, Finomkerámiaipari Közös Vállalat, Budapest, 1993. 111. p.

A gázfelhő-robbanások kísérőjelensége a tűzgömb vagy angol kifejezéssel fire ball. A gázfelhő égése során kialakuló tűzgömb rövid ideig tartó intenzív hősugárzást kelt, ami súlyosan veszélyezteti a környezetet. A kémiai energia csaknem kizárólag hőenergia alakjában szabadul fel. Tűzgömbök akkor keletkeznek, amikor a légkörbe való kiáramlás körülményei meggátolják az éghető anyag és a levegő jó keveredését. Ekkor az éghető "felhő" úgy ég, mint "diffúziós" láng. Az energia felszabadulás sebességét döntően az elegyedés határozza meg.⁸



13. kép Fire ball

(forrás: www.cdc.gov)

Gázfelhő a gázfázisú anyagok hosszabb ideig tartó, folyamatos szabadba áramlása során is kialakulhat. A kiáramlás mérete alapján különböző fokozatokat különböztethetünk meg. A kategóriák felállítása az időegység alatt szabadba került gáz mennyiségén alapul. Az időegység percben való meghatározását az indokolja, hogy a veszélyhelyzet elhárítás részmozzanatai (észlelés, riasztás, vonulás, felderítés, beavatkozás stb.) között eltelt időt percben mérni a legcélszerűbb. A mennyiség mérésének alapját pedig a gáz tömege adja. A gázok halmazállapot-változása során a térfogatuk megváltozik, de a tömegük állandó marad.

A kiindulási állapot a cseppfolyós gázok tárolásának legszélesebb körben elterjedt módja, a 11 kg-os PB gázpalack jelenti. Ha a PB gázpalack tartalma hosszabb idő – 5-10 perc alatt – jut a szabadba, akkor csak szivárgásról beszélhetünk. Ha azonban ugyanez a palack egy percen belül kiürül, akkor ott már gázkiáramlásról beszélünk. Az ipari környezetben történt gázkiáramlásokat, amikor a szabadba került gáz mennyisége percenként eléri vagy meghaladja a száz vagy akár több száz kg-t, gázömlésnek nevezzük. A katasztrófa-leírások adatai alapján meghatározható egy olyan kategória is, amikor a kiáramlás mértéke olyan nagy, hogy az eredményes beavatkozás lehetősége szinte kizárt és a katasztrófa többnyire elkerülhetetlen.

⁸ Dr. Balogh Imre: *Irodalmi gyűjtemény a nemzetközi tűz-és robbanási katasztrófákról*. FIMCOOP, Finomkerámiaipari Közös Vállalat, Budapest, 1993. 111. p.

Míg egy gázszivárgás esetén az ARH feletti koncentrációjú elegy csak a kilépés közvetlen közelében alakul ki, addig egy intenzív gázömlés során több száz m³ kiterjedésű robbanóképes gázfelhő is létrejöhet.

A gázmennyiség időegységre vonatkoztatott kiáramlásának fokozatai:⁹

– gázszivárgás	0 - 10	kg/min
– gázkifúvás	10 - 100	kg/min
– gázömlés	100 - 1.000	kg/min
– katasztrofális méretű gázömlés	1.000 <	kg/min

2. 2. A gázfelhők terjedése

A gázfelhők terjedésének különféle formái, alakzatai vannak.

Szélcsendes időben az ún. "palacsinta-modell" szerint, a kiömlés helyétől kiindulva sugárirányban, kör alakban terjed a tér minden irányában. A gázkoncentráció a kiömlés helyén a legmagasabb, a gázfelhő széle felé haladva egyre csökken. Amikor megjelenik egy kis szél, a gázfelhő elkezd sodródni, terelődni a széllel megegyező irányban, egy parabolához hasonló alakzatban. Az enyhe szellők a legveszedelmesebbek, mert azok tömény, de már robbanásveszélyes koncentrációjú gázfelhőt állítanak elő. A légmozgás viszont képes elsodorni, kivinni ezt a gázfelhőt a robbanásbiztos zónából – pl. a közútra – ahol egy arra haladó gépjármű berobbanthatja. A szélerősség növekedésével a parabola egyre nyújtottabb alakot vesz fel. Az erős szél veszélyesnek tűnik, mert nagy távolságra képes elsodorni a gázfelhőt. (Ilyenkor a felhő szélessége csak egy viszonylag keskeny sáv.) A gázfelhő vége a kilépési helytől ugyan messze van – akár több száz méterre is – , de annyira felhígul, hogy már nem lesz robbanóképes. Tehát elmondható, hogy a látszat ellenére az erős szél az ilyen jellegű káreseteknél kifejezetten hasznos és szerencsés körülménynek tekinthető, mivel jelentős szerepet játszik a gázfelhő felhígításában, s ezzel a robbanásveszély felszámolásában. Viharos szél esetén a parabola annyira lerövidülhet, hogy a robbanásveszélyes gáz már a kilépési hely közelében az ARH alá hígul.

⁹ Pólik Gyula: *Időszerű problémák a petrokkémia operatív tűzvédelmében, különös tekintettel a cseppfolyós tűz- és robbanásveszélyes gázok lokalizálására*. Szakdolgozat, Pécsi Tudományegyetem, 2005. 35. p.

A gázfelhők terjedését jelentősen befolyásolják az alábbi tényezők:

- A gáz sűrűsége

A szabadba kerülő gáz a levegőhöz viszonyítva lehet könnyebb vagy nehezebb. A levegőnél könnyebb gázok a sűrűségükkel fordított arányban fognak fölfelé emelkedni. A magasabb légrétegek felé áramló gázoknak kisebb esélyük van a robbanásra. Egy szabadban elhelyezett gyárból meghibásodás esetén kiáramló robbanásveszélyes gázok szinte akadálytalanul áramolnak fölfelé, folyamatosan keveredve a levegővel. Ezáltal a robbanóképes gázkeverék egyre hígul. Ebben a közegben az esetleges gyújtóforrások előfordulásának esélye is lényegesen kisebb. A levegőnél nehezebb gázok a föld közelében párnaszerűen terülnek el, követik a talaj egyenetlenségeit. Az alacsonyabban fekvő területek felé áramolnak, kitöltik az árkokat, aknákat, a talajszint alatti helyiségeket. Ebben a zónában nagyobb a valószínűsége annak, hogy a terjedő gázfelhő gyújtóforrást talál. Tehát ezek a gázok tűzvédelmi szempontból nagyobb veszélyt jelentenek környezetükre.

- A kifúvás helye, iránya

A gázok a levegővel keveredve felhígulnak, ezért a gázkoncentráció alakulását a kilépés helye is befolyásolja. Pl. egy magasban lévő kifúvás esetén a levegőnél nehezebb gáz a talajszintig süllyedve áthalad az alatta elhelyezkedő tiszta levegőrétegen. Ennek következtében a föld felszínét már bizonyos mértékig felhígulva éri el. A vízszintes irányú terjedés során pedig tovább hígul, különösen akkor, ha mozgását a szél is segíti. A gázkiáramlás lehet lamináris vagy turbulens. Lamináris kiáramlás esetén a gáz kevésbé keveredik a levegővel, földközelségben marad. Az így kialakult gázfelhő jellemző égése az ellobbanás. Turbulens kiáramlás esetén a gáz jobban elkeveredik a levegővel, a gázfelhő nagyobb része alakul át robbanóképes eleggyé. Az ily módon elkeveredett gáz-levegő keverék meggyulladás esetén nagyobb valószínűséggel alakul ki detonáció.

- A meteorológiai viszonyok

Az aktuális időjárás is meghatározó lehet a gázfelhő terjedését illetően. Ebből a szempontból a legfontosabb meteorológiai összetevők a szél sebessége és iránya. A szélerősség és szélirány alapján meghatározható a gázfelhő mozgásának iránya és kiterjedésének várható határa. A szélerősség ismerete azért fontos, mert a levegőnél nehezebb gáztömeg a tehetetlenségéből adódóan bizonyos mértékben a széllel szemben is képes terjedni. A határ kb. 2 m/s szélesebségnél van, e fölött széllel szembeni terjedésre nem kell számítani. A szélirány meghatározására segítséget jelent a szélzsák. A szélzsák jelzését befolyásolhatják a környező objektumok által gerjesztett turbulens légáramlatok és a helyi hőmérsékleti viszonyok. A szélzsák elhelyezésénél erre figyelmet kell fordítani.

- A környező objektumok, tereptárgyak

A petrokémiai technológiák sajátosságaiból adódóan az üzemi blokkok (hűtőtornyok, kemence sor) között jelentős hőmérséklet-különbség alakulhat ki. A különböző hőmérsékletű zónák között helyi légáramlatok is kialakulhatnak. Ez jelentősen befolyásolhatja a gázfelhő terjedését.

2. 3. A gázfelhők elleni védekezés módja

A petrokémiai létesítmények területén a szabadba került robbanásveszélyes gáz esetén potenciális robbanásveszéllyel kell számolni. A robbanás megakadályozása, ill. a bekövetkező robbanás hatásainak csökkentése csak gyors és szakszerű beavatkozással érhető el. A veszélyelhárítás kezdeti fázisában információt kell szerezni a szabadba került gáz fajtájáról, tulajdonságairól. Ennek alapján kell megtervezni a veszélyelhárítás műveleteit. Figyelembe kell venni az aktuális szélirányt, a kifúvás helyét, intenzitását. Az információkat közölni kell a veszélyelhárítást végzőkkel. Ha az adatok megfelelően pontosak és részletesek, akkor azokból következtetni lehet a gázfelhő valószínű terjedési irányára, kiterjedésére. A kifúvás helyszínét a tűzoltó járműveknek az aktuális szélirány figyelembevételével, lehetőség szerint szélirányból kell megközelíteniük. A gázfelhő méretére és terjedésére vonatkozóan gázkoncentráció-méréseket kell végezni és a kapott értékekből meghatározni a gázfelhő méretét, terjedési irányát.

A gázfelhő kialakulása során a veszélyhelyzet-elhárítás fő feladatai a következők:

- a gyújtóforrással való találkozás megakadályozása
- a gázfelhő sztatikus feltöltődésének megakadályozása
- robbanási határérték alá történő hígítás.

A feladatok között nehéz sorrendiséget felállítani. A gyakorlati élet tapasztalatai alapján elmondható, hogy eredményes kárfelszámolás akkor érhető el leginkább, ha a feladatok végrehajtása egy időben történik. Mégis talán a legelső és legfontosabb teendő, hogy megakadályozzuk a robbanóképes gázfelhő és a rendszerint jelen lévő gyújtóforrások, pl. kemencék és más, nyílt lánggal üzemelő tüzelőberendezések találkozását. Erre a célra beépített védelmi eszközök alkalmazhatóak. Ilyenek pl. a vízpajzs beépített változatai vagy a nagynyomású gőzfüggönyök. A gyújtóforrásnak számító blokkok leválasztására szolgáló beépített víz- és gőzfüggönyöket a lehető leghamarabb be kell indítani. A gyakorlatban ezeket a feladatokat a helyszínen lévő üzemi kezelőknek kell elvégezniük, még a tűzoltók kiérkezése előtt.

A legerősebb hígító és égéscsillapító hatás a gőzfüggöny alkalmazásával érhető el, de ennek hátránya, hogy csak olyan helyen alkalmazható, ahol megfelelő gőztermelő berendezés áll rendelkezésre. A kiépítés és üzemeltetés viszonylagos nehézségei miatt csak a legfontosabb potenciális gyújtóforrásnak számító blokkok, üzemszerek (pl. különféle kemencék) védelmére használják.

Ellentétben a gőzzel, a tűzivíz szinte mindenütt rendelkezésre áll. A vízpajzsok telepítése, a vízfüggönyök kiépítése is viszonylag egyszerű, és a költségei is kisebbek. Ezért a gázfelhők elleni védekezésre a vízfüggönyök terjedtek el szélesebb körben.



14. kép Beépített vízfüggöny ipari környezetben

(forrás: Pólik Gyula)

A nagy nyomással szabadba áramló gázfelhő külső gyújtó forrás nélkül is képes önmagát berobbantani. Ez az elektrosztatikusan feltöltődött gázfelhő kisülése miatt következik be. A nagy nyomással kiáramló, erősen örvénylő gáz a súrlódás következtében elektrosztatikusan töltődni kezd. A fokozódó töltöttség mindaddig folytatódik, amíg elér egy kritikus szintet. Ilyenkor a feltöltődött gázfelhő és a környezetében lévő, leföldelt acélszerkezet között létrejött potenciál-különbség hatására elektrosztatikus kisülés jön létre. Ha a kisülés energiája eléri a gáz gyulladási energiáját, a gázfelhő meggyulladhat, berobbanhat. Ezért a gázfelhő elektrosztatikus feltöltődését a lehető leghamarabb meg kell akadályozni, vagyis a gázfelhőt le kell földelni. Erre a legalkalmasabb egy szórt vízszugár, amelyet a gázkifúvás helyére irányítunk. A gázfelhőben felhalmozódott töltések ilyenkor egyik vízcsepről a másikra átugrálva jutnak el a leföldelt acélszerkezetig. Minél kisebb a vízcseppek közötti távolság, annál kisebb feszültség is elegendő a távolság leküzdéséhez. Megfelelően porlasztott vízszugár jelenlétében csak egészen kis feszültségű, tehát a gyújtási energiát el nem érő energiájú szikrák alakulhatnak ki.

A szabadba került robbanásveszélyes gázok koncentrációját az alsó robbanási határérték alá kell csökkenteni. Az ARH az etilén esetében 2,7 tf%, míg a propilénnél 2,0 tf%. Ez azt jelenti, hogy kb. 50-szeres hígítást kell elérnünk ahhoz, hogy a gázfelhő meggyulladását vagy robbanását lehetetlenné tegyük. Ezt a feladatot úgy oldhatjuk meg, ha megfelelően kialakított vízszugart vízszugár-légszivattyúként használunk, és azzal

- a) tiszta levegőt viszünk a tömény robbanóképes gázba, vagy
 - b) a robbanóképes gázt szállítjuk a tiszta levegőn keresztül,
- és közben a levegőt meg a robbanóképes gázt intenzíven összekeverjük.

Az első megoldást szórt vízszugár alkalmazásával érhetjük el. Közismert, hogy a középhab-sugárcsővekben a kúposan kialakított, szórt vízszugár annyi levegőt szív be, hogy azzal 50 – 75 közötti kiadósságú középhab állítható elő. Kézenfekvő a következtetés, hogy tehát egy liternyi oldat (zömében víz) 50 – 75 liternyi levegőt képes magával ragadni. Ha ezt a jelenséget nem kézi sugárcsőnél, hanem nagy teljesítményű hab-vízágyúnál használjuk fel, akkor az akár jelentősebb gázkifúvás felhígítására is alkalmas lehet. Így pl. a 2400 l/min, azaz 2,4 m³/min teljesítményű RM-24 hab-vízágyú (50-szeres mennyiségű beszívott levegővel számolva) percenként 120 m³ levegőt szállít. Az 5000 l/min (5 m³/min) teljesítményű Vector vízágyú esetén pedig a szállított levegőmennyiség 250 m³/perc. Több ilyen ágyú együttes bevetése esetén számottevő hígítás érhető el.

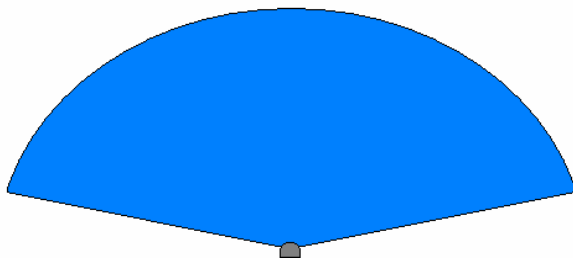


15. kép Vector vízágyú által előállított szórt sugár

(forrás: Skobrák Róbert)

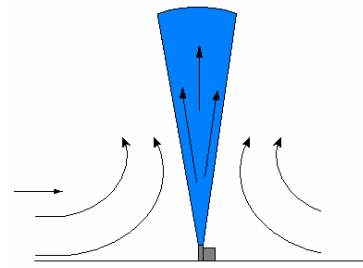
Az etilén sűrűsége normál állapotban a levegőével közel azonos. A vegyiparban előforduló kifúvások esetén azonban a gáz(keverék) rendszerint 30 bar körüli nyomásról expandál a környezeti nyomásra, s közben erősen lehűl. Ez a hideg gáz pedig a levegőnél már jóval nehezebb, ezért a talaj mentén, tömény réteget alkotva terjed. Ezt a jelenséget lehet kihasználni a vízpajzs (hydroschild, water shield) segítségével.

A talajra helyezett vízpajzs a vízszintesen áramló víz sugarat egy falnak ütköztetve félkör alakú függőleges – legyezőszerűen kiáramló, mintegy 5 méter átmérőjű – vízfüggönnyt hoz létre.



1. ábra A vízfüggöny sematikus ábrázolása

(forrás: Pólik Gyula)



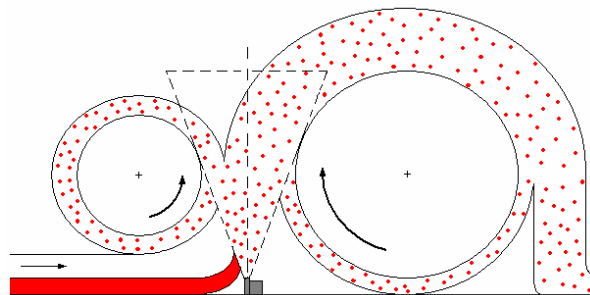
2. ábra A vízpajzs metszete oldalnézetben

(forrás: Pólik Gyula)

A nagy sebességgel áramló víz erős szívóhatást gyakorol a talaj-közeli robbanásveszélyes gázra, és vízszugár-szivattyúként beszippantja, magával ragadja azt. Miközben a vízfüggöny felfelé mozog, az álló levegő és az áramló víz határfelületén erős örvénylések alakulnak ki. Ezekben az örvényekben a vízfüggöny által felfelé szállított gáz összekeveredik a magasabb rétegekben található tiszta levegővel, ezáltal felhígul és a vízpajzs mögött már az eredeti koncentrációjánál jóval hígabb állapotban áramlik tovább.

A vízpajzs körül kialakuló áramlásokat, az éghető gáz és a levegő keveredését a

3. ábra mutatja be.



3. ábra A vízpajzs körül kialakult áramlások

(forrás: Pólik Gyula)

A **16. és 17. kép** a vízfüggöny szívó hatását szemlélteti. Az eredetileg függőleges láng- és füstoszlopot az erős szívó hatás vízszintes irányban a vízpajzs felé mozgatja.



16. kép

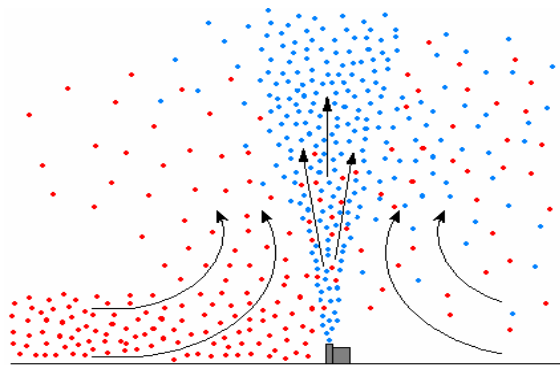
(forrás: Pólik Gyula)



17. kép

(forrás: Pólik Gyula)

A vízpajzs nem csak a gázfelhő meggyulladásának valószínűségét csökkenti, de alkalmazásával jelentősen mérsékelhető az esetlegesen meggyulladó gázfelhő égési sebessége. A hígítás mellett ehhez hozzájárul a képződő gázkeverékbe bevitt vízpermet jelenléte is. A felfelé áramló vízből leváló apró, aeroszol-szerű vízcseppek elkeverednek a gáz-levegő eleggyel, (**4. ábra**) csökkentve ezzel a detonáció kialakulásához ideális arányban való keveredés esélyét.



4. ábra A vízcseppek elkeveredése a gázfelhőben

(forrás: Pólik Gyula)

3. ESETLEÍRÁSOK

3. 1. Robbanás egy vegyi kombinátban¹⁰

1974. július 19-én a záluzi (Csehszlovákia) vegyipari művek szintetikusalkoholgyárában súlyos robbanás történt. Az esemény következtében 16 fő meghalt, 8 személy súlyos, 100 személy könnyebb sérülést szenvedett. Az anyagi kár jelentős volt.

A robbanás körülményei

A pirolízis-gázokat szétválasztó üzemszobában jelentős mennyiségű pirogáz került a szabadba. A gázfelhő rövid idő alatt szétterjedt és meggyulladt, majd a gázszétválasztó berendezések és a kompresszorállomás közötti térben felrobbant. A robbanás következtében a kompresszorállomás, a transzformátor- és elosztó állomás, a pirolízis-gázok szétválasztó üzemének mindkét része és az etil-benzin berendezés megsemmisült. Megsérültek továbbá különböző mértékben a közelben lévő egyéb gyári objektumok is. A sérült objektumok közül több helyen tűz ütött ki. A romboló hatás kb. 8 km sugarú körre terjedt ki.

A megsemmisült üzemszobában történt a pirolízis-gáz feldolgozása és az egyes gázfajták (etilén, propilén stb.) szétválasztása. Az így előállított etilén a szintetikus alkohol alapanyaga. A pirolízis-gázt benzín és gáz hőbontása útján állították elő.

A technológia

A gázszétválasztó üzemből a pirolízis-gázt (H_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_3H_8 , C_3H_6 keverékét) különböző műveletekkel alkotórészeire választották szét azok egyidejű szárításával. A szárítás a további feldolgozás során megakadályozza, hogy a 0 °C alá hűtött gázok a készülékben és a csővezetékekben befagyásokat okozzanak. Leválasztották továbbá a 3 és több szénatomot tartalmazó szénhidrogéneket. A hat szétválasztó oszlop $5\text{-}35$ bar nyomáson és $-5\text{ - }+120\text{ °C}$ hőmérsékleten dolgozott. Lepárlás útján a gázból kiválasztották az etán-etilén frakciót és a propán-propilén frakciót. A következő oszlopokban csak az etán-etilén frakció válik ki, majd csak az etilén, amely itt már megfelelő tisztaságú a további feldolgozás céljára. Nyolc rektifikáló oszlop dolgozott $21\text{-}30,5$ bar nyomáson és $-70\text{ - }+105\text{ °C}$ hőmérsékleten. Az alacsony hőmérsékletet kompresszoros hűtőberendezésben kapták. Hűtőközegként propán-propilén keverék szolgált.

¹⁰ Dr. Balogh Imre: *Tűzkatasztrófák*. FIMCOOP, Finomkerámiaipari Közös Vállalat, Budapest, 1993. 85-90. p.

A gázömlés idején a berendezés normálisan dolgozott, sőt nagyon nyugodtan, ingadozások és zavarok nélkül. A műszak kollektívája, amely a kritikus időben a berendezést kiszolgálta, a dolgozók jellemzői (szakképzettség, szolgálati idő, lelkiismeretesség) szerint megfelelő biztosítékot nyújtott a berendezés megfelelő kezelésére vonatkozólag. A műszakot vezető dolgozók tapasztalt emberek voltak. A szabadságolások miatt lecsökkentett dolgozói létszám nem befolyásolhatta sem az üzemvész keletkezését, sem annak lefolyását.

A vizsgálat

Egy bizottság a szemtanúk kikérdezésével és részletes számításokkal kivizsgálta a katasztrófa keletkezésének lehetséges okait és annak lefolyását. Az összegyűjtött anyagok vizsgálatát a biztonságtechnikai és tűzvédelmi szervek szakemberei végezték el. A megállapítások során értékelték a karbantartásra vonatkozó, el nem pusztult feljegyzéseket is. Az iratokból kiderült, hogy a karbantartási és javítási munkákat az előírt módon hajtották végre.

Megpróbálták meghatározni a gázkitörés körülményeit, a kitörés időpontját és valószínűsíthető helyét, valamint a kiváltó okot. Vizsgálat tárgya volt még a berendezések működése közvetlenül a kitörés előtti időszakban.

A megállapításokat a következőképpen foglalták össze.

A gázömlést megelőzően egy tompa ütésre emlékeztető zaj volt hallható, melyet sisterségyszerű zaj követett. Mindkét zaj szokatlan volt rendes üzemi körülmények között. A gázfelhő megjelenését (a nagy nyomással kiáramló gáz lehülve a levegőben lévő nedvességtartalom kicsapódását idézi elő) a kompresszorcsarnok mellett vették észre. A gázömlés hatalmas volt, a gázfelhő a földön terjedt déli irányban, a szél irányát követve. A szél sebessége 1,5 - 3 m/s között volt.

Az üzem területén a gázfelhő magassága 12-15 méter volt. Két perc alatt a szél hatására elérte a pirolízis-kemencét, amelyektől a gázfelhő széle meggyulladt. A tömény gázfelhő és a tiszta levegő határfelületén addigra kialakult egy olyan, viszonylag vékony gázzréteg, amelyben a koncentráció az ARH és a FRH között volt. Az éghető koncentrációjú gázzrétegen a kemencétől, mint gyújtóforrástól származó láng végigfutott, és kialakult az ilyen esetekre jellemző tűzgömb. A nagy sebességgel felemelkedő tűzgömb helyére a talaj mentén tiszta levegő áramlott, amely intenzíven keveredett az ugyancsak ott található tömény pirogázzal. A friss levegő és a pirogáz turbulens áramlásának hatására mintegy 200 méter hosszan elnyúló, robbanóképes koncentrációjú gázfelhő alakult ki, amely a jelenlévő gyújtóforrások (kemencék, tűzgömb) hatására hevesen felrobbant.

A vizsgálatok megállapították, hogy a gázkitörés egy hőcserélő csővezeték-szakaszán történt. Az alkotórész sérülése következtében a termék az oszlop alsó részéből a forraló alsó részébe folyt. A sérült alkatrész 200 mm átmérőjű rövid csövekből és könyökcsőből volt összehegesztve, amelyhez 50 mm átmérőjű cső csatlakozott. Benne cseppfolyós etánt vezettek, amelynek hőmérséklete 0 °C körül (-2 és +2 °C között), nyomása pedig 25 bar körül volt.

Az alkatrészből, amelyet a katasztrófa után megtaláltak, ki volt tépve majdnem az egész egyenes csődarab mintegy 400 mm hosszban, amelyet azonban nem sikerült megtalálni. A nyílás szélei kifelé fordultak, ami a belső nyomást igazolja. Az alkatrész külső oldalán 1 mm mély korrózió nyomait találták, s aminek oka valószínűleg az volt, hogy a leemelhető szigetelés alatt nedvesség gyűlt össze. Fontos volt a csőszakasz belső oldalán, főképpen annak alsó részén észrevehető jelentős korrózió. Az alkatrész belsejében kis mennyiségű üledékbenként találtak. A törés helyén, a leggyengébb anyagban rendkívül nagy ferritszemcséket találtak és igen alacsony mikrokeménység-mutatókat állapítottak meg.

A gázömlés forrásának és okának vizsgálata során nagy nehézséget okozott az a szomorú tény, hogy az üzem teljes személyzete meghalt és így hiányzott ezen személyek tanúvallomása. Megállapították, hogy a személyzet egyes tagjai a tompa ütés zajára kiszaladtak a rektifikáló üzemből, feltehetően azért, hogy valamiféle gyors intézkedést hajtsanak végre.

Megállapítások és következtetések:

1. A katasztrófát a jelentős szénhidrogén-ömlés okozta.
2. A gázfelhő, amelyet északi szél ragadott magával, a pirolízis-kemencéktől gyulladt meg, mintegy 160 m-re a gázkitörés helyétől.
3. A robbanás központja a kompresszorállomás északi részének pincéjében volt.
4. A gázkitörést az etilénoszlop forralójának csővezetékébe beépített könyökcső felszakadása okozta.
5. Hiányokat észleltek a nem tervezett karbantartás vonalán, e hiányok határozottan befolyásolták az etilénoszlop forralójának csővezetékébe beépített alkatrész állapotát.

Látható tehát, hogy még egy jól tervezett és üzemeltetett gyárban is előfordulhat katasztrófa, ha a korróziós eredetű meghibásodások lehetőségét nem vesszük figyelembe. Az is tény, hogy egy ilyen méretű, katasztrófális gázömlés esetén az ismert módszerek nem lettek volna alkalmasak a gázfelhő felhígítására, a gyújtóforrással való érintkezés megakadályozására és ezzel a robbanásveszély elhárítására. Ugyanakkor a záluzi üzemből kísérletet sem tettek a gázfelhő vízfüggönnyel vagy gőzfüggönnyel való hígítására. Így a katasztrófális következményekkel járó robbanás akkor is bekövetkezett volna, ha a gázömlést nem egy NA 200-as, hanem csak egy jóval kisebb, akár NA 50-es csővezeték törése okozta volna.

3. 2. Gázömlés az Olefingyárban 1991-ben¹¹

Mint már említettem, az Olefingyár 1975-ben került átadásra. A gyár veszélyességének megfelelően tűzoltási terv készült, amely legnagyobb veszélyforrásként a gázsztválasztó üzemrészt jelölte meg. A 80-as években az NDK-ban, a Buna Werke vegyi kombinátban, egy hasonló olefingyárban történt egy katasztrófális tüzeset. Egy benzinbontó kemence alatt hatalmas tócsatűz keletkezett. Többszöri robbanás történt, halálos áldozatokkal. Ennek alapján a leninvárosi Olefingyár tűzoltási tervét is átdolgozták, legnagyobb veszélyforrásnak most már a benzinbontó kemencesort tekintve.

1991-ben sor került a tervek felülvizsgálatára. Kétségtelenül nagy veszélyhelyzet egy kialakult benzintócsa-tűz, de az Olefingyárban annál nagyobb veszélyhelyzetet képes előidézni egy gázfelhő: etilén, propilén, vagy ezek bármilyen keveréke. Komoly térrobbanást, másodlagos robbanásokat, károkat okozhat. Ezért az új tűzoltási terv a gázsztválasztó üzemrésze készült el. Itt található a gyár legnagyobb térfogatú készüléke, a 8 m átmérőjű, 86 m magas propilén-sztválasztó kolonna. Legnagyobb veszélyforrásként a kolonna sérülését és az ebből adódó robbanásveszélyes gázfelhő kialakulását tételezték fel. Ennek megfelelően a tűzoltási terv 6 db vízagyú (2 db beépített és 4 db mobil) bevetését irányozta elő. A begyakorlás tapasztalatait felhasználva néhány apró módosításra került sor. Végül a terv jóváhagyásra került a Megyei Parancsnokság által.

Kb. egy hónappal az után, hogy az új tűzoltási terv begyakorlása megtörtént, az egység riasztást kapott a TVK-ra. Június 16-án este hat óra körül megszólalt az Olefingyár vészdudája. A beosztott tűzoltók a kellemes nyári estén az udvaron beszélgettek, így jól hallhatták a gőzduda vészjósló hangját. Tudták, hogy ez a hang azt jelzi: valamelyik gyáregységben súlyos, életveszélyes helyzet állt elő. Ezért a vészjelzést hallva azonnal elfoglalták helyüket a tűzoltó gépjárműveken, s mire a riasztólámpa kigyulladt, addigra az egység már teljes menetkészültségben volt. Eközben az akkori tűzoltóparancsnok, Skobrák Róbert, aki ebben az időpontban még a laktanyában tartózkodott, a vészduda hangját hallva a hírközpontba sietett és tájékoztatást kért a helyzetről. A híradós elismételte a „tűzjelzést”, ami szó szerint így hangzott: „Nagyon gyorsan jöjjenek, mert mindjárt felrobbanunk!” A jelzett kárterületen ugyanis számos beépített gázérzékelő jelzéseket továbbított a vezénlyőbe. A jelzések megjelenítése során leolvashatóvá vált, hogy a gázkoncentráció az üzem területén mindenütt az ARH 100 %-a felett van.

¹¹ Skobrák Róbert: *Az 1991-ben történt Olefingyári káreset leírása*. Tiszaújváros, 2008. 1-6. p.

A jelzés alapján a parancsnok a tűzoltási terv szerinti V. kiemelt riasztási fokozatot rendelt el. A híradó ügyeletes riasztotta a tiszaujvárosi egységet és jelentette az eseményt a megyei ügyeletre. A segítségnyújtásra tervezett egységek riasztását már a megyei ügyeletesajtotta végre, és egyben tájékoztatta az eseményről a megyei tűzoltóparancsnokot is.

A tűzoltó egységek helyszínre érkezése előtt a kezelő személyzet első intézkedésként elzárta az etilén-propilén szétválasztó kolonnát tápláló NA 50-es, sérült vezetékét. A kolonna és a sérülés helye között azonban nem volt lehetőség a vezeték elzárására, így a pirogáz a kolonna felől, 30 bar nyomással szabadon áramlott visszafelé a betáp vezetéken a sérülés helyéhez, és azon keresztül a szabadba. A betáplálás megszüntetését követően a kolonnát rányitották a fáklyára. Ettől kezdve a gáz két irányba távozott: a nagyobb mennyiség a biztonsági fáklyán keresztül elégetésre került, a kisebb rész viszont a repedésen keresztül továbbra is a szabadba távozott. A technológiai rendszerek úgy vannak méretezve, hogy gázömlés vagy üzembizavar esetén a biztonsági fáklyán keresztül a legnagyobb ürtartalmú készülék is kb. 30 perc alatt leürül. A fáklyázás megkezdésével egyidejűleg, szintén az üzem személyzete által beüzemelésre került a helyszínen található 2 db 2000 liter/min teljesítményű beépített vízágyú is. Ezek az ágyúk kizárólag kötött sugár képzésére voltak alkalmasak. A gázömlés helyére irányított sugarak a gázfelhő oszlatásához érdemben nem járultak hozzá, de leföldelték a gázfelhőt, ezzel megakadályozva annak statikus feltöltődés miatti meggyulladását és robbanását.

Vonulás közben a szélzsákok mozgását értékelve a tűzoltók megállapították, hogy élénk déli szél fúj. Ennek megfelelően a kikerülő tiszaujvárosi egység két gépjárműfecskendővel és hat különleges szerrel – ezen belül négy TŰ-4 habbaloltó gépjárművel – a gyártól nyugatra elhelyezkedő K4-es úton sorakozott fel. A habbaloltó gépjárművek feladata az volt, hogy a helyszínre vontassák az utánfutókra szerelt Rosenbauer RM 24-es típusú, 2400 liter/min teljesítményű hab-vízagyúkat.



18. kép Rosenbauer Rm 24-es hab-vízagyú

(forrás: Skobrák Róbert)

A vonulás a szokásostól annyiban eltérő volt, hogy a konvoj élén nem a Kémia - I. szer, hanem a tiszaujvárosi parancsnok Ladája haladt.

A kitérési sorrendből adódóan a felderítést is a parancsnok kezdte meg. Ennek megfelelően a tűzoltásvezetés átadás-átvételére nem is került sor, mert a „tűzoltás” vezetője kezdetől fogva a tiszaujvárosi parancsnok volt. A gázömlés okozta erős, sivító zajt már messziről lehetett hallani. A felderítés alapján megállapításra került, hogy a gázsztváltó üzemszben egy T alakú beton tartóoszlopon több vezeték között, kb. 2,5-3 méteres magasságban elhelyezkedő pirogáz vezeték megsérült, és a sérülésen keresztül a gáz mintegy 30 bar nyomással a szabadba áramlik.

Az élénk szél a gázfelhőt a gyártól északra elhelyezkedő festékgár felé sodorta. A festékgár legközelebbi épülete a TMK műhely volt, ahol munkaidőben rendszerint szikrázással és nyílt lánggal járó munkát – hegesztést, lángvágást, köszörülést stb. – is végeznek. Szerencsére a gázömlés idején semmilyen tűzveszéllyel járó tevékenységet nem folytattak. A gázfelhő a festékgár területét elhagyva, a TVK kerítése mellett elterülő szabadidő-központ felé terjedt tovább. Mivel az esemény egy szép nyári délután történt, a szabadidő-központ területén több száz ember tartózkodott. Számolni lehetett azzal, hogy ha a gázfelhő eléri a strand területét, akkor ott gyújtóforrást találva berobban. Egy esetleges robbanás pedig az adott helyszínen nagyszámú emberi áldozatot követelt volna. Ezért a TVK akkori ügyeletes igazgatója elrendelte a terület kiürítését. Az már csak utólag derült ki, hogy a szabadidő-központ területén nem alakult ki robbanásveszélyes gázkoncentráció (mert addigra az élénk szél hatására kellően felhígult), de ezt előre megmondani nem lehetett. A TVK területén jelentős a személy- és tehergépjármű-forgalom. Ezért további intézkedésként, hogy a gépjárművek a gázfelhőt ne tudják berobbantani, a rendészek leállították a forgalmat.

A kitérkezést követően a tűzoltók lekasztották az utánfutókat a TŰ-4-esekről. A máltatérből „B” tekerestömlőket vettek ki és az utánfutókra rakták, majd kézi erővel behúzták az utánfutókat a hab-vízágyúkkal és a tömlőkkel együtt a gázsztváltó üzemszbe. A gyárban észak-déli irányú utak vannak kialakítva az egyes üzemszkek között, a tűzcsapok ezeken az utakon vannak elhelyezve. Így van ez a gázsztváltó üzemszben is. A gázömlés helyéhez viszonylag közel – egy-két tömlőhosszon belül – lehetett találni több tűzcsapot is, hiszen azok a gyárban elég sűrűn vannak telepítve. A kolonnától keletre és nyugatra található tűzcsapokról megszereltek két-két RM 24-es hab-vízágyút és az ágyúk szórt sugarát ráirányították a kiömlés helyére. Az ágyúk megtáplálása két-két darab B tömlővel történt egy gyűjtőn keresztül.

Az RM-24 típusú hab-vízágyúk kötött és szórt sugárral is lehetett alkalmazni: habbal oltás esetén a habcső a helyén volt, míg gázoszlatás alkalmával a habcsövet félrefordították, és az ágyúfej 24 db 8 mm-es furatából kiáramló víz intenzív szórt sugarat állított elő.



19. kép Rm 24-es típusú hab-vízágyú szórófeje

(forrás: Skobrák Róbert)



20. kép Az ágyú által előállított szórt sugár

(forrás: Skobrák Róbert)

A két db beépített és a négy db mobil ágyú üzembe helyezésével voltaképpen teljesült is a tűzoltási tervben előirányzott fő beavatkozás, hiszen abban az időben más, gázoszlatásra alkalmas eszközökkel a tűzoltóság nem rendelkezett. A fáklyázás és a sérült csőszakaszon át történő gázömlés együttes hatására a kolonnában a pirogáz nyomása 25-30 perc elteltével 2 bar alá csökkent. Ekkor a rendszerbe nitrogént vezettek és ezzel a kolonnát inertizálták. Ennek eredményeként a robbanásveszély megszűnt.

A gázfelhő felhígulását három tényező együttes hatása eredményezte. Egyrészt a sérült csőből kiömlő gáz a mintegy 3 méteres magasságból a talajszintig süllyedt, és eközben a levegővel keveredve, hígult. Másrészt, a gázfelhőt hígították az RM 24-esek sugara is. Amint azt korábban már kifejtettük, az ágyúk szórt sugara a kilótt víztérfogatáram 50 – 75-szörösének megfelelő térfogatú levegőt képes magával ragadni és a tömény gázfelhőbe szállítani. A gázfelhő felhígulását eredményező harmadik tényező az élénk szél volt, amely talán a legtöbb tiszta, szennyezésmentes levegő szállításával járult hozzá a gázfelhő felhígulásához. Nehéz lenne megmondani, hogy a három tényező közül melyik milyen mértékben járult hozzá a gázfelhő koncentrációjának csökkentéséhez. Az azonban tény, hogy mire a gázfelhő olyan területre jutott, ahol már gyújtóforrással találkozhatott volna, a koncentrációja az ARH alá csökkent.

A káreset időpontjában a tűzoltóság robbanásbiztos hírközlő eszközökkel nem rendelkezett; kárhelyi rádióként a Maros-B típusú, külső elemtáskával ellátott, amúgy elég szerény hatótávolságú készülék volt rendszeresítve. A gázszétválasztó üzemrész területén, ahol a koncentráció mindenütt az ARH felett volt, a kárhelyi rádiókat emiatt nem is volt szabad bekapcsolni. Szerencsére, a világos tervnek és a jó begyakorlottságnak köszönhetően nem is volt igazán szükség a kárhelyi rádióforgalmazásra – mindenki tudta a feladatát, aki pedig nem, az a keleti és a nyugati oldalon működő szakaszparancsnoktól közvetlenül, élőszóban kapott utasítást. Visszajelzéseket azonban így is kellett adni. Ezt a feladatot a tűzoltásvezető oldotta meg úgy, hogy a gázömlés helyétől déli irányban, széllel szemben haladva eltávolodott, olyan távolságra, ahol már biztosan nem volt veszélyes gázkoncentráció, és a visszajelzéseit onnan adta. Egyben azt is közölte a híradó ügyelettel, hogy nincs folyamatosan bekapcsolt, vételkész állapotban. Így a rádiókapcsolat ugyan meglehetősen laza és szakadozott volt, de az ügyeletek (a tiszaujvárosi, és rajta keresztül a megyei és az országos is) rendszeresen kaptak tájékoztatást a kárelhárítás lefolyásáról.

Szinte azzal egyidőben, hogy a nyomás 2 bar alá esett, és megkezdődött a rendszer nitrogénes átöblítése, megérkezett a Miskolc - I. a TVK kapujához. Beavatkozásukra azonban már nem volt szükség, ezért a tűzoltásvezető a riasztási fokozatot visszaminősítette, és a segítségnyújtásra vonuló egységeket visszafordította. Ezt látva, akár azt is gondolhatnánk, hogy felesleges volt az V. kiemelt riasztás elrendelése, három megye tűzoltóinak „ugráltatása”. A valóság az, hogy ilyen jellegű káreseteknél mindig végre kell hajtani az V. kiemelt riasztást, mert nem lehet kizárni egy nagy erejű térrobbanás bekövetkezését, ami a helyszínen tartózkodó személyek tömeges sérülését, esetleg halálát is okozhatta volna. A robbanás következtében a technológiai rendszerekben is másodlagos sérülések, tüzek és további robbanások is előfordulhatnak. A sérült személyek mentését, a keletkezett tüzek eloltását pedig csak a társ tűzoltóságokról segítségnyújtásra érkezett erőkkel és eszközökkel lehet végrehajtani. A segítségnyújtásra tervezett egységek vonulási ideje azonban 30 – 60 perc. Ezért annak érdekében, hogy a segítségnyújtásra tervezett egységek kiérkezése minél előbb megtörténhessen, riasztásuk a tiszaujvárosi egységgel gyakorlatilag egyidőben van előirányozva. A más tűzoltóságtól érkező egységeknek azonban akkor is tartalékban kell maradniuk, ha a gázömlés nem is fejeződik be a segítségnyújtásra érkezők kiérkezése előtt. A cél ugyanis az, hogy közvetlenül a kárhelyen minél kevesebb személy tartózkodjon, minél kevesebb ember legyen kitéve az esetleges robbanás hatásainak. Bevetésükre tehát csak akkor kerülhet sor, ha a katasztrófa ténylegesen bekövetkezett.

4. JAVASLATOK A VÉDEKEZÉS ESZKÖZEIRE A GYAKORLATI TAPASZTALATOK ALAPJÁN

Az 1991-es gázömlésnél, de más gázömléseknél is rendkívül fontos lett volna minél részletesebb információt kapni a káresetről, lehetőleg még a vonulás megkezdése előtt, és a helyszínre érkezést követően is. Ilyen esetekben jó lenne tudni pl. azt, hogy az üzem melyik részén keletkezett a gázömlés, hiszen csak ennek ismeretében tehetők meg haladéktalanul az intézkedések a tömörtelenség elzárására, vagy legalább a kifúvás intenzitásának csökkentésére. Jó lenne tudni azt is, hogy a kárhelyen milyen az uralkodó szélirány, merre terjed a gázfelhő, tehát milyen irányból lehet a kárhelyet veszélytelenül megközelíteni? Ugyancsak jó tudni, hogy milyen erősségű szél fúj a kárhelyen, mennyire lehet számítani arra, hogy a szél is hígítja a gázfelhőt? De a szélerősség egyben tájékoztatást ad arra nézve is, hogy mennyire lehet megközelíteni a kárhelyet a tűzoltó járművekkel? Élénkebb szél esetén, szélirányból érkezve viszonylag közelebb lehet menni a kocsikkal. Ez pedig azt jelenti, hogy a szükséges felszerelést viszonylag rövidebb távolságra kell kézben elszállítani, gyorsabban kerülhet sor az első beavatkozásra. Márpedig gázömlésnél az időt másodpercekben mérjük, hiszen az életünkről van szó!

Az Olefingyár területén meglehetősen sűrűn vannak a gázérzékelők elhelyezve. Ezek az érzékelők a jeleiket a vezénylőterembe továbbítják, ahol a kezelők látják és értékelik azokat. Veszélyhelyzet esetén ezek az érzékelők az ARH 20 %-ánál hang- és fényjelzést adnak. A kezelők a jelzést értékelve a helyszínre mennek, felderítik a jelzés okát, majd a vezénylőbe visszatérve, telefonon riasztják a tűzoltóságunkat. Ez a folyamat hosszú perceket vesz igénybe, mi pedig még nem is tudunk róla, hogy egyáltalán veszély fenyeget. Pedig nekünk AZONNAL, az első jelzéssel egyidejűleg tudnunk kellene, hogy hol keletkezett a gázömlés, milyen intenzitású, merre terjed a gázfelhő és milyenek a szélviszonyok a helyszínen?

Olyan rendszer, amely ezekre a kérdésekre megfelelő választ adhatna, nincs az Olefingyárban. A tapasztalatok alapján azonban ilyen tulajdonságú rendszer megalkotását és üzembe helyezését kezdeményeztük a TVK egy másik, hasonló veszélyességű gyárának beruházása során. Kezdeményezésünk meghallgatásra talált, a rendszer megvalósult.

4. 1. A gázfelhő-megjelenítő rendszer¹²

A rendszer lelke egy számítógép, amely a létesítményi tűzoltóság híradó ügyeletén van elhelyezve és kapcsolatban áll a védendő üzemben telepített valamennyi gázérzékelővel.

¹² Bátor Ferenc: *Gázveszély jelző rendszer, kezelési leírás*. Tiszaújváros, 2000.

A számítógép képernyőjén az adott üzem alaprajza látható, rajta a gázérzékelők szimbólumaival. A gázérzékelők szimbólumai kör alakúak. Az egyes érzékelők a pillanatnyi állapotukat színükkel és átmérőjükkel jelzik. Átmérőjük az alapállapottól (ARH 0%) a maximális, ARH 100%-nak megfelelő átmérőig terjed. Az ezeknek megfelelő színskála a citromsárgától a tűzpirosig fokozatosan változik. Amennyiben egy érzékelő növekvő gázkoncentrációt érzékel, színe egyre pirosabb, mérete pedig egyre nagyobb lesz. Az érzékelők a veszélyes üzemekben elég sűrűn vannak elhelyezve, egy komolyabb gázömlés esetén a sok tűzpiros folt összeér, és az ARH 100 % feletti koncentrációjú terület összefüggő vörös foltként jelenik meg a képernyőn. Az elsőként „megszólaló” érzékelő azzal tűnik ki a többi közül, hogy szimbóluma folyamatosan villog. Ezzel a tűzoltásvezető egyetlen pillantással megállapíthatja, hogy hol kezdődött a gázömlés, hol kell megkísérelni a tömörtelenség elzárását, vagy legalább a kifúvás intenzitásának csökkentését. A tűzoltásvezető számára igen fontos még a szél sebességére és irányára vonatkozó információ. A szél sebességét digitális kijelző mutatja m/s-ban, a szélirány pedig szélrózsán van megjelenítve. A gázfelhő-megjelenítő berendezés riasztás esetén egyidejűleg hangjelzést is ad, amely nyugtázható. A képernyőn látható jelzéseket a berendezés a hangjelzés nyugtázása után is folyamatosan megjeleníti. A számítógép szöveges fájlban regisztrálja az események bekövetkeztét, a nyugtázás időpontját és a jelzések megszűnését. A berendezés alapját képező számítógép alkalmas újabb üzemek gázérzékelőinek megjelenítésére is, csak a kapcsolatot kell kiépíteni az érzékelők és a számítógép között.

A kedvező tapasztalatok alapján javaslom, hogy az Olefingyár is kerüljön bekapcsolásra a gázfelhő-megjelenítő rendszerbe.

4. 2. A gázkoncentráció mérésére alkalmas eszközök

Az 1991-es gázömlés alkalmával a tiszaujvárosi tűzoltó-parancsnokság gázérzékelő műszerrel nem rendelkezett, a megye egyetlen (Auer Passport típusú) gázérzékelő műszere a megyei tűzoltó-parancsnokság ügyeletén volt elhelyezve. Ez a műszer a gázömlés teljes felszámolásáig nem is érkezett meg a káreset helyszínére. A gázérzékelő műszereknél – és különösen a négygázosaknál – nagyon fontos az egyszerű üzemeltethetőség, az alacsony szervizigény és a folyamatos rendelkezésre állás. A korábban használt Auer Passport típusú műszer ezeknek az igényeknek a legcsekélyebb mértékig sem tett eleget: minden egyes cellát minden használat után hitelesíteni kellett. Ez azt jelentette, hogy egy gázömlés esetén az Ex cellával elméletileg csak egyetlen mérést lehetett végrehajtani, és utána máris vinni kellett Budapestre, hogy a következő mérés előtt újra hitelesíttessük a cellát.

Belátható, hogy egy ilyen „megbízható” műszer a gyakorlat számára használhatatlan; alkalmazására kizárólag jobb híján került sor.



21. kép Auer Passport típusú műszer

(forrás: www.westernsafety.com)

Amint lehetőség nyílt megbízhatóbb, a gyakorlati igényeknek jobban megfelelő műszer vásárlására, tűzoltóságunk azonnal beszerezte ezeket az új műszereket. Ez a típus a kanadai gyártmányú Gasalert Max volt. Használatánál alapvető változást jelentett, hogy a műszerhez hitelesítő gázokat is adtak, és a hitelesítést időszakonként, magunk végezhattük el! Ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy a műszert 2 évig egyetlen napra sem kellett kivonni a készletről. A gondok csak akkor jelentkeztek, amikor 2 év elteltével lejárt a mérőcellák szavatossági ideje, és ki kellett azokat cserélni. Ekkor derült ki, hogy a műszer legközelebbi szervize Angliában van, és a csere – a ki- és hazaszállítással együtt – hónapokat vett igénybe. Az útköltség és a szervizszámla összege szinte egy új műszer beszerzési árával volt azonos. Érthető, hogy ebben a helyzetben ismét felmerült egy, az igényeknek jobban megfelelő műszer-típus kiválasztásának és beszerzésének szükségessége.



22. kép Gas Alert Max. mérőműszer

(forrás: www.jyotech.com)

Ezek alapján tűzoltóságunkon az éghetőgáz- és oxigén-koncentráció mérésére alkalmas, az MSA–Auer cég által gyártott Ex-Ox Meter típusú műszerek lettek rendszeresítve.



23. kép Auer Ex-Ox Meter II.

(forrás: www.technogroup.sk)

Az éghetőgáz-koncentrációt mérő cella működési elve a katalitikus oxidáción alapul. A katalizátor felületén kémiai folyamatok mennek végbe. Ha a beszívott mintában éghető gáz van, a katalizátoron végbemenő oxidáció hőt termel, és megemeli a katalizátor hőmérsékletét. A hőmérséklet növekedése a mérőhídba kapcsolt érzékelő szál ellenállását megváltoztatja, és az oxidációval arányos feszültség jelenik meg a mérőpontokon. A mérőszálat bronz szűrővel választják el a vizsgálati tértől, amely megakadályozza az esetleges láng kijutását, és így az nem lehet gyújtóforrás. Az érzékelőkkel nem detektálhatók olyan gázok, melyek a katalizátort tönkreteszik (katalizátormérgek, pl. bizonyos kén- és ólomvegyületek, hidrogén).

A két mérőcellával felszerelt műszerek nem mindig tesznek eleget a tűzoltóság által támasztott igényeknek. Sok esetben szükség lehet arra, hogy a robbanásveszélyes gázok és az oxigén koncentrációja mellett meghatározhassuk egyes gyakrabban előforduló mérgező gázok koncentrációját is. Így pl. zárttéri tüzek utómunkálatai esetén lehet különösen fontos a szén-monoxid-koncentráció meghatározása, hiszen ettől függ, hogy a légzésvédő készülékeket továbbra is használni kell, vagy már könnyíteni lehet a védőfelszerelésen. A finomító területén üzemelő gázolaj-kénmentesítő pedig a technológiai folyamat során kénhidrogént termel, ami üzemzavar esetén a levegőbe kerülve légzésbénulást és ezáltal halált okozhat. A tűzoltóság-
nak tehát rendelkeznie kell a kétgázos Ex-Ox műszerek mellett négygázos, Ex-Ox-Tox típusú műszerekkel is.

Ilyen típusú mérőműszer lehet az MSA Auer cég által gyártott Orion hordozható kézi multi gáزدetektor, amelyet a következőkben ismertetek.

Könnyen kezelhető, megbízható működésű 4-komponenses gázérzékelő, 21 különböző szenzor választékkal. A robbanásbiztos kivitel, az erős hang- és fényjelzés biztosítja a veszélyes ipari környezetben való alkalmazhatóságot.



24. kép MSA Orion gázveszély-jelző műszer

(forrás: www.iereents.com)

A készülék tulajdonságai

A gázveszély-jelző műszer alkalmas az O_2 , H_2S , CO , valamint az éghető gázok mérésére. Az MSA által kifejlesztett és szabadalmaztatott, szilícium vegyületeknek ellenálló, 20 L típusú tartós katalitikus érzékelők biztosítják a nagyobb élettartamot. A műszerben található összes szenzort könnyű karbantartani. Mérési tartomány: 0-100 ARH %.

Különlegesen robusztus, könnyen megfogható forma. A szénszál-erősítésű műanyag műszerház szívós, ütésálló, „tűzoltóbiztos” kivitelű. Tartozék az ütésvédő tok gumiból, amely a legdurvább bánásmódot is lehetővé teszi. Kitűnően ellenáll a víznek és a pornak, ezáltal a legmostohább körülmények között is használható. Maró hatású, korróziót okozó környezetben is alkalmazható.

Az adatok megjelenítésére nagy méretű, könnyen leolvasható LCD kijelző szolgál. A mért gázokat egyszerre jeleníti meg a hozzájuk tartozó értékekkel együtt. Az értékek megadása %-ban történik.

Állítható kontraszt, fényes, egyenletes háttérvilágítás. A háttér megvilágítása jól láthatóvá teszi a szöveget még gyér fényviszonyok között is. Minden adat egy pillantással leolvasható. A riasztó fényjelzések minden szögből jól láthatók.

Az ARH szenzor választható standard kalibrálása: metán, propán vagy pentán. A kalibrálás egyetlen gomb megnyomásával kivitelezhető. Ez az ön-kalibrálási funkció nagyban megkönnyíti a kezelés elsajátítását és csökkenti a begyakorlás időigényét.

Hosszú élettartamú, újratölthető NiMH akkumulátor egységgel üzemel. Az akkumulátor robbanásveszélyes környezetben is cserélhető. Az üzemideje egy töltéssel 11 óra. A teljes feltöltés az MSA gyorstöltővel hozzávetőlegesen 4 órát vesz igénybe.

A mintavétel a környezetből beépített, folyamatosan működő szivattyú segítségével történik. A készülékhez tartozó mintavevő egység és tömlő segítségével lehetőség van a távolabbi környezetből való mintavételre is. Egy többszörös szűrőrendszer védi a szivattyút és a szenzorokat a szennyező részecskéktől és a víztől.

Az adatnaplózási funkció segítségével a kijelzőn megjelenő adatok egy szoftver segítségével számítógépen is megjeleníthetők. Az adatokból táblázat és diagramm is készíthető.

Hitelesítése negyedévente, a laktanyában történhet a készenlétből való kivonás nélkül. Ugyancsak Tiszaújvárosban történhetnek meg a szükséges futó javítások és a későbbiekben szükségessé váló cellacserék is, mert a forgalmazó cég Tiszaújvárosban szervizt tart fenn.

A tapasztalatok szerint egy nagyobb kiterjedésű gázfelhő esetén a veszélyességi övezet határainak megállapításához legalább 4 db műszer használata szükséges. Az előzőekben leírtakat figyelembe véve, javaslom, hogy erre a célra 2 db meglévő Ex-Ox-Meter mellett 2 db új MSA Orion típusú műszer kerüljön rendszeresítésre.

4. 3. Tűzivíz-ellátás

A TVK általános tűzivíz-rendszere 4 bar-os alapnyomást biztosít. A kiemelt fontosságú üzemekben magasnyomású tűzivíz-rendszer van kiépítve. Ez azt jelenti, hogy a nyomásfokozó szivattyúk beindítása esetén a nyomás a szokásos 3,5 – 4,0 bar-ról 12 bar-ra emelkedik. Az 1991-ben történt káreset alkalmával a nyomásfokozó szivattyúk nem működtek, az Olefingyár tűzivíz-rendszerében a szokásos alapnyomás uralkodott. A nyomásfokozó szivattyúkat a tűzoltóság kifejezett kérésére sem indították be; valószínűleg attól tartottak, hogy a tűzivíz-vezeték egyes korrodált szakaszai nem viselnék el a 12 bar-os nyomást, egy csőtörés esetén pedig még az alapnyomás sem állna rendelkezésre.

Korszerű vegyipari üzemekben a tűzivíz-rendszer nyomása állandóan 8 bar. Ez a nyomásszint optimális a korszerű vízágyúk, vízpajzsok és sugárcsövek működéséhez, ugyanakkor a 12 bar-osnál jobban igazodik a nyomótömlők terhelhetőségéhez, így jóval kevesebb a tömlőszakadás.

A rendszerben az állandó 8 bar nyomást alapesetben egy nyomástartó – ún. Jockey – szivattyú tartja fenn, mindaddig, amíg a vízelvétel 300 liter/perc alatt van. Ha az elvétel meghaladja a 300 liter/percet, akkor a Jockey szivattyú már nem tudja pótolni a kivett vízmennyiséget, így a nyomás elkezd csökkenni. Ilyenkor automatikusan beindul a nagy teljesítményű, dízelmotorral hajtott fő szivattyú. További vízelvétel esetén egy második dízelmotoros szivattyú lép üzembe, tartalékként pedig villamos hajtású szivattyú áll rendelkezésre.



25. kép Jockey típusú csigaházás szivattyú

(forrás: www.tuzor.hu)

Az így kialakított rendszerek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek:

- A 8 bar-os nyomás kevésbé veszi igénybe a cső- és tömlővezetékeket, mint a 12 bar-os, ezért kisebb a csőtörés és a tömlőszakadás kockázata;
- Az állandó 8 bar-os nyomásnak köszönhetően az esetleges csőrepedés már a „békeidőben” ismertté válik, nem pedig egy tüzeset miatt beindított nyomásfokozás hatására következik be csőtörés, ami vészhelyzetben a tűzivíz-ellátás teljes megszűnését okozhatná;
- A dízel-szivattyúkkal biztosított tűzivíz-ellátás biztonságosabb, mert független a villamos hálózattól, ami akár üzemzavar, akár egy térrobbanás következtében üzemképtelenné válhatna;
- Az állandó 8 bar-os nyomás a szivattyúk indításánál szükségtelenné teszi az emberi beavatkozást, így kikapcsolja az ebből eredő hibalehetőségeket.

A felsorolt jó tulajdonságok miatt javaslom az Olefingyárban is az itt ismertetetthez hasonló tűzivíz-rendszer kialakítását.

4. 4. A vízzel való beavatkozás eszközei

4. 4. 1. A beépített vízágyúk

Az Olefingyárba beépített vízágyúk a 70-es években, a gyár építésekor kerültek telepítésre. Ezeket az ágyúkat kizárólag hűtésre szánták, arra is elsősorban nagy magasságban, a kolonnák oldalán. Ezért ezek a 2000 liter/perc teljesítményű ágyúk kizárólag kötött sugár képzésére voltak alkalmasak. Az ágyúk csöve másfél méter hosszú, a végén 30-as lövőkével. Ezek az ágyúk – ellentétben a hozzájuk képest korszerűnek számító RM 24-esekkel – gázszállítás céljára nem voltak alkalmasak. A bekövetkezett 1991-es gázömlés esetén szerepük arra korlátozódott, hogy a kifúvás helyére irányítva a gázfelhőt leföldelték, megakadályozva annak elektrosztatikus feltöltődését és ebből eredő robbanását.

Korszerűbb üzemekben ma már változtatható szórásképű ágyúkat alkalmaznak. Ezek teljesítménye – az üzemekbe telepíthető ágyúk esetében általánosan – 2000 liter/min, vagy amerikai gyártmányú ágyúk esetében 500 gallon/perc, azaz 1890 liter/min. Az ilyen ágyúk lőtávolsága kötött sugárral kb. 50-60 méter, porlasztott sugárral 20-22 méter. Ilyen paraméterű ágyúkat számos cég állít elő. A legismertebbek az amerikai AKRON és TFT, illetve a német ALCO. Ezek az ágyúk eleget tesznek minden, velük szemben támasztható követelménynek. Egyaránt alkalmasak:

- hűtésre,
- gázfelhő hígítására,
- gázfelhő leföldelésére.



26. kép TFT gyártmányú Petrojet vízágyú

(a szerző saját felvétele)

Az ismertetett jó tulajdonságokra tekintettel, javasolom az Olefingyárba telepített vízágyúk cseréjét az előzőekben ismertetett gyártmányok valamelyikére.

4. 4. 2. Hordozható vízágyú

Nagy nyomással a szabadba ömlő gázok esetében számolnunk kell a veszéllyel, hogy a nagy sebességgel kiáramló, erősen örvénylő gázfelhő elektrosztatikusan feltöltődik. A gázfelhő közelében található acélszerkezetek és vegyipari készülékek viszont – villámvédelmi okokból – le vannak földelve. Így a gázfelhő és a környező acélszerkezetek között jelentős potenciálkülönbség alakulhat ki, ami elektromos kisülés, azaz szikra formájában egyenlítődhethet ki. Ez a szikra azonban meggyújthatja a környezetében kialakult gázfelhőt, aminek következtében súlyos következményekkel járó térrobbanás alakulhat ki. A sztatikus feltöltődés veszélyét azzal háríthatjuk el, ha a gázfelhőbe apró vízcseppeket juttatunk. Így a töltések egyik vízcsepptől a másikig haladva, eljutnak a leföldelt acélszerkezetekig, amelyek a töltéseket levezetik a földre. Minél kisebb a távolság az egyes vízcseppek között, annál kisebb potenciálkülönbség esetén is képesek a töltések a szomszédos vízcseppek közötti távolságot áthidalni. A kis feszültségű szikrák energiája viszont alacsony, ezért nem képes meggyújtani a gázfelhőt. Ott, ahol beépített vízágyú áll rendelkezésre, az üzemi személyzet elsődleges feladatai közé tartozik, hogy az ágyút üzembe helyezze és a sugarat a kifúvás helyére irányítsa. Ahol azonban ilyen ágyú nincs, vagy a kifúvás helye a sugárral nem érhető el, ott jó szolgálatot tehet egy hordozható vízágyú. Az általam ismert legkisebb, erre a célra alkalmas hordozható vízágyú a Fontana B600VM típus.

Ez egy acélból és ötvöztött alumíniumból készült, hegesztett, illetve forgácsolt szerkezet. A test egy 45° hajlásszögű könyök, egyik végén "B" jelű Storz-kapoccsal, a másik végén üreges gömbcsuklóval. A változtatható sugárképű szórófej segítségével az ágyú alkalmas kötött és porlasztott sugár előállítására is. A sugárkép fokozatmentesen állítható. Az ágyú maximális teljesítménye 600 liter/perc.¹³



27. kép Fontana B600VM vízágyú

(forrás: SKOBU Bt.)

¹³ SKOBU Bt.: *B600VM Hordozható vízágyú: Kezelési és karbantartási útmutató*. Tiszaújváros, 2005.

A gömbcsukló révén az ágyúval alaphelyzetben (45°-os szög) oldalirányban is lehet manőverezni. Ilyenkor a gömbcsukló jobbra és balra elfordítható 15°-kal. Az alsó és felső helyzetben ilyen lehetőség nincs. Ebben az esetben a sugár irányát az ágyú megfelelő elmozdításával lehet megváltoztatni. Kis méreteinek köszönhetően a vízágyú a tűzoltó járművek málhaterében vagy tűzcsapszerelvény-szekrényben is könnyen elhelyezhető.

A Fontana B600VM hordozható vízágyú műszaki adatait a **2. sz. táblázat** tartalmazza.

Storz-kapocs jele/mérete	„B” 75 mm
névleges víztérfogat-áram	600 l/min
sugártávolság kötött sugárral	25 m
sugártávolság porlasztott sugárral	12 m
tömeg	6,7 kg

2. sz. táblázat

A vízágyú használata során ügyelni kell arra, hogy a tömlő törés-és csavarodásmentesen legyen kifestve, mert a vízáramlás megindulásakor a tömlő ”kirúgja magát”, és az ágyút felborítva balesetveszélyt okozhat. Működés közben a sugár reakcióereje az ágyút nagy erővel a talajhoz szorítja, így az stabilan áll. A gázfelhő leföldelése mellett természetesen más célokra, így pl. hűtésre, a szivárgó ammónia elnyelésére stb. is használható.



28. kép A hordozható vízágyú által előállított szórt sugár

(forrás: SKOBU Bt.)

Tekintettel arra, hogy a hordozható vízágyúra az Olefingyárban, de más gázveszélyes területeken is szükség lehet, javaslom minden gépjárműfecskeendőre egy-egy Fontana B600 VM típusú vízágyú rendszeresítését.

4. 4. 3. Vízpajzs

Az 1991-es gázömlés idején a gázfelhő felhígításához még nem állt rendelkezésre más eszköz, csak az RM 24-es hab-vízágyúk, félrefordított csővel. Ezek az eszközök feltétlenül jó szolgálatot tettek, de nem voltak elégségesek a gázfelhő ARH alá hígításához. Az azóta eltelt időben ismertté váltak és Európa-szerte elterjedtek a vízpajzsok nevezett eszközök.

A vízpajzs egy rendszerint alumíniumból készült, szabványos Storz-kapoccsal ellátott, különleges sugárcső. A vízszintes belépő csőhöz egy függőleges fémlap csatlakozik, a cső és a fém lap között megfelelően kialakított rés található. A víz ezen a résen keresztül áramlik a szabadba, pávafarok-szerű vízfüggönyt képezve.¹⁴ Vízpajzsot számos cég gyárt, ezek közül ismert a Minimax, az AWG és a Fontana gyártmány.



29. kép Minimax „C” vízpajzs

(forrás: www.feuerwehr-hohenthau.de)



30. kép Fontana „B” vízpajzs

(forrás: SKOBU Bt.)

A Fontana vízpajzsok jellemző adatait a **3. sz. táblázat** tartalmazza.

Típus	Fontana		
névleges csatlakozó jele, mérete (mm)	„B” 75	„C” 52	„E” 38
megengedett nyomás (bar)	3 - 12	3 - 12	3 - 12
vízfogyasztás 6 bar-nál (liter/min)	600	300	150
tömeg (kg)	0,9	0,6	0,4

3. sz. táblázat

A legjellemzőbb különbség a Minimax és a Fontana vízpajzs között, hogy a Minimax „B” vízpajzs 4,5 kg-os tömegével szemben a Fontana „B” vízpajzs tömege csak 0,9 kg. Hasonló különbség mutatkozik a befoglaló méretek esetében is.

¹⁴ SKOBU Bt.: *Védelem az ammónia ellen: Vízpajzs*. Tiszaújváros, 2005.

A vízpajzs váratlan esemény esetén gyorsan és könnyen telepíthető, működés közben nem igényel felügyeletet. A már működő vízpajzs a talajon stabilan áll, a felfelé áramló víz reakcióereje szilárdan a talajhoz szorítja. A telepítéskor ügyelni kell azonban arra, hogy a tömlő törés- és csavarodás-mentesen legyen kifektetve, különösen a vízpajzs előtti 2-3 méteres szakaszon. A vízáramlás megindulásának pillanatában a rosszul kifektetett tömlő a vízpajzsot felboríthatja, ilyenkor az az elvárt védelem helyett balesetet okozhat.



31. kép A vízpajzs által létrehozott vízfüggöny

(forrás: SKOBU Bt.)

A vízpajzsból nagy sebességgel felfelé áramló víz a talaj mentén terjedő robbanásveszélyes gázt magába szívja, és felfelé haladva, tiszta levegő-rétegeken keresztül viszi magával. Eközben a sebességét és így a szívóhatását is elveszíti, ezért a magával ragadott gázt elejti. A gáz összekeveredik a magasabban található tiszta levegővel, ezáltal felhígul. Eközben a gázkeverék a vízfüggönyről leváló vízcseppecskékkel is telítődik, amelyek a gázfelhő esetleges meggyulladására esetén hőt vonnak el, így csökkentik az égés sebességét és vele a detonáció kialakulásának valószínűségét.

A vízfal magassága a víznyomás emelésével csak egy bizonyos mértékig emelhető. A vízfüggöny magassága 8 bar nyomásig fokozatosan emelkedik. Ennél magasabb nyomás esetén azonban a vízfüggöny magassága csökkenni kezd. Ez arra vezethető vissza, hogy túlzottan nagy vízsebességek kialakulása esetén a vízpajzsból kilépő, összefüggő vízfilm a vízpajzsot elhagyva rövidesen cseppekre szakad, így a vízfüggöny magassága és szívóhatása is csökken.

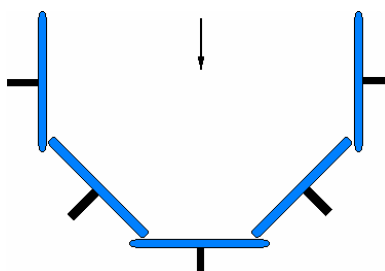
A vízpajzsokat a kilépési helytől 5-10 méter távolságban, a szélirány figyelembe vételével, úgy kell telepíteni, hogy a robbanóképes gázfelhő a vízfüggöny felé terelődjön. Keveredés nélkül gáz nem haladhat át a kiépített vízfüggönyön, ezért a vízpajzsokat úgy kell elhelyezni, hogy a szomszédos vízpajzsokból kilépő vízfüggönyök átfedjék egymást, de lehetőleg ne ütközzenek egymásba. Az így elhelyezett vízpajzsok összefüggő vízfalat képeznek.



5. ábra Az összefüggő vízfal kialakítása

(forrás: Pólik Gyula)

A hatásos védekezéshez egyetlen vízpajzs rendszerint nem elegendő, mert a nagy mennyiségben szabadba került gáz a vízfüggőnyt két oldalt megkerülheti. Ennek megakadályozása érdekében célszerű több, V vagy U alakban, ún. „zsák alakban” elhelyezett vízpajzsot alkalmazni a gázfelhő körülhatárolásához.



6. ábra Zsák alakban elhelyezett vízpajzsok

(forrás: Pólik Gyula)

Nagy intenzitású kiáramlások esetén előfordulhat, hogy a vízpajzsok mögött a gázfelhő felhígult ugyan, de a gáz koncentrációja még mindig az ARH fölött van. Ilyenkor a vízpajzsok mögött kb. 15-20 m távolságban alkalmazható egy második védelmi vonal is. Ez a védelmi vonal vízpajzsokból, vagy függőlegesen felfelé irányított, nagy teljesítményű mobil hab-vízágyúkból állhat.

Tekintettel arra, hogy a vízpajzsok kis helyigényű, de a gázfelhők elleni védekezésben pótolhatatlanul hatásos eszközök, javasolom járművenként 2-2 db Fontana „B” vízpajzs rendszeresítését.

4. 4. 4. Vector mobil vízágyú

A vízágyú alkalmazása kétféle módon is csökkenti a meggyulladó gázfelhő égési sebességét:

1. A vízágyú sugara – különösen, ha kb. 30° kúpszögű szórt sugarat alkalmazunk – hatásos vízszóró-légszivattyúként működik, amely a vízmennyiség 50 – 75-szörösének megfelelő mennyiségű levegőt képes szállítani a gázfelhőbe;
2. az égés közben a gázfelhőbe juttatott apró, lebegő vízcseppek elpárolognak, ezáltal jelentős hőt vonnak el a környezetből, és ezzel lassítják az égési folyamatot.

A gázfelhők elleni védekezés céljára különösen alkalmas az amerikai TFT cég gyártmánya, a Vector hordozható vízágyú. Az ágyú teljesítménye 1250 GPM (kb. 5000 l/perc), tömege 27 kg. Egy mozdulattal két, kb. azonos tömegű részre szétszedhető, így azt egy ember a két kezében fogva, akár futva is szállíthatja.

Az ágyú sajátossága az elmozdulás-érzékelő biztonsági szelep. Normál üzemelés esetén a szelep nyitva van. Ha azonban bármely ok (pl. az egyik tápláló tömlő szakadása) miatt az ágyú felborul, a szelep azonnal lezár. A vízfolyást nem teljesen, hanem csak kb. 90%-kal csökkenti, megelőzve ezzel a lökéshullám kialakulását és a további tömlőszakadásokat. A vízszintes mozgatás egy kézi kar segítségével történik, a függőleges mozgatást csigahajtómű teszi lehetővé. A szétnyitható, 4 wolfram-karbid csúccsal ellátott, rozsdamentes acélból készült, rugalmas talpak kitűnő stabilitást biztosítanak.¹⁵



32. kép A Vector ágyú
(forrás: www.tft.com)

Tekintettel az ismertetett ágyúk kis méretére és tömegére, illetve az ehhez viszonyított nagy teljesítményére és a gázfelhőkkel szembeni jó hasznosíthatóságára, javasolom 4 db Vector típusú vízágyú rendszeresítését.

¹⁵ Leader Katalógus: *A jövő technikája*. BM nyomda Kft., 2002.

4. 5. Holmatro csőroppantó

Az 1991-es gázömlés alkalmával a tömörtelenség egy Na 50-es csővezetéken alakult ki. A csővezetékek sérüléseinek elzárására számos eszközt ismerünk, így pl. különféle karmantyúkat, mandzsettákat stb. Az adott esetben azonban a sérülés a csővezeték alsó alkotóján alakult ki, s a cső a sérült részén érintkezett a csőtartó betonoszloppal. Emiatt a karmantyú vagy más hasonló eszköz alkalmazása nem jöhetett számításba. Van azonban egy olyan eszköz, amely ilyen esetben is alkalmas lehet, ha nem is a csővezeték teljes elzárására, de legalábbis a gázömlés szivárgássá való megszelídítésére. Ez az eszköz a hidraulikus csőroppantó.

A készülék egy acél kengyel, amelynek belsejében egy ék alakú elem mozog, hidraulikus munkahenger által működtetve. A kengyel szétnyitható és az összeroppantani kívánt csővezeték körül ismét összezárható. Működés közben a mozgó ék a csövet a kengyel szintén ék alakú éléhez szorítja, így a cső keresztmetszetét a nullához közeli értékre csökkenti. Mivel a vegyiparban gyakran robbanásveszélyes anyagok áramlanak ki a sérült csővezetékekből, ezért a csőroppantót általában nem motoros, hanem kézi működtetésű hidraulika-szivattyúval használják. A csőroppantó és a kézi szivattyú mérete és tömege viszonylag kicsi, ezért egy személy is könnyen a helyszínre szállíthatja.

A készülék részei:

1. Csőroppantó fej¹⁶

Tulajdonságok:	maximális nyomóerő	15 kN
	maximális csőátmérő	60 mm
	cső falvastagság	4 mm
	használatra kész súly	8,8 kg
	munkanyomás	720 bar



33. kép A csőroppantó fejrésze
(forrás: www.holmatro-rescue.com)

¹⁶ <http://www.holmatro-rescue.com/Shop/Detail.aspx?ItemId=1185&GroupId=123>

2. Kézi működtetésű hidraulikus pumpa¹⁷

Tulajdonságok:	használatra kész súly	11,2 kg
	munkanyomás	720 bar

A pumpa állítja elő fej működéséhez szükséges munkanyomást. A szerkezeti elem alátét lapra van rögzítve, ezáltal a használat biztonságosabb és szilárdabb.



34. kép Kézi működtetésű pumpa
(forrás: www.holmatro.nl)

A két szerkezeti elem egy könnyen kezelhető gyorscsatlakozóval van ellátva. A csőroppantó fejet és a kézi működtetésű pumpát ezeken a csatlakozókon keresztül lehet összekapcsolni egy hidraulika tömlő segítségével. A tömlő anyaga kevlár erősítésű, rendkívül jól ellenáll csavarodásnak, törésnek.

A meghibásodott csővezetékek elzárására szolgáló eszközök rendkívül fontosak, különösen akkor, ha a közelben nincs a vezetékszakasz elzárására szolgáló szerelvény. Ezért javaslom egy Holmatro csőroppantó készlet rendszeresítését.

4. 6. „Gázozlató” utánfutó

Az 1991-es gázömlés alkalmával viszonylag kevés eszköz – konkrétan 4 db RM-24 hab-vízágyú – került bevetésre, és ezek mindegyike utánfutón volt elhelyezve. A tápláláshoz szükséges, ágyúként 4 – 4 db „B” tömlőt a tűzoltók a vontató járművek (TÜ-4 típusú habbaloltók) málhateréből vették elő, rádobták az utánfutókra, majd az utánfutókat kézi erővel húzva-tolva, a beavatkozás tényleges helyszínére vitték.

¹⁷ <http://www.holmatro.nl/rescue/en/m1185-2-999/htw-1800-c.aspx>

A ma bevethető korszerű eszközök viszonylag kicsik, elférnek a járművek málhaterében is, ezért nincs hozzájuk utánfutó rendszeresítve. Ha viszont arra gondolunk, hogy egy komolyabb gázömlésnél a hatásos beavatkozáshoz egy kisméretű hordozható vízágyúra, 6 „B” vízpajzsra, 4 Vector ágyúra, és mindezek működtetéséhez legalább 30 db „B” tömlőre van szükség, akkor könnyen belátható, hogy ezeket az eszközöket a távolabb leállított járművektől kézben a helyszínre szállítani – nehéz és időigényes folyamat. Ezért célszerű lenne a jelenleg rendelkezésre álló, korszerű gázoszlató eszközöket is „mobilizálni”, vagyis egy megfelelően kialakított, könnyű utánfutóra elhelyezni. Az utánfutót valamelyik konténerszállító jármű vontathatná a helyszínre, mivel ezeknek a járműveknek mindegyike el van látva vonófejjel. Annak érdekében, hogy az utánfutó valóban gyorsan, kézi erővel is könnyen a bevetés helyére juttatható legyen, célszerű abba csak a legszükségesebb, az első hullámban bevetni tervezett eszközöket elhelyezni. Ezek az eszközök a következők:

• kisméretű hordozható vízágyú		6,7 kg
• 6 db Fontana „B” vízpajzs	6 × 0,9 kg	5,4 kg
• 14 db kopásálló bevonattal ellátott „B” tömlő	14 × 14,2 kg	198,8 kg
• 6 db szikramentes kapocspárkulcs	6 × 0,9 kg	5,4 kg
• <u>3 db szikramentes föld feletti tűzcsapkulcs</u>	<u>3 × 1,1 kg</u>	<u>3,3 kg</u>
	Összesen:	219,6 kg

Az adatokból látható, hogy a feladatra egy viszonylag kis méretű és kis teherbírású, tehát nem is különösebben drága utánfutó is alkalmas lehet. Annyit azonban elvárhatunk még tőle, hogy alkalmas legyen a sebességkorlátozás nélküli vontatásra, továbbá fedéllel is kell rendelkeznie, hogy a málházott felszereléseket megóvja az időjárás hatásaitól. Elvárás még az is, hogy a felszereléseknek jól rögzítetten, ugyanakkor könnyen hozzáférhetően kell elhelyezkedniük.

Javaslom, hogy a gázoszlató felszerelések gyors bevethetőségének biztosítása érdekében kerüljön rendszeresítésre egy, a fentieknek megfelelően kialakított és felmálházott gázoszlató utánfutó.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom első fejezetében a Tiszai Vegyi Kombinát Nyrt. vállalatot és annak petro-kémiai tevékenységét mutattam be. Az olefingyári technológia rövid leírásával szerettem volna érzékeltetni, hogy az ilyen jellegű létesítményekben folyó technológiai folyamatok nagy anyagmennyiséggel dolgoznak. Külön problémát okoz, hogy a gyárak egymás mellé települtek, mivel az előállított alapanyagok nagy részét helyben dolgozzák fel. Ezért egy esetlegesen kialakult veszélyhelyzet esetén számolni lehet azzal, hogy az esemény rövid idő alatt nagy területre terjed ki.

A második részben foglalkoztam a gázok tulajdonságaival és azzal, hogy milyen körülmények között képesek égésre, robbanásra. Részleteztem azt is, hogy mi a különbség a kémiai és fizikai robbanás között. Kitértem arra is, hogy egy esetleges robbanás során kialakult lökéshullám milyen veszélyeket rejt magában, és mik azok a körülmények, amelyek a szabadba került gázok terjedését befolyásolják. Ezután elméleti szempontból megvizsgáltam a robbanásveszélyes gázok elleni védekezés lehetséges módjait.

A harmadik fejezet első részében egy megtörtént káreseményt és annak tapasztalatait írtam le. Ezt azért tettem, mert ezzel is szerettem volna érzékeltetni a dolgozatomban felvetett probléma súlyosságát. A sok káreset közül azért ezt választottam, mert a technológia megegyezik annak az Olefingyárnak a technológiájával, ahol a fejezet következő részében leírt „kvázi” baleset történt, amelyet dolgozatom kiindulópontjául választottam. Ebben a konkrét esetben szerencsére nem történt katasztrófa. Ennek ellenére az utólagos elemzés alapján sikerült számos olyan következtetést levonni, ami a később kialakult robbanásveszélyes gázfelhők elleni védekezés során segítette a veszély elhárítását.

Dolgozatom záró, negyedik fejezetében részletesen leírom, mik is ezek a következtetések, és ezek nyomán mik a lehetséges konkrét megoldások, alkalmazható eszközök. A gázfelhők szabadba jutása esetén elsőként jut szerephez a gázfelhő mielőbbi érzékelését és vizuális megjelenítését lehetővé tevő rendszer, amely az esemény pontos helyszínének megjelölésével és a terjedés irányának érzékeltetésével lehetővé teszi a minél gyorsabb és hatásosabb beavatkozást. A helyszíni felderítés során kapnak szerepet a gázkoncentráció mérésére alkalmas kézi eszközök, melyekkel jól behatárolható a gázfelhő kiterjedése. Ezután bemutattam a beavatkozás konkrét korszerű eszközeit: a hordozható zseb-vízágyút, mely alkalmas a robbanóképes gázfelhő sztatikus feltöltődésének megakadályozására; a vízpajzsot és a Vector vízágyút, mely eszközökkel a robbanási határérték alá lehet csökkenteni a gázkoncentrációt, így akadályozva meg egy esetleges robbanást. Végül pedig javaslatot tettem arra, miként lehetne egy esetleges káresemény esetén a munkát még jobban gyorsítani, könnyebbé tenni, pl. a csőroppantó eszköz és a gázoszlató utánfutó alkalmazásával.

REZÜMÉ

A szerző neve: Veres Róbert

Intézmény neve: Pécsi Tudományegyetem, Pedagógia Tanszék

Kar, szak: Pollack Mihály Műszaki Kar, műszaki szakoktató

A dolgozat címe: A vegyiparban keletkezett robbanásveszélyes gázfelhők elleni védekezés korszerű eszközei

Konzulens neve, beosztása, munkahelye: Skobrák Róbert, ügyvezető igazgató, Tűzoltó és Műszaki Mentő Kft.

A robbanásveszélyes gázfelhők két fő csapással fenyegetnek bennünket: az egyik a hőhatás, a másik a lökéshullám. A hőhatás égési sérüléseket okoz, míg a lökéshullám összetörri az emberek csontjait, kitöri az ablakokat és a lehulló üvegcserépek vérző sérüléseket okoznak; szélsőséges esetben pedig a nyomáshullám összedönti, lerombolja a házakat is.

A meggyulladt, berobbant gázfelhő hőhatása viszonylag kis területre korlátozódik; a lökéshullám azonban akár több kilométeres távolságban is kifejtheti pusztító hatását.

A pusztító hatás annál nagyobb, minél közelebb van a gázfelhő koncentrációja az elméletileg ideális arányhoz. Ha a koncentráció ehhez az ideális arányhoz közeli, akkor számolnunk kell azzal, hogy az égés sebessége eléri a hangsebességet, vagyis kialakul a pusztító hatású detonáció. Minden törekvésünknek arra kell tehát irányulnia, hogy az égés sebességét a lehető legalacsonyabb értéken tartsuk. Ez az érték az ideális esetben nulla. Ha azonban nem tudjuk megakadályozni, hogy a gázfelhő meggyulladjon, de elérjük, hogy az égés sebessége ne közelítse meg a hangsebességet, s így csak a hőhatással kell számolnunk, mechanikai romboló hatással azonban nem, akkor beavatkozásunk már nem volt eredménytelen.

Az égés sebességét mindenekelőtt a gáz koncentrációja befolyásolja. A felső robbanási határérték feletti koncentráció esetén égés nem jöhet létre – az égés sebessége tehát nulla. A szabadba kerülő gáz azonban spontán hígulni kezd, részint a diffúzió, részint a magasból a talajszint felé történő áramlás, részint pedig a szél miatt. Ennek a spontán hígulásnak az eredményeként a koncentráció kezdetben az ideális arány felé közelít, és majd csak viszonylag lassan kezd a gázfelhő koncentrációja a veszélytelen irányba, az alsó robbanási határérték felé csökkenni. A gázfelhő kiterjedése szintén veszélyes: minél nagyobb a gázfelhő mérete, annál valószínűbb, hogy a gyorsulva haladó lángfront sebessége eléri a hangsebességet.

A cél tehát az, hogy a gázfelhőt lehetőleg még a kilépés helyén sikerüljön minél intenzívebben felhígítani. Erre a célra szolgálnak a szakdolgozatomban bemutatott módszerek és eszközök.

Az égési sebesség lassítására csak az egyik jó módszer a koncentráció csökkentése. Mérsékli az égés sebességét az is, ha a gázfelhőbe sok apró, lebegő vízcseppeket juttatunk. Ha a gázfelhő meggyullad, a hő hatására ezek az apró vízcseppek elpárolognak. Ismert, hogy a víz elpárologtatásához jelentős hőmennyiség (2,26 MJ/kg) szükséges. A párolgási hőt a víz az égő gázfelhőből vonja el, csökkentve az égés sebességét. A másik kedvező hatás azután következik be, miután a víz már elpárolgott. A gőz molekulái ugyanis akadályozzák az éghető gáz és az oxigén molekuláinak találkozását, inhibitorként lassítják az égés kémiai reakcióját. A lebegő vízcseppek másik áldásos hatása, hogy levezetik a gázfelhő elektrosztatikus töltését.

Szakdolgozatom rezüméje tehát a következő:

1. Ne engeddd meggyulladni a gázfelhőt! Ennek érdekében
 - a) telítsd apró vízcseppekkel a kilépési hely környékét, földeld le a sztatikus elektromosságot;
 - b) keverd össze a gázt minél több levegővel. Ennek érdekében használj vízpajzsokat és vízágyúkat. Segíteni fog neked a szél, a szintkülönbség miatti áramlás és a diffúzió is.

2. Arra az esetre, ha a gázfelhő mégis meggyulladna, próbáld az égés sebességét minden lehetséges módon lassítani. Ennek érdekében
 - a) hígítsd a gázt az ARH közelébe, amennyire csak lehet (lásd az 1/b pontot);
 - b) juttass a gázfelhőbe minél több lebegő vízcseppet.

Az itt ismertetett eszközök és módszerek használata mellett sem ígérhetem meg, hogy a következő gázömlés alkalmával a beavatkozás biztosan eredményes lesz, a robbanás nem következik be. Elég, ha csak arra gondolunk, hogy a gázömlés keletkezése és az első beavatkozás között jó esetben is 10 perc eltelik. Ez alatt pedig a gázfelhő gyenge (1 m/s sebességű) szél esetén is a kilépési helytől 600 méter távolságra sodródik. Azt azonban meggyőződéssel állítom, hogy *az ismertetett módszerek alkalmazásával a robbanás valószínűsége csökken, következményei pedig kevésbé lesznek súlyosak, mint ha a beavatkozás elmaradt volna.*

Tiszaújváros, 2008. november 11.

IRODALOMJEGYZÉK

- Dr. Balogh Imre: *Irodalmi gyűjtemény a nemzetközi tűz-és robbanási katasztrófákról.* FIMCOOP, Finomkerámiaipari Közös Vállalat, Budapest, 1993.
- Dr. Balogh Imre: *Tűzkatasztrófák.* FIMCOOP, Finomkerámiaipari Közös Vállalat, Budapest, 1993.
- Bátor Ferenc: *Gázveszély jelző rendszer, kezelési leírás.* Tiszaújváros, 2000.
- Pintér Ferenc et. al.: *Tűzoltás a vegyiparban.* BM. Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- Pólik Gyula: *Időszerű problémák a petrokkémia operatív tűzvédelmében, különös tekintettel a cseppfolyós tűz-és robbanásveszélyes gázok lokalizálására.* Szakdolgozat, Pécsi Tudományegyetem, 2005.
- Skobrák Róbert: *Az 1991-ben történt Olefingyári káreset leírása.* Tiszaújváros, 2008.
- SKOBU Bt.: *B600VM Hordozható vízagyú: Kezelési és karbantartási útmutató.* Tiszaújváros, 2005.
- SKOBU Bt.: *Védelem az ammónia ellen: Vízpajzs.* Tiszaújváros, 2005.
- TVK Rt.: *Technológiák és azok jelentős környezeti hatásainak bemutatása.* Olefin üzletág, Tiszaújváros, 2000. október 28.
- Leader Katalógus: *A jövő technikája.* BM nyomda Kft., 2002.

BIBLIOGRÁFIA

Kasszán Béla: *Vegyipari ismeretek*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1967.

Preisich Miklós: *Vegyipari termékek*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.

Szücs Miklós (dr.) - Banai József: *Szénhidrogének bontása*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.

Winnacker, Karl-Küchelr, Leopold: *Kémia technológia I. Szerves kémiai technológia*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.

SZABVÁNY

MSZ EN 1127-1 Robbanóképes közegek. Robbanás-megelőzés és robbanásvédelem

INTERNETES OLDALAK

www.acusafe.com

www.cdc.gov

www.fas.org

www.feuerwehr-hohenthau.de

www.holmatro.nl

www.holmatro-rescue.com

www.ierents.com

www.jyotech.com

www.slovnaft.sk

www.technogroup.sk

www.tft.com

www.tuzor.hu

www.tvk.hu

www.westernsafety.com