

## A BITUMENFELDOLGOZÁS SORÁN TÖRTÉNT TARTÁLYROBBANÁSOK ÉS TŰZESETEK VIZSGÁLATA – I. RÉSZ

### THE REVISION OF TANK EXPLOSIONS AND FIRES THAT EVOLVED DURING THE PROCESSING OF BITUMEN - PART I.

TÓTH András

(ORCID:0000-0002-7365-6620)

[andras.toth@katved.gov.hu](mailto:andras.toth@katved.gov.hu)

#### Absztrakt

A cikksorozatban áttekintem a bitumenfeldolgozás során Magyarországon és külföldön előforduló káresemények, ipari balesetek jellemzőit, a kiszámíthatatlanná váló, visszafordíthatatlan folyamatok hatásait egy hazai finomítóban történt, kettő készbitumen terméket tároló tartály robbanásának és tüzesetének katasztrófavédelmi szempontú vizsgálatán keresztül. Fő célom a fenti eseményekhez vezető folyamatok mélységeinek megismerése, a tudás birtokában a helyes üzemeltetési gyakorlat kialakítása, a megelőzésre fókuszálva a fejlesztési irány felfedezése és kijelölése.

**Kulcsszavak:** ipari baleset, üzemeltetés, fejlesztés, katasztrófavédelem

#### Abstract

*In this series of articles, I am going to review the characteristics of harms and industrial accidents that took place in Hungary or abroad and the effects of procedures that have become unpredictable and irreversible during the processing of bitumen through the revision of an explosion from a disaster recovery viewpoint that happened in a Hungarian refinery where two tanks that contained finished bitumen exploded and caused fire. My main goal is to recognize the deepness of the procedures that led to the events above, the configuration of proper operational use when we have the knowledge, exploring and setting a direction of development focusing on prevention, furthermore introducing an innovation.*

**Keywords:** industrial accident, operation, innovation, disaster management

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2018.01.02.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.03.12.

## BEVEZETÉS

A cikksorozattal célul tűztem ki: a szénhidrogén feldolgozás biztonságosabbá tételét a katasztrófavédelem eszközeivel. Részcélom egy online műveleti térkép elkészítésével bizonyítani, hogy – a kistérség, a szűkebb és tágabb régió hazai és külföldi veszélyes üzemait, gyárait tömörítő adatbázis létrehozásával – a döntéstámogatás javítható. Ehhez kapcsolódó kutatásom feladata a „Katasztrófatérképen” az események elhelyezése, illetve online megjelenítése. [1]

A cikksorozat első publikációjának célja két magyarországi bitumentartály robbanásán keresztül vizsgálni a hazai és nemzetközi kutatások eredményeit, ennek eszközeül az okok feltárását és a megelőzés lehetőségeinek számbavételét választottam.

A háborús övezeteket leszámítva [2] az 500–30 000 m<sup>3</sup> vagyis a közepes tárolókapacitású tartályok tüzei és a tartályrobbanások a kőolajipari tevékenységek – jellemzően már a kész, esetleg tovább finomításra váró kőolajtermékek raktározása, tárolása – során előforduló, első sorban emberi mulasztásokból, tévedésekből és a technológiai utasítások figyelmen kívül hagyásából, másodsorban a gépek, berendezések, szivattyúk, hőmérők, szintjelzők meghibásodásából és a téves adatok szolgáltatásából adódtak.

Magyarországon 2010-től napjainkig három, a kőolajipari tevékenységhez köthető – a fenti mérettartományba sorolt tartályt érintő – robbanás történt, amelyek közül az első egy benzintároló tartály tisztítása során keletkezett a MOL Rt. csepeli üzemanyag-tároló telepén. [3] Sorrendben a második a T-1006-os számú [4] 1 000 köbméteres; a harmadik pedig – több mint egy hónappal később – a T-506-os számú [5] 500 köbméteres bitumen feldolgozáshoz és tárolásához használt technológiai tartályokat érintették a Zalai Finomítóban.

A téma kapcsolódását, jelentőségét a bitumen ágazat termelésének felfutása jelenti: Magyarországon az elmúlt években 1 247 km új autópálya épült, a közutak hossza 31 986 km. [6] A bitumen iránti kereslet egyre nagyobb mértékű növekedése a magyarországi úthálózat korszerűsítésének (pl. magyar okosutak), illetve a kelet-európai régió fejlődésének is köszönhető.

Kutatási módszerem a témával kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalom, [7] szakértői vélemények, tudományos munkák, jegyzetek tanulmányozása.

A hazai szakirodalmak közül elsőként a finomító biztonsági jelentése [8] és egy korábbi ZMNE értekezés [9] kapcsán megállapítottam, hogy a vizsgált finomító – mint veszélyes ipari üzem – az idő múlásával leépítésre került, és már nem a kőolajfeldolgozás, hanem a Propán-Bután tárolás miatt minősül felső küszöbértékűnek. A termékek gyártása során a bitumenre nézve a legveszélyesebb kockázatot az emberi tényező jelenti, amit egyetemünk kutatói megállapítanak [12] és az Iparbiztonságtan I. című kézikönyv megerősít. Utóbbi írást az első hazai iparbiztonsággal kapcsolatos sztenderdként tartom számon, mivel a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek üzemeltetői- és hatósági feladatainak végrehajtásához ad eljárási és módszertani útmutatót. [13] Pátzay [14] és Ulrich [15] szakértői véleményét leírta a tartályrobbanásokkal kapcsolatban, amit a cikkben összehasonlítok és elemzek.

A nemzetközi szakirodalomba betekintve az Egyesült Királyságban másképp látják a tartályrobbanások okát - az ott összegyűjtött információkból egy táblázatot készítek. [16] Két óceánon túli, amerikai szerző a bitumentartályok robbanásveszélyének csökkentését, a kialakulásukhoz vezető folyamatok jobb megértését tűzte ki célul. [17] Harmadik szerzőtársukkal azt modellezték, hogyan lehet a robbanásveszélyt előre jelezni a bitumentartályokban. [18]

A „Nagy bitumen kézikönyv” ajánlását is tanulmányozom. [19] Az esemény kríziskommunikációja nem volt összefogva, amit egy későbbi, egyetemünk által készített szakanyag segítségével bizonyítottok: a katasztrófavédelmi szövívői feladatkör még nem forrott ki, ezért a sajtó vállalta fel azt a szerepet, hogy sajátos eszközeivel koordinálta a lakosságtájékoztatást. [10] [11] A finomító tevékenységét ábrán jelenítem meg.

## A ZALAI FINOMÍTÓ BEMUTATÁSA, TEVÉKENYSÉGE

Az üzemben útépítő és építőipari bitumenek gyártása, keverése folyik, valamint propán és bután, LPG-gázokat fejtenek át vasúti tartálykocsikból tankautókba, továbbá ezeknek a vasúti tartálykocsiknak a tárolása történik.

Egyik fő feladat a közúti és vasúti töltők és lefejtők, a tárolótér, illetve a technológiai és biztonságtechnikai rendszerek üzemeltetése. A munka másik része az EBK<sup>1</sup> szempontok érvényesítése, a bitumen feldolgozó rendszerek rendeltetésszerű működtetése, valamint a termékek előírt minőségének biztosítása és tételes elszámolása.

A Finomító tevékenysége 2001 végétől megváltozott. A desztillációs üzem leállításával megszűnt a finomítóban a kőolaj feldolgozás; a fő tevékenységet azóta a bitumentermelés, a fáradtolaj feldolgozás jelenti. A bitumen termékek széles választékát (építőipari-, útépítési-, modifikált- gumi és egyéb speciális bitumenek) a Százhalombattáról vasúton beszállított alapanyagokból állítja elő.

A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról rendelkező 2011. évi CXXVIII. törvény 3. § 26. pontja értelmében: „*Veszélyes anyag: [...] meghatározott ismérveknek megfelelő anyag, keverék vagy készítmény...*”

A veszélyes anyagok mennyisége a leltár alapján: Propán 95, Propán-bután üzemanyag célra (propándús), PB üzemanyag célra (butándús) összesen 1435 tonna.

Egy esetleges tűz során a folyamatok ellenőrizhetetlenné válásakor keletkező anyagok: a szénmonoxid és a kéndioxid. [8]

A Zalai Finomító veszélyes anyagokkal kapcsolatos hatásait és a területi szerv irányítási modelljének tézisének Muhoray Árpád doktori értékelésében kiváló érzékeléssel felismerte, feldolgozta és az anyagmennyiség alapján a veszélyeztetett létszámot meghatározta. Ekkorra a kőolaj-feldolgozási tevékenység már hanyatlóban volt:

„3.1.4.3. *Az üzemi, lakókörnyezetben történő robbanás esetén a veszély természetét azon – bármely rendeltetésű – veszélyes anyagok határozzák meg, amelyek a nem rendeltetésszerű technológiai körből ellenőrizhetetlenül, gyorsan kiszabadulva, robbanással, vagy azt követően káros hatást gyakorolnak a természeti környezetre és az egészségre.*

*11. sz. táblázat: A veszélyforrás helye, jellemzői az üzemi- és lakókörnyezetben történhető robbanás szempontjából Zalaegerszeg Polgári Védelmi Kirendeltség területén.”*

Település	Üzem	Anyag	Veszélyeztetett létszám
Zalaegerszeg	Kőolajipari Rt. Zalaegerszegi Finomító	20 685 t kőolaj-származék	30 000 fő
		30 t műtrágya	

1. táblázat A Zalai Finomító veszélyforrásai robbanás szempontjából [9: 81]

### Bitumen üzem

A bitumen üzem a vasúton beszállított alapanyagok és félkész bitumenek fűtatását, keverését, tárolását, adalékolását, göngyölegbe, valamint tankautóba történő töltését végzi.

Az „AIV” üzem atmoszférikus desztillációs részében évente 4-5 alkalommal, esetenként 5-7 napos időtartamban a MOL Nyrt. országos begyűjtéséből származó fáradtolaj feldolgozása történik, melyből az építőipari bitumenek gyártásában felhasznált alapanyag, az ún. fluxáló olaj<sup>2</sup> állítható elő.

<sup>1</sup> A MOL által a balesetek és a környezeti lábnyom csökkentése érdekében létrehozott Egészségvédelmi, Biztonságtechnikai (tűzvédelmi) és Környezetvédelmi terület rövidítése, mozaikszó.

<sup>2</sup> A fluxáló olaj sűrű, alacsony illékony szénhidrogén-tartalmú, hozzákeverik a fűtatott bitumenhez.

Bitumen alatt értjük az összes, a kőolajból származtatott, 350–420 °C-nál nem magasabb hőmérsékleten krakkolás<sup>3</sup> nélkül képződött, szobahőmérsékleten a nehezen folyótól a szilárd halmazállapotig megjelenő, olvasztható szénhidrogén keveréket.

A bitumenek a fentiek szerint különböző kémiai tulajdonságú és eltérő molekulásúlyú szénhidrogénekből, valamint egyéb szénhidrogén jellegű vegyületekből állnak. Szén-diszulfidban<sup>4</sup> teljesen oldódnak, melegítés alkalmával fokozatosan meglágyulnak, majd megfolyósodnak.<sup>5</sup> Az üzem gyártási alapanyagait és adalékait, jellemző tulajdonságait az 2. táblázat ismerteti

Anyag megnevezése	Jellemző paraméter, egység	Mértékegység	Érték
G-800 j. gudron <sup>6</sup>	Viszkozitás <sup>7</sup> 100 °C-on	mm <sup>2</sup> / sec	400 - 500
	Lobbanáspont <sup>8</sup> , min.	°C	230
EB 40/200 <sup>9</sup>	Lágyuláspont <sup>10</sup>	°C	35 - 43
	Penetráció <sup>11</sup> 25 °C-on	0,1 mm	160/220
Fluxáló olaj	Viszkozitás 100 °C-on	°E	1,5 - 3,0
	Lobbanáspont	°C	min.190
Bitumen modifikáló anyag (SBS kopolimer)	Oldószeres viszkozitás 25 °C-on	(Pa.s)	1,3 - 25,0
STARDOPE 330 (tapadásjavító adalék)	Viszkozitás 50 °C -on	°E	15

2. táblázat A Zalai Finomító gyártási alapanyagait, adalékait és jellemző tulajdonságait (a szerző szerkesztése a [8] irodalom alapján)

### A zárttá tételi rendszer

A bitumen alapanyag és -tárolótartályok légterének zárt, nitrogén párnával történő inertizálása kettős célt szolgál: egyrészt a bitumen üzemben a légszennyezés csökkentését, másrészt a rendszeren kialakított túlnyomással a tartályok légterébe a levegő üzemszerű bejutásának megakadályozását biztosítják.

A bitumenek tankautóba töltése gravitációs úton, valamint szivattyúval is végezhető. A kemény bitumenek töltése hőcserélőn keresztül is megvalósítható, ahol a bitumet tovább lehet melegíteni. A bitumen kiszállítás éves átlagban 20 - 25 tankautó/nap forgalmat jelent.

### A nitrogéngáz ellátó rendszer<sup>12</sup>

A cseppfolyós nitrogént tároló tartály, a szivattyús folyékony N<sub>2</sub><sup>13</sup>-t lefejtő hely, az elpárologtató egység és a vezérlő egység az „A” út nyugati oldalán elkerített területen helyezkedik el, a LINDE Gáz Zrt. tulajdona.

Az elpárologtató – külön rendszerben – háromféle nyomású nitrogént szolgáltat:

- p ≈ 20-30 mbar inertizáláshoz, (alacsony nyomás)
- p ≈ 7 bar bitumen vezetékek használat utáni kifúvatásához (magas nyomás)
- p ≈ 6 bar nyomáson műszerek és szerelvények működtetéséhez.

<sup>3</sup> Nagy molekulatömegű szénhidrogének elegyének hidrogén jelenlétében végzett katalitikus lebontása.

<sup>4</sup> Más néven szénkéng a szén-dioxid kénanalóg vegyülete. Erősen mérgező, illékony folyadék.

<sup>5</sup> A bitumen fogalma Eichinger Attila, a Zalai Finomító vezetőjének szavaival a Bitumen Zsebkönyv alapján.

<sup>6</sup> Ásványolaj lepárlása során eltávolítják fehérárukat és a könnyebb olajpárlatokat.

<sup>7</sup> Folyadék folyással szembeni ellenállásának mértéke.

<sup>8</sup> Az a legkisebb hőmérséklet, amelyen egy gyúlékony folyadékból, atmoszferikus nyomáson annyi gőz keletkezik, ami a folyadék feletti levegővel elegyedve lángra lobbanhat.

<sup>9</sup> Mol építőipari bitumenje, szabványszám: MSZ EN 13304:2003 KN kód: 27132000

<sup>10</sup> Az a hőmérséklet amikor egy anyag (pl. üveg, műanyag, bitumen) egy bizonyos fokú képlékenységet ér el.

<sup>11</sup> A bitumen sűrűségét jellemző tulajdonság, mérőszáma 25 °C-on egy 100 g tömegű fém tű 5 s időtartam alatt, a bitumenbe történő behatolásának mélysége 0,1 mm-ben kifejezve.

<sup>12</sup> REF\_2\_2\_7\_ZFBÜ\_T3\_13 Munkautasítás a bitumenes tartályok zárttá tételi rendszerének kezelésére.

<sup>13</sup> Szobahőmérsékleten színtelen, szagtalan, íztelen gáz, könnyebb a levegőnél. Gyakorlatilag inert gáz, azaz szokatlan körülmények között nem lép reakcióba más anyagokkal, régi magyar nevén: „légeny” vagy „azót”

A gázellátás mindhárom rendszeren folyamatos és azonnali gázélvételt tesz lehetővé bármelyik vezetéken. Az alacsony nyomású rendszer nitrogén gázzal való feltöltése a nitrogén tároló és párologtató rendszerről történik, az ott lévő szelepek működtetésével. A szelepek nyitását-zárását a zárttá teteli rendszer manipulációs csomópontjánál lévő nyomás távadó végzi. A nyomás távadó 3 mbar-nál nyitja, 6 mbar-nál zárja a szelepeket.

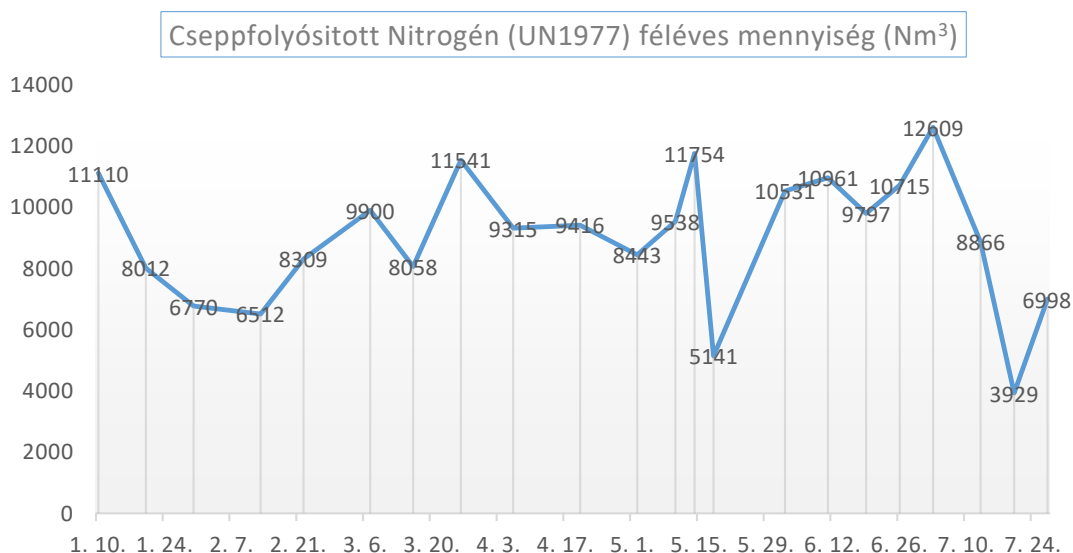
A 7 bar-os rendszer ellátása szintén a Linde rendszerről történik reduktoron keresztül a T22-I, T22-II jelű 20 m<sup>3</sup>-es nitrogéngáz tároló tartályokba.

A 6 bar-os rendszer ellátása szintén a Linde rendszerről történik reduktoron keresztül a T-120 jelű 10 m<sup>3</sup>-es légtartályba.

A kezelői ellenőrzési feladatok:

- A műszakvezetőnek műszakonként szemrevételezéssel ellenőrizni kell a nitrogén előállító egységet (túlzott mértékű jegesedés, szivárgás, szerelvények épsége, nyomás- és mennyiség értékek).
- Le kell olvasni és dokumentálni kell (Opralog<sup>14</sup>) a folyékony nitrogén tartályban lévő mennyiséget és a tartályon lévő nyomást. 3 000 m<sup>3</sup> és 12 bar alatt az üzemirányító feladata az utánrendelés, és a várható beérkezésről való tájékoztatás a műszak részére.

Az 1. grafikonon a cseppfolyósított nitrogén vásárlások láthatók.



1. grafikon A Zalai Finomító 2012 féléves cseppfolyósított nitrogén vásárlásai alapján készítette a szerző

## A TARTÁLYROBBANÁSOK ÉS TÜZESETEK BEMUTATÁSA

### A Zalai Finomító T-1006 tartályának eseményei a robbanást megelőzően

2012.05.16. délután: tartály leürítése és leválasztása az inertgáz rendszerről, a bűvönnyílás megnyitása a tartály tetején

2012.05.17. délelőtt: keverő kiszerezése javítás miatt, a keverő helyén levegő áramlik a tartályba

2012.05.17. délután: keverő visszaszerelése, tartálytöltés megkezdése a tömörség ellenőrzésére

<sup>14</sup> Operations logbook and reporting software, műszakonként vezetett információ átadó, jelentéskészítő program.

- 2012.05.17. este: tartály fűtésének megindítása a légtér felmelegítésére. 100°C-nál a bűvő nyílás visszazárása és csatlakoztatás az inertgáz rendszerhez. Szerelvények, ill. útvonal ellenőrzése után a termék tartályba váltása a reaktorból. Kitárolási hőmérséklet 238 °C.
- 2012.05.18. hajnal: A forró bitumen kitárolása közben a tartály légtere hirtelen felmelegedett, amelyet intenzív nyomásnövekedés követett. A tartály töltésének megkezdése után 4 órával a tartály felhasadt és tűz keletkezett, amelyet a személyzet eloltott.

## A tűzvizsgálat

A robbanás és tüzeset keletkezésének ideje: 2012. május 18. 03 óra 23 perc. A tűzvizsgálati eljárás megindításának oka: „tűzvizsgálatot kell lefolytatni, ha a tüzeset minősített riasztási fokozata III-as vagy annál magasabb volt.”<sup>15</sup>

A robbanás a T-1006-os állóhengeres, merevtetős tartályban keletkezett, mely a betárolás közben a palást és a tető közti gyengítésnél felhasadt. A gyártástechnológia alapján az alapanyagot feldolgozás után (fúvatósoron történő átvezetés) töltik a tartályba.

A fúvatási technológiai folyamat alkalmazásával különböző minőségű építőipari bitumen előállítását valósítható meg. Alapanyagként korábban a *Dunai Finomítóból* származó vákuumdesztillációs maradékot, a gudront dolgozták fel. Jelenleg a *Pozsonyi Finomítóból* származó RHC<sup>16</sup> nevű anyagot dolgozzák fel, ami a krakkolás után visszamaradt alapanyag.

A vizsgálat során több gyújtóforrás felmerült, pl.: elektrosztatikus kisülés, túlfűtés, csőkipályo sérülése, stb. - de ezeket kizártuk. A tartály fedelének és a palástjának belső oldalán képződő kokslerakódás felizzása megfelelő hőmérséklet és oxigénkoncentráció mellett jöhet létre.

A tűzvizsgálat legvalószínűbb gyújtóforrásként ezt a lerakódott kokszt jelölte meg. A vizsgálat során kizárásra került az öngyulladás, mint lehetőség, mert ahhoz a termék hőmérsékletének 370-400 °C körüli hőmérsékletűnek kellett volna lennie. A gyártás és a betárolás során a hőmérő szondák adatai alapján 200 °C körüli volt az anyag.

A tűz továbbterjedése egyrészt a létesítéskori megfelelő biztonsági távolságok kialakítása, másrészt az esemény bekövetkezésekor a blokk-kezelő szakemberek biztonsági szabályzatban foglaltak szerinti gyors, hatékony beavatkozása – a fúvatói oldalról is üzemi gőzt engedtek és a nitrogén beáramlást is biztosították – miatt nem valósult meg.

Tűzoltói beavatkozásra nem került sor, mert a tartályba bejuttatott nitrogén és oltógőz a lánggal égést megszüntette. A helyszínre riasztott beavatkozó állomány megszerelte a sugarakat, de a szomszédos tartályok védelme érdekében voltak készenlétben.<sup>17</sup>

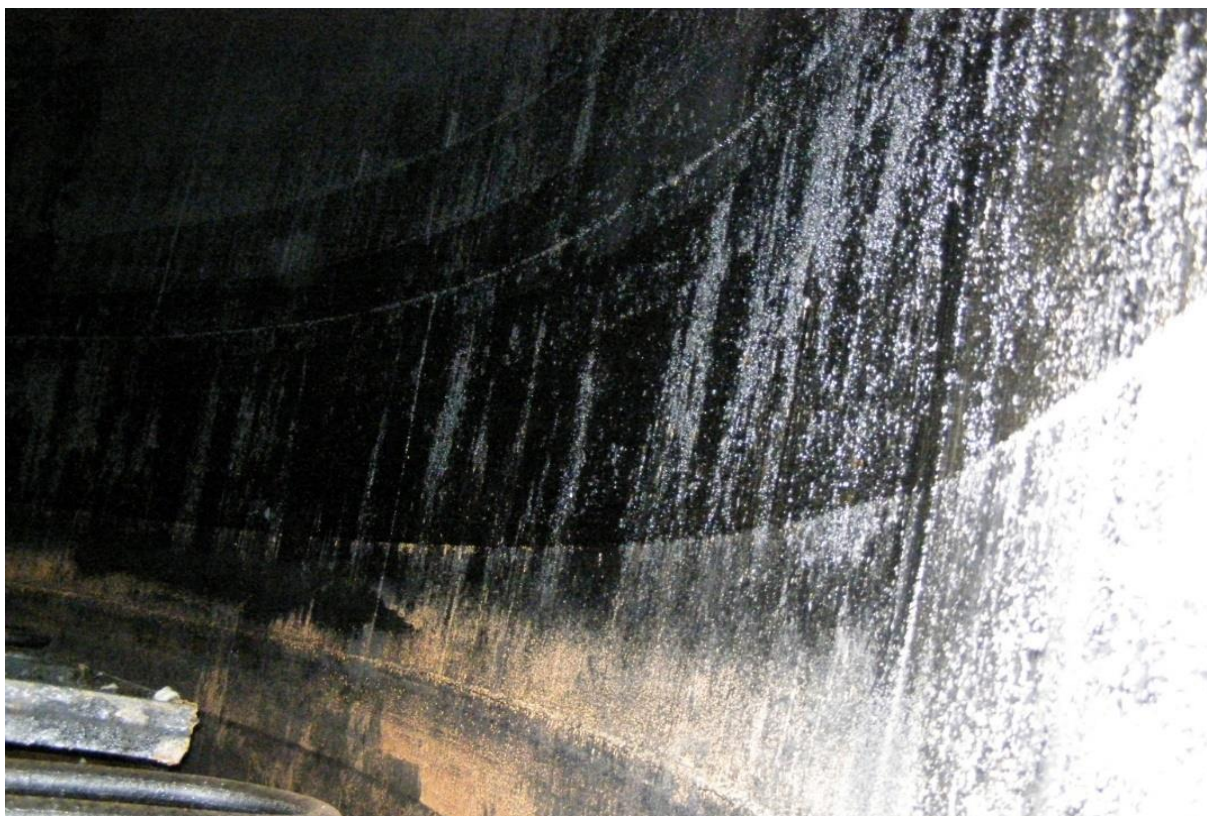
Az 1. képen a sérült bitumentároló tartály belseje látható.

<sup>15</sup> A tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról szóló 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet 3. § (1) c).

<sup>16</sup> Hidrokrakkolás folyamat maradék terméke, a hosszú láncú, magas dermedéspontú szénhidrogén molekulákat vegyszeti eljárással rövidebb láncú molekulákká alakítják majd a telítetlen szénhidrogén molekulákat magas nyomás alatt hidrogénnel telítik, így javítva a késztermék stabilitását.

<sup>17</sup> Zala Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság 370-11 számú Összefoglaló jelentés, MOL Nyrt. (2012.05.18.)





1. kép A sérült T-1006 -os tartály belseje a korábbi feltöltések rétegeivel, bal alsó sarokban a bitumen fűtésére szolgáló csőkiágazással (A fotót készítette a szerző.)

## AZ ESEMÉNY KRÍZISKOMMUNIKÁCIÓJA

„Zalaegerszeg - Kora reggel 4 óra előtt a MOL zalai finomítójában ismeretlen eredetű robbanás történt az egyik 1000 köbméteres bitumen tartályban.”

Wéber Antal megyei katasztrófavédelmi igazgató közölte, a tűzoltók fél kilenckor levonultak a helyszínről, további beavatkozásra már nem volt szükség. Az igazgató hangsúlyozta: a kőolajfinomítót más veszélyes üzemekhez hasonlóan folyamatos felügyelet alatt tartják biztonsági szempontból, s a MOL is mindent megtesz a biztonság érdekében.

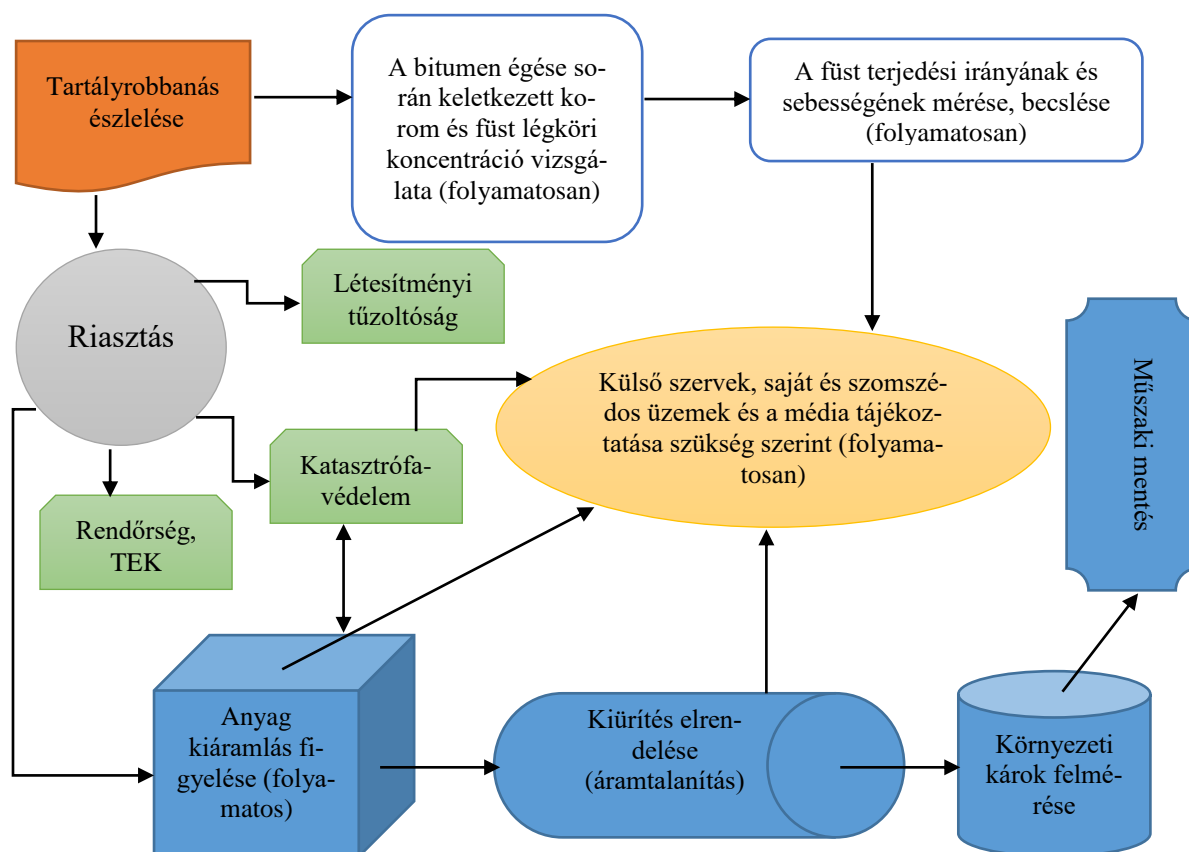
Sajnos azonban a kríziskommunikációról nem mondhatjuk el, hogy a katasztrófavédelem által közvetített kommunikáció lett volna, igaz, ekkor még nem forrott ki teljesen a – ma már a szóvivőhöz köthető – feladat- és szervezetrendszer.

Endrődi István egyetemi szakanyagában leírta a hivatalhoz tartozó szervezeti egységek szakmai tevékenységét. [10]

A hírre éhes sajtó „az ajtóból” tudósított: embereket állított meg, megszólaltatta a dolgozókat, a finomító vezetőjét, a kormány megbízottat és a területi szerv vezetőjét is. 7 óra telt az esemény bekövetkezése óta, mire a MOL közleményben reagált az eseményekre:

10:43 A MOL közleményt adott ki, melyben arról számolnak be, hogy a környezetbe minimális – nem kimutatható – mennyiségű légnemű káros anyag került, amely a lakosságot nem veszélyeztette. A Zalai Finomító a reggeli órától ismét teljes kapacitással termel. A kár mértéke 10 millió forint. A káresemény okát vizsgálják - tájékoztatott délelőtt a vállalat. [11]

Nem valósult meg az egységes kríziskommunikáció, mivel a katasztrófavédelem, a Helyi Védelmi Bizottság és a MOL külön-külön, más-más időpontban tartott tájékoztatót. Az 1. ábra a Finomító tevékenységábrázolását mutatja.

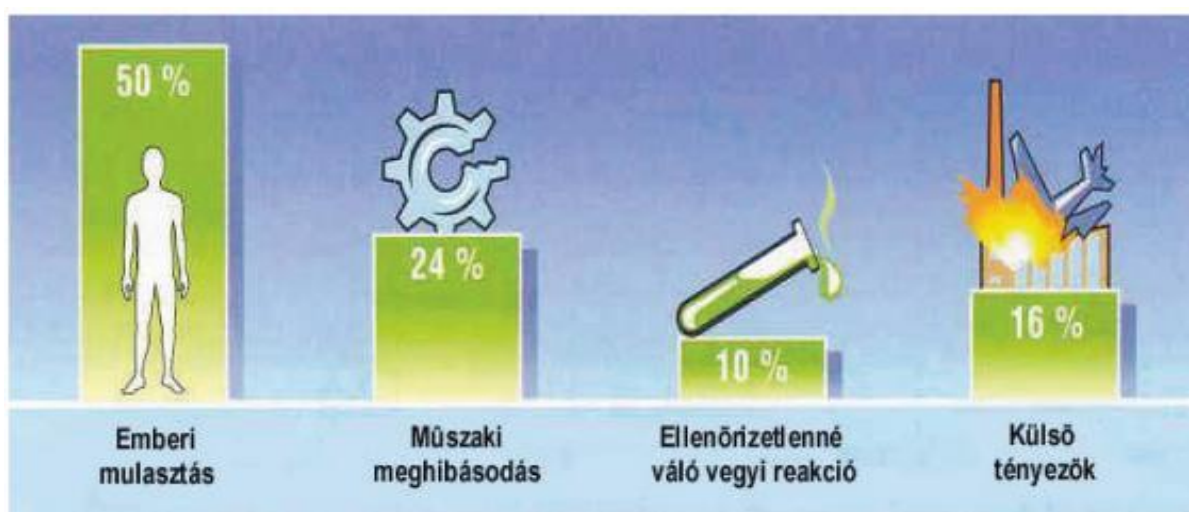


1. ábra A Zalai Finomító tevékenység ábrázolása a robbanást követően. (saját szerkesztés)

### A súlyos ipari balesetek

A 20-21. században veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkezett balesetek emberi gondatlanságra vezethetők vissza. A balesetek kivizsgálása során leggyakrabban a biztonsági szabályok figyelmen kívül hagyása figyelhető meg, melyek több esetben elhalálozással és különféle sérülésekkel jártak.

A veszélyes anyaggal foglalkozó üzemek baleseteinek okainál megfigyelhetők olyan technológiai meghibásodások, melyek bár tervezettek, de nincs mögöttük ártó szándék. [12] A 2. ábrából rögtön kitűnik az „emberi mulasztás” mint fő tényező.



2. ábra A balesetek elsődleges okai [12] irodalom alapján



Káta-Urbán Lajos és szerzőtársai négy csoportra osztották fel a veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkezett ipari balesetek okait. Az ipari balesetek több mint a fele emberi mulasztásra vezethető vissza. Ezek figyelmen kívül hagyásból, a munkavállalók képzetlenségéből, a magatartási rendszabályok be nem tartásából, gondatlanságból és szabotázsából erednek.

A második leggyakoribb ok a műszaki meghibásodás; amelynek nagy része emberhez köthető: úgymint a technológiai alkatrészek nem megfelelő használata, a karbantartási munkálatok elhanyagolása, a pénzügyi hiányból vagy spórolásból fakadó régi, elavult technológiák használata stb. Az ilyen jellegű meghibásodás megelőzhető megfelelő ellenőrzéssel, felülvizsgálattal, karbantartással, a biztonsági rendszerek hatékonyságának növelésével és a múltbéli tapasztalatok felhasználásával. [13: 46]

## **A szakértői vélemények**

A Katasztrófavédelem aprólékos tényfeltáró munkájának kiegészítésére és a robbanások pontos okának felderítésére a MOL két független szakértőt vont be a vizsgálatába.<sup>18</sup>

A következőkben a szakértői vélemények elemzésével, összevetésével, kiértékelésével kívánok foglalkozni a saját személyes tapasztalataim, illetve a kutatásaim során feltárt ismeretekkel kiegészítve.

### **Dr. Pátzay György véleménye**

„A T-1006 és T-506 jelű késztermék bitumentároló tartályokban bekövetkezett tüzesetek alapvető oka emberi, technológiai mulasztás volt, melynek következtében levegő került a tartályokba és a ~200 °C hőmérsékletű bitumen fölötti gáz-gőztér berobbant és tűz keletkezett.

A gyulladást elősegíthette a tartályfedelekre és oldalfalakra kirakódott piroforos kokszevonat is. A levegő (oxigén) bejutása a T-1006 jelű tartályba nagy valószínűséggel a tartály oldalának aljáról elbontott és eltávolított mechanikus keverőberendezés helyén nyitva maradt lyukon történt és a tartály újbóli beüzemelése során nem gondoskodtak a bejutott levegő kiszorításáról.” [7: 1]

A T-506 jelű tartály légtérébe a levegő valószínűleg a töltés során szabálytalanul hosszabb időre megnyitott nagyméretű bűvönnyíláson keresztül került, és a töltés során szolgáltatott oxigént a további exoterm<sup>19</sup> oxidációhoz és a gázok és gőzök begyulladásához.

A Zalai Finomító tartályainak robbanását minden valószínűség szerint a tartályok gőztérében kialakult robbanásveszélyes elegy berobbánása okozta. A tartályokba fűtatott fluxált bitumenek betárolása történt, amikor a robbanások bekövetkeztek. Bizonyára a tartályok vízzárás biztonsági szeleprendszere nem képes extrém körülmények között a töltés során kiszorított illékony anyagok kiengedésére (kifűjják a vízzárat). A bitumentartályok inertizálási folyamatának lépései az utasításnak megfelelően történtek, „a tartályok használatba vétele előtti légtéri maradék oxigén koncentráció mérése és maximálása 3 térfogat %-ban megfelelő és konform a törvényi előírással.” [14: 2]

### **Ulrich István véleménye**

„Mindkét esetben levegő volt jelen a tartályban: az T-1006-os esetében a tartályt karbantartásra megbontották, rajta alul és felül egyaránt volt nyitott csatlakozás, aminek következtében átszellőzhetett, és gőztérben levegő halmozódhatott fel. Ebbe a gőztérbe előzetes inertizálás nélkül vezették a kb. 230 °C-os fűtatott bitument, melyből jelentős mennyiségű tűz- és robbanásveszélyes gáz és gőz szabadulhatott fel. A bitumentartályok folyadékfelszín feletti felületein ta-

<sup>18</sup> Dr. Pátzay György PhD. egyetemi docens OKF szakértő, okleveles vegyész-mérnök, környezetvédelmi szakmérnök, jelenleg a NKE Katasztrófavédelmi Intézet egyetemi tanárát és Ulrich István okleveles vegyész-mérnök, vegyipari műveleti szakmérnököt.

<sup>19</sup> Hőleadással járó kémiai folyamat.

lálható, levegő hatására felizzó kokszt a kialakult robbanásveszélyes elegyet berobbantotta. Mivel a tartály csatlakozó rendszerei a túlnyomás gyors levezetésére nem alkalmasak, a tartály a gyengített hegesztési varratnál felhasadt.

A T-506-os tartály esetében a helyzet hasonló volt: itt a levegő bejutását a tartályfedélen megnyitott dóm tette lehetővé. A 600 mm átmérőjű nyíláson keresztül a tartály meleg gőzterének kéményhatására intenzív áramlás indult be, melynek során meleg gázok és gőzök hagyták el a tartályt, helyükre pedig – ugyanazon a nyíláson keresztül – környezeti levegő áramlott. Ez utóbbi a betárolt bitumenből felszabaduló gázokkal és gőzökkel a fentebb leírt módon robbanásveszélyes elegyeket alkotott, amelyek – két különálló lépésben – fel is robbantak.

Először kisebb erővel, a dóm közelében, a tartály maradandó sérülése nélkül következett be lokális robbanás, korommentes égéstermékeket produkálva. Öt másodperccel később lényegesen nagyobb erővel, a tartályfedél felhasadását előidézve, a tartály dómtól távolabbi részében robbant be a felhalmozódott robbanásveszélyes elegy, melynek égéstermékei között a korom is megjelent.

Tekintettel arra, hogy – különösen fűvatott bitumenek esetében – nem kerülhető el nagyobb mennyiségű éghető gáz és gőz képződése és felszabadulása a tárolt anyagból, továbbá a gyújtóforrások sem iktathatók ki, a tartályokat használatba vételük előtt inertizálni kell, és biztosítani, hogy a gőztér oxigéntartalma az üzemelés során se haladja meg az 5 térfogatszázalékot. Ezt mulasztották el az üzemeltetők, akikben – a korábbi üzemeltetési tapasztalatok alapján – nem tudatosult kellőképpen, hogy az alapanyag minőségváltozása vagy az üzemi paraméterek módosulása jelentős mennyiségű éghető anyag felszabadulását idézheti elő a terméktároló tartályokban, ami levegő jelenlétében berobbant. [15: 2]

### **A vélemények összevetése**

Mindkét szakértő egyetért abban, hogy a robbanások fő oka, hogy 3 - 5 térfogatszázaléknál több levegő jutott a tartályokba, ami kedvezett a kokszt (piroforos anyag) létrejöttének, majd a betárolás során a közel kétszáz fokos hőmérsékleten felizzott és a nitrogénpárna alatt, levegő jelenlétében az éghető szénhidrogén gázokat, gőzöket meggyújtotta.

Enyhe véleményeltérés a tartályok légterének maradék oxigéntartalmát illetően mutatkozik: Ulrich István okl. vegyész mérnök szerint nem szükséges 3 térfogatszázalék alá csökkenteni az oxigénkoncentrációt, mivel az ismételten kedvez a piroforos vas-szulfid képződésének, ami újabb veszélyforrásként jelenik meg.

### **Az Egyesült Királyságban végzett vizsgálatok**

A brit kutatások nem támasztották alá az általam leírtakat, semmilyen jelentős bizonyítékot nem találtak az adott tárolási hőmérsékleten a „kólaszerű üledékek parázslására” vagyis a piroforos jelenségekre a tartályokban.

A bitumennel kapcsolatos kevés elemzés alapján, a gyulladás oka nem a piroforos jelenség volt. Azonban számos baleset történt, ahol a tűznek vagy robbanásnak nem volt nyilvánvaló oka.

A „kólaszerű üledékek” a bitumenhez hasonlóan szétbomlottak, és nem produkáltak jelentősebb mennyiségű könnyű szénhidrogén gőzöket. Az üledék képződéssel kapcsolatban a szivacs-hatás (sponge-effect) bizonyítása számukra a következő lépés.

A brit gyakorlat a bitumentartályokból a folytonos karbantartással, jó munkavégzéssel a „tűz-háromszög” harmadik elemének, az éghető anyag jelenlétének kizárását igazolta. Gyúlékony gőzterek előfordulnak a tartályokban a bitumen viszkozus állapotában magas hőmérsékleten. A bitumen oxidált rétegei különösen nagy alsó robbanási határértékkel bírnak magas hőmérsékleten. [16] A következő 2. grafikonon a bitumentároló tartályok jellemző tüzesetei láthatók.



2. **grafikon** A bitumentároló tartályok jellemző tüzesetei, a természeti eredetű – villám, földrengés – kivételével (a szerző szerkesztése a [16] irodalom alapján)

## Az Egyesült Államokban végzett vizsgálatok

David C. Trumbore, és Charles R. Wilkinson” a bitumentartályok robbanásveszélyének csökkentését és a kialakulásukhoz vezető folyamatok jobb megértését tűzte ki célul. Kétszáz tartály gőztérben kétezer vizsgálatot folytattak, ezek alapján a különböző bitumenekből felszabaduló gőzök és gázok mennyiségét és összetételét meghatározva a tartályok monitorozására fejlesztettek ki módszert. [17]

A két szerzőhöz társult Stanley Wolfersberger, akivel közösen a robbanásveszély előfordulásának lehetőségét próbálták előre jelezni a bitumentartályokban. Az alsó robbanási határérték és a viszkozitás között meg kell találni az egyensúlyt. A hőmérséklet folyamatos csökkentése az alsó robbanási határérték csökkentésére is szolgál, és nem változtatja meg jelentősen a viszkozitást. Ajánlott a bitumen feldolgozási hőmérsékletének csökkentése, ha a kezelési utasítás megengedi.

Az alsó robbanási határérték csökkenthető még számos módszerrel: a gőztér nitrogénnel, füstgázzal, kis nyomású gőzzel történő elárasztásával. Bizonyos mennyiségű oxigén kell, hogy megakadályozza a piroforos anyagok kialakulását, viszont a lobbanáspont-tesztek nem adnak pontos adatokat robbanásveszélyről a légfűvott aszfaltot tartalmazó tartályokban. [18]

A veszteségek csökkentése és a minőségromlás elkerülése érdekében azonban célszerű a tartályok hőmérsékletét a lehető legalacsonyabb értéken tartani. Read és Whiteoak a Shell bitumen kézikönyvében azt ajánlja, hogy a tárolási hőmérséklet 10-50 °C-kal haladja meg a bitumen minimális szivattyúzhatósági hőmérsékletét keverés vagy szállítás során. [19: 19]

## KÖVETKEZTETÉSEK

A cikksorozat első részében megfogalmaztam a célkitűzéseket, hova szeretnék eljutni a rendelkezésemre álló adatok és szakirodalmak tematikus értékelésével, valamint az alkalmazott kutatási módszerek segítségével, hogy saját kutatási következtetéseket vonjak le és eredményt leljek.

A tartályrobbanások tűzvizsgálatát és a két szakértő véleményét egybevetve részkövetkeztetést vontam le a tartályok légtérének maradék oxigéntartalmát illetően: nem szükséges 3 térfogatszázalék alá csökkenteni az oxigénkoncentrációt, mivel az ismételten kedvez a piroforos vas-szulfid képződésének, ami újabb veszélyforrásként jelenik meg.

Az Egyesült Királyságban és az Egyesült Államokban végzett vizsgálatok eltérnek egymástól: a Királyságban csak próbálják megérteni a tartályrobbanásokat különféle okokra visszavezetve, míg az Egyesült Államokban komoly kísérletek folynak a tartály belsejében végbemenő folyamatok megértésével, vizsgálatával, szimulációjával és megelőzésével kapcsolatban.

Katasztrófavédelmi szempontból elemeztem az esemény kríziskommunikációját és megállapítottam, hogy nem valósult meg az egységes kommunikáció, mivel a katasztrófavédelem, a Helyi Védelmi Bizottság és a MOL külön-külön, más-más időpontban és nem egy helyen, egymást kiegészítve tartott tájékoztatót – engedve a médiumok nyomásának – de szerencsére a lakosságtájékoztatás nem szenvedett hiányt, csak más-más szemszögből fontos hírt kaptak az egységes tájékoztatás helyett.

A cikk következő részének célja az itt leírt részkövetkeztetések további vizsgálata, a bitumenfeldolgozás során történt káresetek bemutatása az égésemélet és a kémia segítségével. Vizsgálom a bitumenfeldolgozás során a piroforos jelenségek kialakulásának lehetséges módzatait, az ellenük történő fizikai és kémiai védekezés, semlegesítés lehetőségeit, valamint kitérek a tárolótartályokra és azok robbanásait modellezem.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] TÓTH A., SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY K.: Természeti és civilizációs katasztrófák Ausztráliában, a megelőzés lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny* XXVI/3 (2016), 23–43. [http://hhk.uni-nke.hu/downloads/kadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF\\_2016\\_3sz/MKK\\_2016\\_3sz.pdf](http://hhk.uni-nke.hu/downloads/kadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2016_3sz/MKK_2016_3sz.pdf) (A letöltés dátuma 2017. 11. 2.)
- [2] MATTHEW, M. R.: *Tidal Wave II: Understanding the Pentagon's New Strategy to Cripple ISIS Oil*. November 23, (2015) <http://energyfuse.org/tidal-wave-ii-understanding-the-pentagons-strategy-to-cripple-isiss-oil-operations/> (A letöltés dátuma 2017. 10. 9.)
- [3] Meghalt egy ember a csepeli tartályrobbanásban. <http://www.origo.hu/itthon/20100325-ke-t-robbanas-tortent-egy-csepeli-telepen.html> (A letöltés dátuma 2017. 10. 18.)
- [4] Robbanás a Mol zalaegerszegi olajfinomítójában. <https://mno.hu/belfold/robbanas-a-mol-zalaegerszegi-olajfinomitojaban-1077002> (A letöltés dátuma 2017. 10. 17.)
- [5] Robbanás a Mol zalaegerszegi finomítójában. [http://index.hu/belfold/2012/06/26/robbanas\\_a\\_mol\\_zalaegerszegi\\_finomitojaban/](http://index.hu/belfold/2012/06/26/robbanas_a_mol_zalaegerszegi_finomitojaban/) (A letöltés dátuma 2017. 10. 17.)
- [6] Központi Statisztikai Hivatal [https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat\\_tablak/tab/ttr00002.html%20](https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tab/ttr00002.html%20) (A letöltés dátuma 2017. 11. 02.)
- [7] BLESZITY J.: *Tűzoltási Ismeretek önkéntes és vállalati tűzoltók részére*. Budapest: Szövetkezeti Szervezési Iroda, 1988.

- [8] SLOVNAFT VÚRUP, a. s.: *Biztonsági jelentés. Zalai Finomító, MOL Nyrt. - 1. revízió.* Budapest: MOL Nyrt., 2008. [http://zala.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/zala/document\\_259.pdf](http://zala.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/zala/document_259.pdf) (A letöltés dátuma: 2017. 10. 24.)
- [9] MUHORAY Á.: *A katasztrófavedelem területi irányítási modelljének vizsgálata.* Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Doktori Iskola, 2002. (PhD-értekezés) [http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2002/muhoray\\_arpad.pdf](http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2002/muhoray_arpad.pdf) (A letöltés dátuma 2017. 10. 12.)
- [10] ENDRŐDI I.: *A katasztrófavedelem feladat- és szervezetrendszere - egyetemi szakanyag* Budapest: Nemzeti Közszoigálati Egyetem Vezető- és Továbbképzési Intézet, 2013. <http://real.mtak.hu/17528/1/A%20katasztr%C3%B3fav%C3%A9delem%20feladat-%C3%A9s%20szervezetrendszere%20PDF.pdf> (A letöltés dátuma: 2017. 10. 22.)
- [11] ARANY G., SZABÓ J.: Robbanás történt a MOL zalaegerszegi olajfinomítójában. *ZAOL/Zalai Hírlap*, (2012.) <http://zaol.hu/hirek/robbanas-tortent-a-mol-zalaegerszegi-olajfinomitojaban-1390227> (A letöltés dátuma 2017. 11. 4.)
- [12] KÁTAI-URBÁN I., LÉVAI Z.: Terrorcselekmények lehetséges fizikai, vegyi és sugár-szennyezéssel járó következményeinek és hatásainak elemzése. II. rész. *Bolyai Szemle*, XXIV 1 (2015), 5–21. [http://uni-nke.hu/uploads/media\\_items/bolyai-szemle-2015-01.original.pdf](http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-01.original.pdf) (A letöltés dátuma 2017. 10. 3.)
- [13] BOGNÁR B., KÁTAI-URBÁN L., KOSSA GY., KOZMA S., SZAKÁL B., VASS GY.: *Iparbiztonságtan I. Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetők és hatósági feladatok ellátásához.* Budapest: Nemzeti Közszoigálati és Tankönyvkiadó, 2013.
- [14] PÁTZAY Gy.: *Jelentés a MOL Nyrt. Zalaegerszegi Finomító üzemében 2012 július 18-án tett bejárásról és vizsgálatról* Budapest: 2012. 07. 31.
- [15] ULRICH I.: *Vélemény a MOL Nyrt. Zalai Finomítóban bekövetkezett két tartályrobbanás okairól és a tervezett intézkedésekről* Budapest: 2012. 06. 22.
- [16] SWINDELL, I., NOLAN, P. F., PRATT, D. B.: Safety Aspects Of The Storage Of Heated Bitumen. *Published as IChemE Symposium series no. 97 Hazards IX.* 2-4 April 1986.
- [17] TRUMBORE, D. G., WILKINSON, C. R.: Better understanding needed for asphalt tankexplosion hazards. *Oil & Gas Journal*, Sept. 18 (1989).
- [18] TRUMBORE, D. G., WILKINSON, C. R., WOLFERSBERGER, S.: Evaluation of techniques for in situ determination of explosion hazards in asphalt tanks. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 4 July (1991), 230–235. [http://roofing-a.hansonstatus.com/docs/trumbull/explosion\\_hazards.pdf](http://roofing-a.hansonstatus.com/docs/trumbull/explosion_hazards.pdf) (A letöltés dátuma: 2017. 10. 24.)
- [19] READ, J., WHITEOAK, D.: *The Shell Bitumen Handbook.* 5th edition. London, Thomas Telford Publishing for Shell UK Oil Products Limited, 2003. [https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=bA1tIkRjL8kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Read,+J.,+Whiteoak,+D.,+Edited+by+Hunter,+R.+The+Shell+Bitumen+Handbook&ots=pcUcJmyYP&sig=IffD5R8qlihM5yMzDj15UQmap1E&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Read%2C%20J.%2C%20Whiteoak%2C%20D.%2C%20Edited%20by%20Hunter%2C%20R.%20The%20Shell%20Bitumen%20Handbook&f=false](https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=bA1tIkRjL8kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Read,+J.,+Whiteoak,+D.,+Edited+by+Hunter,+R.+The+Shell+Bitumen+Handbook&ots=pcUcJmyYP&sig=IffD5R8qlihM5yMzDj15UQmap1E&redir_esc=y#v=onepage&q=Read%2C%20J.%2C%20Whiteoak%2C%20D.%2C%20Edited%20by%20Hunter%2C%20R.%20The%20Shell%20Bitumen%20Handbook&f=false) (A letöltés dátuma: 2017. 10. 22.)