10.17625/NKE.2022.001

Doktori (PhD) értekezés

Tóth András tűzoltó alezredes

2021

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR

KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA

Tóth András tűzoltó alezredes

A szénhidrogén-feldolgozás káreseteinek katasztrófavédelmi szemléletű vizsgálata, a megelőzésük modern stratégiái és korszerű lehetőségei

Doktori (PhD) értekezés

Témavezetők:

……..

Dr. habil. Endrődi István

ny. tű. ezredes PhD

……..

Siposné Prof. Dr. Kecskeméthy Klára

ezredes, CSc

BUDAPEST, 2021

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS ... 3
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA ... 5
A KUTATÁSI TÁRGYKÖR KÖRÜLHATÁROLÁSA ... 7
A KUTATÓMUNKA AKTUALITÁSA ... 9
A KUTATÁSI HIPOTÉZISEK ... 11
A KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK ... 12
KUTATÁSI MÓDSZEREK ... 13
SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS ... 14
1. FEJEZET: A SZÉNHIDROGÉNIPARI KÁRESETEK VIZSGÁLATA ... 18
1.1. A katasztrófavédelem felépítése ... 18
1.2. A szerves szénhidrogének kialakulása és fizikai tulajdonságai ... 25
1.3. A tárolótartályok robbanásainak és tűzeseteinek okai ... 27
1.4. A piroforos jelenségek kialakulása és a robbanások kémiája ... 37
1.5. A tartályrobbanások iparbiztonsági vizsgálata és egységesítésének lehetősége ... 42
1.6. A külföldi káresetek vizsgálata, nemzetközi kitekintés ... 50
1.7. Az első fejezet részkövetkeztetései ... 56
2. FEJEZET: A SZÉNHIDROGÉNIPARI KÁRESETEK ADATBÁZISA ... 57
2.1. A magyarországi szénhidrogénipar kialakulásának kezdete ... 57
2.2. A rendkívüli események kezelése és a balesetek megelőzésének irányelvei ... 59
2.3. A szénhidrogén-bányászat káresetei, a kútkitörések és elhárításuk ... 66
2.4. A kútkitörés-védelem és fejlesztésének lehetőségei ... 75
2.5. A káresetek adatbázis definiálása, feltöltése, térinformatikai megjelenítése ... 80
2.6. A katasztrófavédelem döntéstámogatási rendszere és fejlesztése ... 90
2.7. A szénhidrogénipari káresetek megelőzésének elve ... 93
2.8. A második fejezet részkövetkeztetései ... 95
3. FEJEZET: A SZÉNHIDROGÉNIPAR ÉS -FELDOLGOZÁS TŰZVIZSGÁLATAINAK FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI ... 97
3.1. Magyarország tűzvizsgálati rendszere ... 97
3.2. A tűzvizsgálatok értékelése, fejleszthetősége ... 106
3.3. Az oktatás és képzés korszerűsítése ... 110
3.4. A tűzvizsgálói eszközök, felszerelések modernizálása ... 114
3.5. A katasztrófavédelem elektronikus jegyzőkönyve és a tűzkeletkezés táblázata ... 120
3.6. A szénhidrogénipari létesítmények kialakítása, tűzvizsgálata 3D eszközökkel ... 125
3.7. Virtuális valóság alkalmazása a tűzoltó-, tűzvizsgálóképzésben ... 130
3.8. A harmadik fejezet részkövetkeztetése ... 134
4. FEJEZET: A KÉRDŐÍVES KUTATÁS KIÉRTÉKELÉSE, BEMUTATÁSA ... 136
4.1. A kérdőíves kutatási módszer ... 136
4.2. Szénhidrogén-feldolgozás káresetek megelőzésének fejlesztése ... 137
4.3. A magyar szénhidrogénipari dolgozók kérdőíveinek feldolgozása ... 151
4.4. A nemzetközi kérdőívek értékelése ... 164
4.5. A negyedik fejezet részkövetkeztetése ... 174
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK ... 176
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ... 178
AJÁNLÁSOK ... 179
A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA ... 180
HIVATKOZOTT IRODALOM JEGYZÉKE ... 181
SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE ... 193

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE 197
1. számú melléklet: Rövidítések jegyzéke 197
2. számú melléklet: Ábrák, diagramok, képek és táblázatok jegyzéke 200
3. számú melléklet: Az értekezés kohéziós kimutatása 203
4. számú melléklet: Fogalomtérkép 207
5. számú melléklet: Az üres Tűztáblázat 207
6. számú melléklet: A KMSZ elektronikus kérdőíve 209
7. számú melléklet: Az online kutatás magyar nyelvű űrlapja 1. 211
8. számú melléklet: Az online kutatás magyar nyelvű űrlapja 2. 214
9. számú melléklet: Az online kutatás angol nyelvű űrlapja 217
10. számú melléklet: Az online kutatás szlovák nyelvű űrlapja 220

BEVEZETÉS

A magyarországi szénhidrogén-kutatás, -bányászat és -feldolgozás közel 140 esztendeje egy időskálán mérve alig észrevehető a szénhidrogének új harmadidőszaki kialakulásának, átalakulásának 2,5 millió éves folyamatában. Közelebbről megvizsgálva azonban komoly veszélyekkel, körülményekkel és áldozatokkal teli ez a szénhidrogénipar és -feldolgozás szempontjából eddig elmúlt rövid idő. A szénhidrogén-bányászat és -feldolgozóipar alapjait, a hozzá kapcsolódó gépeket, berendezéseket, valamint technológiákat amerikai, angol, német és orosz olajipari területről honosítottuk. A földtani, geológiai alapokat és szakembereket a szakirányú hazai mérnökképzés adta.

A kezdeti kudarcokat követő gáz-, olaj- és melegvíz-lelőhelyek felfedezése és megfúrása, feltárása a geológusok és olajmérnökök közös sikere volt. A különféle földtani rétegek átfúrása során az egyre fejlettebb eszközök, technológiák és a műszerezettség ellenére is számtalan kútkitöréssel, sérüléssel és néha emberi áldozatokkal fizettek a rögös út kitaposói. A következő szint a szénhidrogén termelése és szállítása, amely a leggondosabb műveletek ellenére is tartogatott meglepetéseket, nem várt eseményeket, amelyek elhárítása komoly szakértelmet kívánt. A szénhidrogén-feldolgozás káresetei a már kitermelt és valamilyen formában finomított, feldolgozott, raktározott folyékony fekete-[1] és fehéráru,[2] valamint gáz-halmazállapotú anyagokat és szénhidrogéntermékeket érintik.

Tudományos kutatásom meghatározó területe a szénhidrogénipar és -feldolgozás káreseteinek széles körű feltárása, a káresetek keletkezése összefüggéseinek azonosítása, ezáltal a kockázatok és veszélyek csökkentése. A feltárt események rendszerezése, a tanulságok levonása és online rendszerbe foglalása szükséges a katasztrófavédelem műveleti, hatósági és tűzvizsgálati munkájának megkönnyítése érdekében. A káresetek számának csökkentése a megelőzés különféle módozataival érhető el, kutatása jelentős tudományos probléma. A katasztrófavédelem szervezeti struktúrájából adódó komplexitást a tűzoltósági, iparbiztonsági és polgári védelmi szakterület hatósági osztállyal közös, összekapcsolódó egysége alkotja.

A kutatásom szakmai alapját a katasztrófavédelem területi és helyi szerveinél betöltött tűzoltási, hatósági, tűzvizsgálati és bevételelemzési, polgári védelmi beosztások adták. A Katasztrófavédelmi Mobil Labor (a továbbiakban: KML) és a Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálat (a továbbiakban: KMSZ) tagjaként több szénhidrogén-eseménykezelésben, tűzvizsgálatban és az általuk generált hatósági eljárásokban vettem részt.

---

[1] Nagy viszkozitású, csaknem szilárd anyagok, fűtőolaj, bitumen, nehézolajok.
[2] Benzin, petróleum, gázolajtartalmú folyadékok, könnyűolajok.

A kutatás dinamizmusát az informatikus mérnök szakértelmem és a tájékozottságom által meglátott fejleszthetőségi lehetőségek, valamint a zalai olajmezővel összefonódó családi történetek adták. A szénhidrogén-feldolgozás tűzveszélyes tevékenység, ebből adódóan balesetek, tűzesetek, robbanások fordulhatnak elő. A nemzetközi online adatbázisok eseményeinek tanulmányozása és a közelmúlt külföldi és hazai szénhidrogéniparral kapcsolatos káreseményei rávilágítottak arra, hogy az üzemek tulajdonosai és a hatóságok sem lehetnek teljesen nyugodtak a feldolgozás során alkalmazott folyamatok biztonságával kapcsolatban. A legváratlanabb hatás, a fekete hattyú[3] a nem gyakori eseményekre utal, a szénhidrogéniparban is foglalkozni kell a rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező[4] (a továbbiakban: HILP) eseményekkel. A szénhidrogénipar és -feldolgozás káresetei vizsgálatának fontosságát támasztja alá a Súlyos Balesetek Jelentéstételi Rendszere[5] (a továbbiakban: eMARS) adatbázisa. Célja, hogy megkönnyítse a veszélyes anyagokkal kapcsolatban, valamint a közeli balesetekből levont tanulságok cseréjét a kémiai balesetek megelőzésének és a lehetséges következmények enyhítésének érdekében. [1]

Az eMARS adatbázisát tanulmányozva 1979-től az iparágtípusonként bekövetkező balesetek első helyén 293 tétellel az általános vegyi anyagok gyártásának összes szerencsétlensége áll, amely megelőzi a petrolkémia[6]/olajfinomító 222 balesetét. Az utolsó 10 évet vizsgálva az irányvonal megváltozott, 82 rögzített petrolkémia/olajfinomító esemény történt, az általános vegyi anyagok gyártása során már csak 49 balesetet regisztráltak, ami alátámasztja az értekezésben felvetett gondolatok időszerűségét. [2] Ezenfelül az Európai Bizottság Katasztrófakockázat Kezelési Tudásközpontja[7] integrálja a meglévő tudományos multidiszciplináris ismereteket, és innovatív megoldásokat fejleszt az új igényekre. [3]

A kutatás során vizsgálom, hogy kinek a feladata a káresetek megelőzése, a biztonság növelése, és milyen módszerekkel előzhető meg a bekövetkezése? A szénhidrogénipari balesetet követően mennyire csökkenthető a lakosságot, a környezetet és a természetet károsító hatás? A szénhidrogénipar és -feldolgozás termékei az egész világot, az emberiség szinte valamennyi tagját érintik. Kormányok politikájának meghatározója, háborúk kirobbantója. Megállapítottam, hogy a szerteágazó szénhidrogén-feldolgozás érintőleges bemutatását követően a téma időszerűsége szempontjából is szűkítenem kell a kutatási tárgykört. Kutatási témám lezárásának időpontja 2021. 03. 31.

---

[3] The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable – A fekete hattyú, a legváratlanabb hatás.
[4] High-Impact, Low-Probability Events – HILP.
[5] Online Major Accident Reporting System – eMARS.
[6] A petrolkémiai termékek alapvetően kőolajból vagy földgázból származnak.
[7] Disaster Risk Management Knowledge Centre – DRMKC.

A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A korábbi tapasztalataim és a kutatásaim alapján az ipari balesetek bekövetkezését előidéző okokat vizsgálva megállapítottam, hogy az esetek nagy százalékában az emberi tényező is szerepet játszott. A tudományos probléma pontos megfogalmazásához a hatósági és tűzvizsgálói ismereteimre, a különböző szakterületeken elsajátított gyakorlati tapasztalatomra és informatikai tudásomra építettem. Tudományos alapon vizsgáltam a szénhidrogénipari műveletek során alkalmazott technológiákat és módszereket. Megállapítottam, hogy az inertizálásos[8] technológiai folyamatok még magasabb szintű ellenőrzése és a biztonsági irányítási rendszerek[9] (a továbbiakban: BIR) hatékonyságának növelése szükséges.

A jövőbeni szénhidrogénipari tevékenységek biztonságának sikere a modern, XXI. századi vívmányok felhasználásával és az emberi mulasztások miatt kialakult veszélyes, balesethez vezető állapotok megelőzésével érhető el. Elemeztem az időszakos iparbiztonsági hatósági ellenőrzéseket és a BIR-t annak tükrében, hogy önmagukban képesek-e a káresetek megelőzésére. A külföldi szakirodalom tudományos feldolgozását követően arra a következtetésre jutottam, hogy a szénhidrogénipari káresetek ok-okozati összefüggései nem egységesek.

Az eredményes gyakorlati tapasztalatokat vizsgálatnak kellene alávetni, majd megfelelés esetén alkalmassá tenni a hasznosításra annak érdekében, hogy a hazai szénhidrogén-feldolgozás biztonságosabbá váljon. Szükségesnek tartom, hogy a szénhidrogén-koncesszió[10] új kihívásai miatt a több ezer lezárt és a több száz még működő és veszélyt rejtő olaj- és gázkút káreseményeinek megelőzésére, valamint a már bekövetkezett balesetek tekintetében a még hatékonyabb tűzvizsgálatra irányuljon a figyelmünk.

A tűzvizsgálati eljárások fejlesztése szorosan összefügg az iparbiztonsági káreseti helyszíni szemlék fejlesztésének tárgykörével, mivel egy idősíkban és ugyanazon helyszínen valósul meg mindkét tevékenység, viszont az eddig alkalmazott eltolt idősíkok miatt az eljárás során a résztvevőknek (ügyfél, tanú) problémát okoz a különböző szakterületek által végzett többszöri, időben elhúzódó szemlék megtartása.

---

[8] Oxigénkiszorítás.

[9] Az alsó- és felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemek, küszöbérték alatti üzemek, valamint kiemelten kezelendő létesítmények a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek megelőzésének és elhárításának érdekében a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet elvárásainak megfelelő veszélyhelyzeti (biztonsági és minőségirányítási) rendszert kötelesek kialakítani, amelynek működtetésével a súlyos balesetekkel szembeni megfelelő biztonság elérhető és fenntartható.

[10] Az állam (nemzeti hatóság, önkormányzat stb.) a hatáskörébe utalt gazdasági tevékenységek végzését átengedi a koncesszióra szerződő vállalkozásnak (a koncessziós jogosultnak). Ez utóbbi az ettől várt üzleti haszon érdekében bizonyos mértékű üzleti kockázatot vállal.

Állásfoglalásom alapján célszerű lenne egy online felületet kidolgozni, amelyen az ipari, illetve szénhidrogénipari tűzvizsgálati helyszíni szemléket a KMSZ munkatársai, valamint a tűzoltási és az iparbiztonsági felügyelő az eredményesebb felderítés megvalósítása érdekében közösen hajtja végre. A kiterjesztett, több személyből álló bizottság növelheti a szemle hatékonyságát, és nagymértékben csökkentheti az elsődleges helyszíni vizsgálatok idejét. A szénhidrogénipari események kezelése során a katasztrófavédelem megyei főügyeleti osztályán szolgálatot teljesítőknek (ügyeletvezető, főügyeletes, műveletirányító) megfelelő szakmai ismerettel, rutinnal és rátermettséggel kell rendelkezniük ahhoz, hogy az adott káreseménynek megfelelő tűzoltógépjárműveket és beavatkozó állományt, társszerveket, szakértőket riasszák a minél gyorsabb kárfelszámolás érdekében.

A katasztrófavédelem műveletirányításában részt vevők döntéstámogatása növelhető a jelenleg alkalmazott online műveleti térképükhöz kapcsolódó hazai, később külföldi szénhidrogénipari káresetekből álló adatbázis létrehozásával és térképi megjelenítésével. Úgy gondolom, hogy a térképen megjelenített káresetek okainak ismeretében pontosabb és jobb döntések hozhatók, ezáltal a jövő katasztrófáira hatékonyabban felkészülhetünk. Jelenleg nem áll rendelkezésre a szénhidrogénipari üzemek és a katasztrófavédelem között online, az üzem rendellenes működésére figyelmeztető, ezáltal a lakosság biztonságát növelő rendszer, amelynek kiépítését indokoltnak tartom.

A biztonság fokozására alkalmazható az üzem BIR-je, a hibás működésről a katasztrófavédelem rendszerének küldött jelzéssel az eseménykezelés azonnal indítható lenne. A tűzvizsgálati rendszerünk fejlettsége nemzetközi szinten kissé elmarad a legújabb technikai vívmányokat felmutató és alkalmazó országokétól. A katasztrófavédelmi tűzvizsgálati rendszer az iparral, azon belül a szénhidrogéniparral kapcsolatos hatékonyságának fejlesztése az informatika rohamos fejlődése miatt időszerű.

A megyékben tűzvizsgálatot végző KMSZ munkatársainak meg kell teremteni a lehetőséget arra, hogy alkalmazhassák ugyanazokat a technikai újításokat és a tárgyak internetének[11] (a továbbiakban: IoT) vívmányait, amelyeket a fejlettebb országokban már napi szinten használnak. Ismerjék meg az eszközöket, bővítsék ismereteiket ebben a tárgykörben is annak érdekében, hogy az egyszerűbb tüzek vizsgálatán túl a szénhidrogénipari káresetek okának felderítésénél is hasznosítani tudják őket.

[11] Internet of Things – IoT, a tárgyak, dolgok internete. A számítógép az adott alkalmazási területekről eltűnik, helyét az intelligens eszközök, tárgyak, dolgok, mobiltelefon, okosóra veszik át, észrevétlenül kielégítve az emberi igényeket. Az eszközök, tárgyak az interneten keresztül vagy saját hálózatban összekapcsolódnak egymással. Működésük, kommunikációjuk során a legoptimálisabb módon használják az erő- és energiaforrásaikat.

A veszélyes üzemek tekintetében a katasztrófavédelem iparbiztonsági szakterülete megvizsgálja a veszélyeztető tényezőket, hatásokat, a belső védelmi tervek (a továbbiakban: BVT) és a külső védelmi tervek (a továbbiakban: KVT) megfelelőségét a katasztrófavédelmi törvény [4] (a továbbiakban: Kat.) és az annak teljesítésére kiadott [5] (a továbbiakban: Kat. Vhr.) alapján. Éppen ezért fontos a technológiai utasítások kidolgozása, aktualizálása, valamint a felhasznált és feldolgozott veszélyes anyagok naprakész leltára. Fontos, hogy a polgári védelem felügyeletével a települések polgármesterei rendszeresen gyakorolják a KVT-ket, felkészítsék a lakosságot az ipari és a szénhidrogénipari üzemekkel kapcsolatos veszélyekre.

A leírtakat összegezve a tudományos probléma alapja, hogy a sokrétű szénhidrogénipar és -feldolgozás tevékenységek veszélyeit részben ismerjük. A biztonságos üzemeltetéshez és a beavatkozások számának csökkentéséhez növelni kell a káresetek megelőzésének lehetőségeit. A megbízható eseménykezelés alapja lehet a múlt történéseinek és azok létrejöttének megismerése. A tűzvizsgálati és iparbiztonsági helyszíni szemlék hatékonysága a vizsgálatok összekapcsolásával és fejlesztésével növelhető. Meggyőződésem, hogy a balesetek megelőzésének hatékony lehetősége a katasztrófavédelem és a szénhidrogénipar szereplőinek közös együttműködésével, az informatika és a modern IoT, a térinformatika[12] (a továbbiakban: GIS), a lézerszkennelés, valamint a virtuális valóság[13] (a továbbiakban: VR) és a kevert valóság[14] (a továbbiakban: MR) alkalmazásával valóra váltható.

A KUTATÁSI TÁRGYKÖR KÖRÜLHATÁROLÁSA

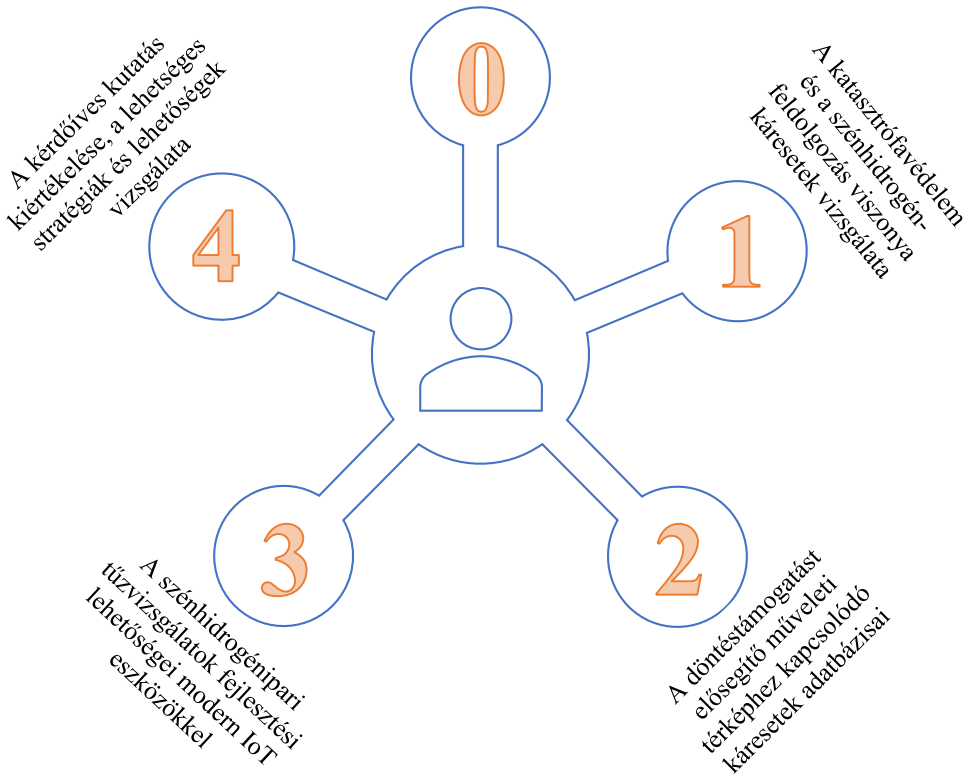
Magyarország Alaptörvénye (a továbbiakban: Alaptörvény) [6] leírja minden magyar állampolgár számára a biztonsághoz való jogot. A Kat. és Kat. Vhr. nevesíti a súlyos ipari baleset vagy rendkívüli esemény bekövetkezése esetén szükséges tájékoztatás és kivizsgálás, valamint a hozzá kapcsolódó kitelepítés, kimenekítés módozatait a katasztrófavédelem szakterületei számára.

Az értekezési témám túlságosan széles körű, ezért a szénhidrogénipar és -feldolgozás káreseményeinek vizsgálata és fejlesztésének bemutatása során a katasztrófavédelem szakterületeinek szűkítését is végrehajtom. Az értekezésnek nem célja a katasztrófavédelem teljes felépítésének és tevékenységének elemzése.

[12] Geographic Information System – GIS, földrajzi információs rendszer, térinformatikának is nevezik, valójában olyan informatikai rendszert takar, amely földrajzi dimenzióval rendelkező adatokkal dolgozik.
[13] Virtual Reality – VR, látszólagos valóság, kizárólag a számítógépes, virtuális teret jelenti.
[14] Mixed Reality – MR, kevert valóság, a valóságos térben maradunk, és beépített látszólagos elemekkel találkozunk.

A kutatás során felfedett külföldi szénhidrogén-feldolgozással kapcsolatos kareseteket nem foglaltam tudományos rendszerbe, azonban vizsgálom, elemzem és összehasonlítom a magyar eredményekkel. A szénhidrogénipar fehértermékeivel kapcsolatos eseteket feltártam, de csak részben dolgoztam fel, mivel a kutatásom fő iránya a szénhidrogénipar és a bitumenfeldolgozás kareseteinek elemzése, megelőzésének fejlesztése a katasztrófavédelem és az ipari üzemek közös munkájával. A közelmúlt magyarországi szénhidrogénipari eseményeit a katasztrófavédelem összetett rendszerének szűrőjén át a szakterületek, valamint a műszaki biztonság és iparbiztonság szemszögéből is vizsgálom. Az eredményeket az eseménykezelés, a tűzvizsgálat és a későbbi előfordulások megelőzése érdekében tett lépésekre leszűkítve kívánom igazolni. A leírt események kezelésénél, vizsgálatánál, a biztonsági berendezések létesítésének egy részénél a fenti beosztásaimból adódóan jelen voltam, a kutatómunkám során ezekre a megszerzett szakismeretekre és gyakorlati tapasztalatokra alapoztam. A kutatáshoz elengedhetetlenül szükséges szénhidrogénipari folyamatokat a katasztrófavédelmi tűzvizsgálatok és iparbiztonsági vizsgálatok példáin keresztül mutatom be. Az értekezés kutatási tárgyköreinek körülhatárolását az 1. sz. ábrán mutatom be.

A szénhidrogén-feldolgozás kareseteinek katasztrófavédelmi szemléletű vizsgálata, a megelőzésük modern stratégiái és korszerű lehetőségei



1. számú ábra: Az értekezés szerkezeti felépítése a körülhatárolást követően
Készítette: a szerző

A KUTATÓMUNKA AKTUALITÁSA

A kutatási téma időszerűségét a zalai olajmezőn a szénhidrogén-bányászat és a szénhidrogénipari termékek szállítása, finomítása, tárolása folyamat veszélyeztető hatásainak, valamint a szénhidrogénipar egyik legfontosabb negatív velejárójának, a környezet magas fokú terhelésének csökkentése indokolja. Ezen belül az emberre, a környezetre kiemelten veszélyes a szén-dioxidos kitermelési tevékenység. Már a budafai és a lovászi olajmezőknél is a termelés megindulását követő 2-3 évvel elkezdődött az akkor még igen korszerűnek számító kihozatalnövelő művelési módszer, a gázvisszanyomás. [7, p. 3] A több mint 2200 zalai, használatból kivont, ledugózott vagy kitörésgátlóval felszerelt gáz- és olajkút, illetve a leürített gázmezők alkalmazása gáztározóként (Pusztaedericsen 130 millió köbméter lesajtolt gáz). A számok alapján láthatjuk, hogy egy bekövetkező szénhidrogénipari káresemény során magasfokú, akár ökológiai katasztrófába is torkolló környezetszennyezés alakulhat ki. [8, pp. 33-34, 38] A szénhidrogéniparhoz kapcsolódó környezetvédelem, a környezet szennyezésének hatékony megakadályozása óriási jelentőséggel bír hazai és nemzetközi szinten. A szénhidrogéniparral kapcsolatos környezetvédelmi elvárásokat a 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet (a továbbiakban: 314/2005. Korm. rendelet) szabályozza, amely a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárást foglalja össze. Nemzetközi szinten a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (Organization for Economic Co-operation and Development, a továbbiakban: OECD) 2019-es, a Környezetvédelmi Főigazgatóság vegyi anyagokkal kapcsolatos ülésén a rendelkezésre álló legjobb technikák, más néven Best Available Techniques (a továbbiakban: BAT[15]), az ipari szennyezés megelőzése és ellenőrzése hatékonyságmérés házirendjét vizsgálta a 3. számú cselekvési tervében. Az ülés tagjai megállapították, hogy az ipari szennyezés megelőzésével és csökkentésével kapcsolatos irányelvek jelentős környezeti, pénzügyi és emberi egészségi előnyökkel járhatnak.

A kutatási téma további aktualitását adja a hazai szénhidrogénipar és -feldolgozás bitumenágazatának termelésfelfutása, ami jelzi, hogy Magyarország területén a folyamatosan bővülő gyorsforgalmi úthálózat, autópályák, autóutak és csomóponti ágaik hossza évről évre növekszik. A Központi Statisztikai Hivatal legfrissebb, 2020. évi adatai alapján ez 2253 km. Az országos közúthálózat aszfalt- és bitumenútjai összesen 32 400 kilométert tesznek ki.

[15] Best Available Techniques – BAT, elérhető legjobb fogások, technikák, beleértve a technológiát, a tervezést, karbantartást, üzemeltetést és felszámolást, amelyek elfogadható műszaki és gazdasági feltételek mellett a gyakorlatban alkalmazhatók, és a leghatékonyabbak a környezet egészének magas szintű védelme szempontjából.

Az önkormányzati úthálózat aszfaltbeton és öntöttaszfalt[16] útjainak hossza 37 702 km. [9] A Zalai Finomítóban (a továbbiakban: Finomító) gyártott útépítő és a gumival modifikált bitumen[17] (a továbbiakban: GMB) iránti kereslet egyre nagyobb mértékű növekedése a magyar közúthálózat fejlesztésének és korszerűsítésének, az okosutak[18] létesítésének, valamint a kelet-európai régió, továbbá a magyar és szlovén autópályák folyamatos fejlesztésének köszönhető. A bitumen-előállításhoz kapcsolódó szénhidrogén-feldolgozók a katasztrófavédelem szakterületeinek tapasztalata alapján az egyik legveszélyesebb üzemek közé tartoznak hazánkban, biztonságosabbá tételük fontos kutatási téma.

A szakirodalom szerint többek között a legnagyobb gondot a piroforos jelenségek okozzák, negatív irányba befolyásolva a szénhidrogének feldolgozását és tárolását. Korábban nemzeti és nemzetközi szinten a megelőzésre és a még hatékonyabb tűzoltásra összpontosítottak. Álláspontom alapján a megelőzésre való felkészülés és a megelőzés a leghatékonyabb biztonságnövelő tényező, amelynek fejlesztése szükséges az üzemeltető és a hatóságok szempontjából egyaránt. Az értekezést e gondolat köré építettem fel. Hazánkban 2012-től napjainkig összesen 6 esetben történt a szénhidrogénipari tevékenységhez köthető, szénhidrogénipari szempontból közepes méretű tartályt érintő robbanás és tűzeset.

Az 1. egy 10 ezer m^3-es szennyvíztároló tartály palástjának felhasadása Tiszaújvárosban, a 2. egy 5000 m^3-es benzintároló tartály tisztítása során keletkezett a csepeli üzemanyag-tároló telepen. [10] A 3. palástfelhasadás a T-1006-os számú 1000 m^3-es [11], a 4., égéssel is járó káreset egy hónappal később, a T-506-os számú 500 m^3-es [12], bitumenfeldolgozáshoz és -tároláshoz használt technológiai tartályokat érintette a Finomítóban. Az 5. egy 500 m^3-es, Komárom Logisztika Bázistelep 5014 jelű tartály úszótető-szigetelésének begyulladása volt. A 6. vizsgált tűzeset egy 80 m^3-es bitumentartály túltöltése során következett be a Finomító területén tevékenykedő vállalkozás területén. [13] Vizsgálatunk a bitumenfeldolgozást érintő szűkítés miatt a 3., 4. és 6. káreseményre korlátozódik. [14, p. 6]

Megállapítom, hogy a Finomítót érintő 3 eset jó példa arra, hogy a jelenleg közel 63 ezer fő lakosságú Zalaegerszeget az ipari üzemek elhelyezkedése milyen nagy mértékben képes veszélyeztetni. Igazolható a hatóságok szerepe és felelőssége is, ugyanis az 1953-ban létesült Finomító az akkor még 14 ezer lakosú településen kívül létesült, amelyet mára a város teljesen körbeépült. Véleményem szerint a lakosság veszélyeztetése elkerülésének egyik módozata az

[16] Városi utak burkolataként alkalmazott aszfalttípus, 3-4 cm vastagságban, hengerlés nélkül építik be, tükörsima felületet biztosít.
[17] Gumibitumen, a Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. innovatív terméke, a XXI. század útépítési anyaga.
[18] Az épülő M76-os autóút és az M7-es autópálya 45 kilométeres szakasza okosútként valósul meg, a zalaegerszegi járműipari tesztpályához kapcsolódva közúti tesztelési lehetőséget biztosít az önvezető járművek fejlesztői részére.

ipari üzemek kitelepítése a városokból, ahogy azt a kutatásommal összefüggésben közzétett korábbi cikkemben is leírtam Répcelak település esetében. [15, pp. 130-131]

A kutatásom utolsó évében szembe kellett néznem egy újfajta, a szénhidrogénipar és -feldolgozásra is lehetséges veszélyt jelentő katasztrófatípussal, a járvánnyal. A mostani járvány okozója az 1960-as évektől ismert koronavírus új változata, a SARS-CoV-2,[19] amely 2019 végén Kínából indult világromboló útjára. A Covid-19-járvány[20] eddigi három hulláma Magyarországon is megmutatta kártékony hatását. Kérdőíves kutatásom végén két kérdésben kikértem a katasztrófavédelem, a társhatóságok, valamint a hazai és külföldi szénhidrogéniparban dolgozók véleményét a koronavírus hatásairól. A válaszok elemzését követően a vírus szénhidrogénipar és -feldolgozásra, a hatóságok ellenőrzésének és a káresetek számának alakulására gyakorolt hatásait vizsgálom.

A KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

Az értekezés kidolgozása érdekében az alábbi feltételezéseket fogalmaztam meg:

1. **Feltételezésem szerint** a szénhidrogénipar és -feldolgozás tevékenységek biztonságosabbá tehetők a folyamatok során keletkezett tűzesetek okainak tudományos igazolásával. A piroforos jelenségek kialakulásának megakadályozása a tűz-tetraéder valamelyik elemének elvételével megelőzhető, a felizzáshoz vezető fúzió kizárható.
2. **Vélelmezem,** hogy a szénhidrogénipar és -feldolgozás káresetek adatbázisba rendezésüket követően hatékonyabbá tehetik a katasztrófavédelem megelőzési és operatív beavatkozási tevékenységét. Az egyes események térinformatikai rendszerben történő megjelenítésével a szakterületek döntéstámogatása javítható, és biztonsági fejlesztések kezdeményezhetők.
3. **Feltételezem,** hogy a szénhidrogénipari tűzesetek vizsgálatának fejlesztése magával hozhatja és jelentősen befolyásolhatja a tűzvizsgálatokat, valamint a hozzájuk kapcsolódó, illetve velük párhuzamosan végrehajtott iparbiztonsági káreseti helyszíni szemléket.
4. **Felvetésem** alapján a katasztrófavédelem és a társhatóságok, valamint a szénhidrogénipari és -feldolgozó üzemek balesetmentes működéséhez szükséges, hogy megfelelő informatikai eszközökkel, programokkal, technológiai leírásokkal rendelkezzenek. Az informatikai rendszereik összekapcsolása és új, fejlettebb alkalmazások használata csökkentheti az emberi hibákból eredő káresetek előfordulásának lehetőségét.

[19] Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 – Súlyos heveny légzőszervi tünetcsoport koronavírus 2, embereket fertőző vírustörzs.
[20] Coronavirus Disease 2019 – koronavírus-betegség 2019, vírusos légúti, illetve légzőszervi megbetegedés, amelyet a SARS-CoV-2 nevű koronavírus okoz.

A KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

A fenti szempontok figyelembevételével az alábbi alapvető kutatási célokat tűztem ki:

1. **Megvizsgálom** a szakterületet szabályozó hazai és nemzetközi jogszabályi környezetet.
2. **Áttekintem** a magyar és nemzetközi kutatók publikációit, vizsgálom a nemzetközi eredményes tapasztalatok hazai rendszerbe történő átültetésének lehetőségét.
3. **Feltárom** a szénhidrogén-feldolgozás során előforduló robbanások és tűzesetek okát, vizsgálom a megelőzésük lehetőségeit, ismertetem a létrejöttüket meggátoló eljárást.
4. **Gyűjtöm** tervezett módon a szénhidrogén-feldolgozás káreseteivel kapcsolatos adatokat, majd a felállított szabályrendszernek megfelelően feldolgozom, elemzem és publikációk formájában közzéteszem, ismertetem az eredményeket.
5. **Kimutatom** a katasztrófavédelem tűzvizsgálati rendszerének a szénhidrogén-feldolgozáshoz köthető fejleszthetőségi lehetőségeit, ezzel kapcsolatban felmérem a KMSZ tűzvizsgálóinak szakmai és tűzvizsgáló eszközökkel kapcsolatos kompetenciáit.
6. **Vizsgálom** a szénhidrogén-feldolgozás összetett és sokrétű tűzvédelmi, iparbiztonsági és polgári védelmi irányelveit.
7. **Létrehozom** a döntéstámogatás lehetőségeként az Online Műveleti Térképhez kapcsolódó – kistérség, a szűkebb és tágabb hazai régió, később a külföldi szénhidrogén-feldolgozás káresetei – adatbázist, **bizonyítom** használhatóságát, szükségességét.
8. **Megvizsgálom** a szénhidrogén-feldolgozás tevékenység biztonsági irányítási rendszer és a katasztrófavédelmi rendszerek online összekapcsolásának alapjait a lehetséges biztonsági kockázatok, adatvédelmi elvek mentén.
9. **Elemzem** online kérdőíves felméréssel a katasztrófavédelem szakterületeinek, valamint a szénhidrogéniparban dolgozók, továbbá a társhatóság munkatársainak a szénhidrogénipar káreseteinek megelőzésével kapcsolatos gondolatait.
10. **Kutatom** a Covid-19-vírus mindhárom hullámának hatásait a szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságára, különösen a humán erőforrás kiesésére, valamint az ellenőrzések számának csökkenése hatását a katasztrófavédelem rendszerére.
11. **Tanulmányozom** az iparbiztonsági káreseti helyszíni szemléknek a tűzvizsgálati helyszíni szemlével közös alapjait, a tűzvizsgálói szemlebizottság kiegészítésének lehetőségét egy iparbiztonsági szakemberrel az ipari, szénhidrogénipari káresetek esetén.

KUTATÁSI MÓDSZEREK

A céljaim elérése érdekében használt tudományos kutatási módszerek:

1. **Vizsgáltam** a szénhidrogének kialakulása, bányászata, szállítása, tárolása, feldolgozása láncolatot. A szénhidrogénipar perspektíváinak megismerése után **elemeztem** a kapcsolódó kémiai, petrolkémiai eljárásokat az összefüggések szakszerűbb megértése érdekében.
2. **Feldolgoztam** a jelentős hazai káreseményeket, a katasztrófavédelmi szemléletű vizsgálatot követően tűzvizsgálati, műszaki biztonsági és iparbiztonsági szempontból **kiértékeltem** őket, azután induktív módszerrel **következtetéseket** vontam le.
3. **Kutattam** a releváns hazai és nemzetközi jogszabályokat, jogi szervezetszabályozó eszközöket, irányelveket, a hozzájuk kapcsolódó vitaanyagokat, és különböző nézőpontú érveket ismertem meg.
4. **Tanulmányoztam** a katasztrófavédelemmel és a szénhidrogéniparral kapcsolatos számos hazai és külföldi szakirodalmat, szabályzatokat, intézkedéseket, utasításokat.
5. **Összegyűjtöttem** az egyének tapasztalatait empirikus közvélemény-kutatás, elektronikus és online kérdőíves felmérés formájában. A kérdőívek válaszait az analízis-szintézis rendszer szemléletű tudományos megközelítésből vizsgáltam és elemeztem, majd a dedukció módszerét felhasználva vontam le következtetéseimet.
6. **Bevontam** a kutatómunkámba a szénhidrogénipar magyar és külföldi üzemeltetőit, a katasztrófavédelem szakterületein dolgozókat, valamint a Megyei Kormányhivatalok Mérésügyi és Biztonsági Osztályának (a továbbiakban: MKMBO) szakembereit.
7. Az **empirikus kutatás** szakmai ismeretén alapuló, a szénhidrogénipar üzemeiben végrehajtott tűzvédelmi és iparbiztonsági hatósági ellenőrzésekkel, műszaki biztonsági létesítésekkel, továbbá a szakvizsgáztatással összefüggő megfigyeléseimet felhasználtam.
8. **Kikérdeztem** a szénhidrogénipar érintett szakembereit, a témához kapcsolódó szakértőket különböző módokon (személyesen, elektronikus úton), a Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. (a továbbiakban: MOL Nyrt.) Kitörésvédelmi Csoport helyettes vezetőjével strukturált interjút készítettem.
9. **Nyilvánossá tételt** alkalmazva bemutattam kutatási részeredményeimet hazai és külföldi publikációk, konferencia-előadások, kutatási jelentés formájában.
10. **A kutatók közötti véleménycsere** érdekében hazai és külföldi online tudományos konferenciákon is részt vettem. A Google Scholar, a Mendeley, Academia.edu, valamint egyéb kutatói közösségi hálózatokat használtam a témámhoz kapcsolódó új publikációk tanulmányozása és saját eredményeim megismertetése érdekében.
11. **Az „előzetes közlés" lehetőségével** élve a Research Gate kutatói közösségi hálózaton korábban **bemutattam** publikációimat annak érdekében, hogy a megjelenés előtt visszajelzést, kritikát, ötleteket kapjak kutatótársaimtól a leírtakkal kapcsolatban.

SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kutatás előzményeinek feltárása, a releváns szénhidrogénipari szakirodalom és a hozzá kapcsolódó jogforrások, források tanulmányozása a tudományos kutatásom alapvető eleme, kiindulópont a kutatási témával kapcsolatos szakirodalmi jártasság elsajátításához. Szeretném megismerni a már rendelkezésre álló tudás legfőbb teoretikus és empirikus eredményeit, a témában meghatározó kutatócsoportokat, a kutatási téma körüli hazai és nemzetközi vitákat, a kutatók egyező vagy ellentmondó véleményeit.

Döntőnek tartom megismerni és alkalmazni a téma kutatásában használt módszertani eszközöket, a témakör kutatásának korlátait, nehézségeit. A tudásanyag azonosítása, megismerése volt az alap a szinopszis elkészítéséhez és a kutatási tervben kitűzött célok eléréséhez. A témához kapcsolódó szakirodalom tanulmányozása, naprakész ismerete nagyon fontos,

a) egyrészt a kutatási téma törzsanyagának megismerése céljából,
b) másrészt a kutatási terület elemző, rendszerszintű gondolkodásra nevelésének és alkalmazásának elsajátítása érdekében.

A Nemzeti Közszolgálati Egyetemhez (a továbbiakban: NKE) szorosan köthető közlemények, a Ludovika Digitális Tudástár és Archívum (a továbbiakban: LUDITA), [16] a NKE repozitórium-rendszere és tudományos katasztere,[21] valamint az egyetem új Közszolgálati Tudásportálja [17] nagy segítséget nyújtott a kutatási téma vonatkozásában fellelhető könyvek, disszertációk, jegyzetek és szakanyagok felkutatásában.

A szakirodalom-kutatás során összegyűjtöttem a katasztrófavédelem hazai mértékadó kutatói közül Bleszity János tüzek keletkezésének alapjaival kapcsolatos gondolatait a tűzháromszöggel kapcsolatban, amelyet a kutatásom során továbbfejlesztettem. [18, pp. 14, 15]

Hesz József disszertációja a kőolaj-finomítók iparbiztonsági szemléletű megközelítéséből mutatja be a szénhidrogén-feldolgozás veszélyeit, hatásait, megoldást keres az elhárítás összetevőire a tervezés, felkészítés, beavatkozás végrehajtásáig. A tézisei 15 év távlatából is időtállók, az egyik végkövetkeztetésében leírt, szakterületek közötti diszharmónia az egységes katasztrófavédelmi rendszer megalakulásával egy időben a jogi keretek szabályozásával megszűnt. [19, p. 9]

[21] A LUDITA hat – tematikusan elkülönülő, azon belül gyűjteményekre osztott – repozitóriumot, valamint egyetemi tudományos katasztert tartalmaz. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem szellemi vagyonát, kutatási produktivitását reprezentáló digitális tudástár, amely teljes szövegében és egyéb multimédiás formában képes tárolni, kereshetővé tenni az oktató- és tudományos kutatómunka során keletkezett és megőrzésre érdemesnek tartott dokumentumokat.

Fentor László és társa *A tűzvizsgálat alapjai* című művében a tűzvizsgálatok kapcsán leírta, hogy az ipari létesítményekben keletkezett tüzeknél a tűzvizsgálók ismerjék meg a technológiai folyamatokat, ismerjék meg a technológiai, használati utasítást, tekintsék meg a technológiai rajzokat, az épületek rajzait, a tapasztaltakat vessék össze a leírtakkal. A megállapításuk nagy hatással volt a korábban lefolytatott tűzvizsgálataimra és a kutatásomra. [20, p. 38]

Nagy László Zoltán *A tűzvizsgálat taktikája* című könyvében előrevetíti a csoportmunka előnyeit, a legalább két huzamosabb ideig együtt dolgozó egyenrangú tűzvizsgáló az ügyek megoldásában nagyobb összhangra törekszik, tudásuk és tapasztalatuk összeadódik, rugalmasan reagálnak, csekély információveszteséggel dolgoznak. Megállapítása a szemlebizottság létjogosultságát és a szakmaiság előtérbe helyezését erősíti. [21, p. 174]

A Restás Ágoston által szerkesztett, szerzőtársaival írt *Alkalmazott tűzvizsgálat I.* szakkönyv gyújtóforrások és tűzmodellezés fejezetei rámutatnak a tűzkeletkezés, amellett a tűzvizsgálat új lehetőségeire elhelyezve azt korunk katasztrófavédelmi rendszerében, megmutatva a modellezésben rejlő tudományos lehetőségeket. [22, pp. 9, 159]

Témavezetőm, Endrődi István egyetemi szakanyagában bemutatja *A katasztrófavédelem feladat- és szervezetrendszere* című művében a múlt szakértelmére épülő jelenlegi katasztrófavédelmi rendszer kialakulását, új szervezeti és feladatrendszerét, valamint jogszabályi hátterét. Megismerteti az olvasóval a katasztrófavédelem három alappillérét, a tűzvédelmet, a polgári védelmet és az iparbiztonságot, valamint sajátos feladatrendszerüket. A szakanyagban kiemelten jelenik meg a hatáskörökkel nagymértékben kibővült hatósági tevékenység, legyen szó veszélyesáru-szállításról, vízügyi létesítési engedélyezésről, üzemeltetési vagy bármilyen más, a katasztrófavédelemhez köthető feladatról.

Ezen túlmenően a káresemények kezelésének felosztott feladatköreiről is átfogó képet kaphat az egyetem polgára, mind a megelőzési, beavatkozási és helyreállítási időszaki tevékenység esetén. A mű betekintést nyújt a különleges jogrend bevezetésének időszakába, a védelmi igazgatás újszerű átalakításába, a védekezés különböző szakaszaiban részt vevők, illetve közre- és együttműködők feladataiba. Tárgyalja a szervezett önkéntesség kialakítását, az önkéntes és karitatív mentőszervezetek közreműködését, a hivatásos szervezetek kiváltását. [23, pp. 14, 23, 65]

A témaválasztásomhoz kapcsolódó másik alapvető szakirodalomnak az *Iparbiztonságtan I.*-et tartom, amely a *Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához* alcímet viseli, és a NKE mértékadó tankönyvének tekintem ebben a témakörben, amely elősegíti az iparbiztonsági szakterület megismerését és megértését. A kiadvány az iparbiztonsági hatósági feladat- és eljárási rendszert mutatja be, elősegítve az egységes engedélyezési és hatósági jogértelmezést, valamint a hatékony jogalkalmazást. A könyv tartalmazza az üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához szükséges előírásokat, jogszabályi magyarázatokat, valamint gyakorlati kézikönyvként is értelmezhető a vonatkozó iparbiztonsági szakterületen dolgozók és segítőik számára. Tanulmányaim során a szerzők által közvetített alapelvek nagyban segítették kutatói munkámat. [24, pp. 79, 213, 338]

A nemzetközi szakanyagok közül a szénhidrogén-feldolgozással kapcsolatos publikációkat részesítettem előnyben. Swindells, I., Nolan, P. F. és Pratt, D. B. angol szerzők műve, a *Safety Aspects of the Storage of Heated Bitumen* az amerikai és az angol vizsgálati eredményeket hasonlítja össze. A tudományos eredmények tanulmányozását követően az amerikai vizsgálati módszerekkel és a leírt megállapításokkal egyetértek, azokat elfogadom. A végeredmény a piroforos jelenségek mélyebb kutatása felé irányította figyelmemet.

Az angol kutatás eredményével nem értek egyet, mivel jóllehet megfigyelték, elemezték a piroforos jelenségeket, de nem tudták bizonyítani annak a robbanást kiváltó hatását. [25, p. 105] A Trumbore, D. G. és Wilkinson, C. R. szerzőpáros művében *a Better understanding needed for asphalt tank explosion hazards*-ban a bitumentároló tartályok veszélyeire hívják fel a figyelmet, amivel egyetértek. [26, p. 3] A francia Taveau, J. és Moras B. művének harmadik része, a *Gas Explosion and Structural Response Simulations Part 3* betekintést nyújt a nagy tartályokban atmoszferikus nyomáson tárolt tűzveszélyes termékek veszélyeinek lehetőségébe. Az ilyen tartályokban a szénhidrogén-levegő keverék felgyorsulása robbanást okozhat, éppen ezért szimulációval vizsgálja a gázrobbanás hatásait, aminek vizsgálati módszerét hasznosítottam a kutatásom során. [27, p. 235]

A témához kapcsolódó adatbázisok közül a legfontosabb a Katasztrófák Epidemiológiai Kutatóközpontja (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED) által 1988-ban elindított Vészhelyzeti Események Adatbázisa, az EM-DAT, amely az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) és a belga kormány kezdeti támogatásával jött létre. [28]

Az Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottságát (United Nations Economic Commission for Europe, ENSZ UNECE) 1947-ben hozta létre az Egyesült Nemzetek Szervezete[22] (a továbbiakban: ENSZ) Gazdasági és Szociális Tanácsa (United Nations Economic and Social Council, ECOSOC).

Tanulmányoztam az ENSZ UNECE ipari balesetekről szóló egyezményének részes felek tanácskozása anyagát, amelyen meghatározták a technológiai katasztrófakockázatok csökkentésének jövőbeli irányát 2030-ig. [29] Idekapcsolódik a csővezeték-biztonság javítása, az ENSZ UNECE tagországai közösen kidolgozzák a csővezetékekre vonatkozó biztonsági irányelveket és a bevált gyakorlatokat. Az ipari balesetek országhatáron átterjedő hatásairól, valamint a határokon átnyúló vízfolyások és a nemzetközi tavak védelméről, valamint használatáról szóló egyezmény (vízügyi egyezmény) alapján.

A biztonsági irányelveket és az eredményes gyakorlatokat elfogadták az ipari balesetekről szóló egyezmény részes feleinek tanácskozása negyedik ülésén (Róma, 2006. november 15–17.) és a vízügyi egyezmény részes feleinek negyedik ülésszakán (Bonn, 2006. november 20–22.). A hatóságokat, a csővezeték-üzemeltetőket és a lakosságot felkérték, hogy alkalmazzák ezeket az irányelveket és gyakorlatokat, amelyek célja, hogy hozzájáruljanak a csővezeték-balesetek számának és az emberi egészségre, a környezetre gyakorolt következményeik súlyosságának csökkentéséhez. [30]

Magyarországon is működik egy infokommunikációs szolgálat. A Magyar Országos Rádiós Segélyhívó és Infokommunikációs Szövetség (RSOE) működteti a sürgősségi és katasztrófainformációs szolgálatot (Emergency and Disaster Information Service, EDIS) azzal a céllal, hogy figyelemmel kísérje, dokumentálja, elemezze és értesítse az ügyfeleket a világ olyan eseményeiről, amelyek vészhelyzetet vagy katasztrófát okozhatnak. Szolgáltatásuk az internet gyorsaságát és adatspektrumát használja információgyűjtésre. Több szervezet és hatóság adatait is figyelemmel kísérik, feldolgozzák, hogy megbízható adatokkal lássanak el bennünket. [31]

[22] ENSZ – United Nations (UN), nemzetközi szervezet, amely a tagállamai közötti együttműködésen alapszik jogi, gazdasági és szociális kérdésekben. A szervezet fő célkitűzése a nemzetközi biztonság fenntartása és a világbéke elérése, a tagállamok közötti baráti kapcsolatok ápolása és együttműködés a nemzetközi szintű problémák megoldásában (éhezés, járványok, analfabetizmus, emberi jogok és alapvető szabadságjogok megsértése).

1. FEJEZET: A SZÉNHIDROGÉNIPARI KÁRESETEK VIZSGÁLATA

Az értekezés első fejezetének alfejezete a katasztrófavédelmet, a katasztrófavédelem egymásra épülő rendszerét, a rendszer komplexitását, a szakterületek összetettségét, felkészültségét hivatott bemutatni. A fejezet további részében a szénhidrogén-feldolgozás alapjait, a bányászatot, termelést, szállítást, feldolgozást és raktározást jellemzem. Elemzem a nemrégiben előfordult hazai és külföldi tűzesetek tanulságait, azután a tűzkeletkezési okok összevetésével, majd vizsgálatával folytatom. Áttekintem a piroforos jelenségeket, létrejöttük és a megelőzésük módozatait, a végén elemzem a katasztrófavédelem és a szénhidrogén-feldolgozás viszonyát, a fejlesztési irányokat a hatályos jogi szabályozás figyelembevételével.

1.1. A katasztrófavédelem felépítése

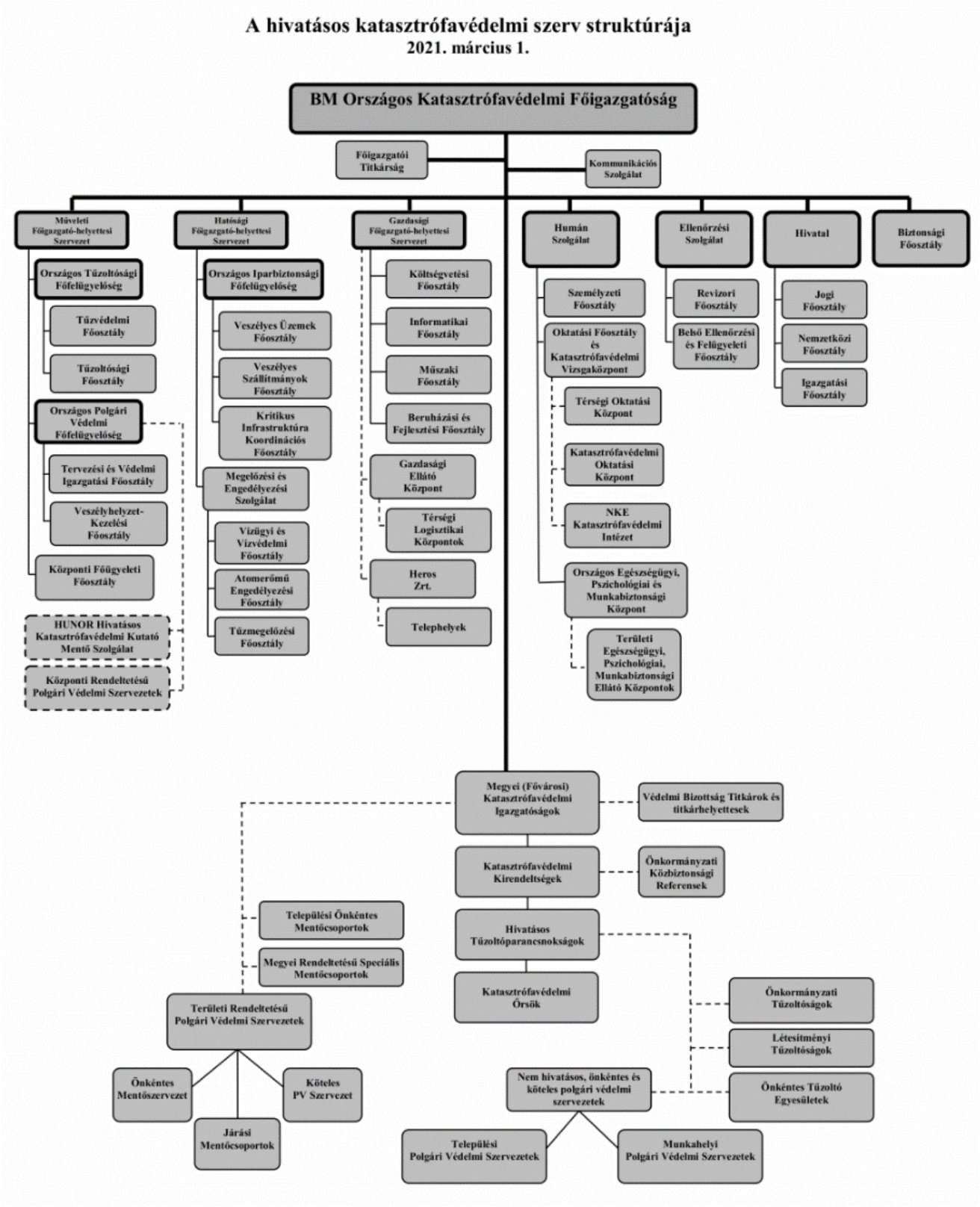
Az értekezés címében megfogalmazott katasztrófavédelmi szemléletű vizsgálat megértéséhez szükséges az egységes katasztrófavédelmi szervezet létrejöttének bemutatása. 2012-ben rendszerváltás léptékű változásokat hozott az új Katasztrófavédelmi törvény, amelynek az alapja az „I.” katasztrófavédelmi törvény, amely több mint egy évtizedes regnálásával bebizonyította működőképességét. [32] Továbbfejlesztésének igénye és szükségessége a globális éghajlatváltozás okozta hirtelen, gyors lefolyású természeti és ipari katasztrófák következményeiből, a lakosság, valamint az anyagi javak megóvásából keletkezett. Az Alaptörvény G) cikk (2) bekezdésével harmonizálva, a II. Kat. 23. § (1) bekezdés f) pontjában leírtakkal teljesedett ki a 2011-ben kihirdetett Kat.[33]

Ettől a kezdőponttól, origótól számoljuk az integrált katasztrófavédelmi rendszer létrejöttét, a tűzvédelem, az iparbiztonság, valamint a polgári védelem közös, egységes, megelőző, védekező, beavatkozó és helyreállító munkájának kezdetét, amely a feladat alrendszer része, vagyis a katasztrófavédelem összetett rendszere. [34, p. 21] A hármas tagozódás, a három alappillér egymásra hatása az egységes rendszer alapja. Az iparbiztonság munkája, a tűzvizsgálati tevékenység végzése, valamint a kéményseprőipari tevékenység nem létezhet a hatósági szakterület, a polgári védelem a tűzoltóság katasztrófavédelmi megbízottja nélkül, tekintettel arra, hogy minden mindennel összefügg. A jogszabályok, szabályzók, főigazgatói intézkedések, utasítások, belső normák és iratminták támogatásával végrehajtott szakterületi feladatok is egymásra épülnek.

Az Alaptörvény rendelkezik a rendőrség és a nemzetbiztonsági szolgálatok, valamint a Magyar Honvédség feladatairól, sőt a 45. cikk (3) pontjában kimondja, hogy a katasztrófák megelőzésében, következményeik elhárításában és felszámolásában közreműködik. A XXXI. cikk (5) pontja írja le, hogy magyarországi lakóhellyel rendelkező, nagykorú magyar állampolgárok számára honvédelmi és katasztrófavédelmi feladatok ellátása érdekében polgári védelmi kötelezettség írható elő. A (6) pontban hon- és katasztrófavédelmi feladatok ellátása érdekében mindenki gazdasági és anyagi szolgáltatás teljesítésére kötelezhető. A katasztrófavédelem jog-, eszköz- és feladatrendszerét ehhez képest sarkalatos törvényben, kormányrendeleti módosításokkal határozták meg annak ellenére, hogy rendvédelmi feladatokat ellátó (fegyveres) szerv. A szervezet piramis alakú, hierarchikus, alá-fölé rendeltségi viszonyok alapján működő, a katonai parancsuralmi rendszer alapjait és jegyeit magán viselő, szolgálati és szakmai elöljárói rendfokozati rendszer.

A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: BM OKF) feladat- és hatáskörét, működési szabályait, valamint az irányítás és vezetés rendjét a jogszabályok és a közjogi szervezetszabályozó eszközök határozzák meg. A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvényben, valamint a vonatkozó jogszabályokban meghatározottak szerint a BM OKF közfeladatokat lát el. Alapvető rendeltetése végeredményben a lakosság élet- és vagyonbiztonságának, a nemzetgazdaság és a létfontosságú rendszerek, rendszerelemek és a létesítmények biztonságos működésének biztosítása, a katasztrófák hatósági megelőzése. Katasztrófaveszély-helyzetben, valamint tűz- és káresetek esetén a mentés végrehajtása, a védekezés megszervezése és irányítása, a káros következmények felszámolása, a helyreállítás-újjáépítés megszervezése, megvalósítása.

A BM OKF főigazgatója és a területi szervek vezetői az állomány tagjával szemben munkáltatói jogkört gyakorolnak. A szolgálati elöljáró utasítást, parancsot ad az alárendeltjeinek, a szakmai elöljáró egy adott szakterületen, mint a tűzvédelem, iparbiztonság és polgári védelem rendelkezik irányítási jogkörrel, amelyet a jogszabályok, a közjogi szervezetszabályozó eszközök, valamint a szolgálati elöljáró döntéseivel összhangban végez. A Belügyminisztérium belbiztonsági államtitkára törvényben meghatározott jogosítványokat gyakorol, valamint segíti a belügyminiszter munkáját a hivatásos katasztrófavédelmi szervvel kapcsolatban.



2. számú ábra: A BM OKF szervezete és irányítása
Forrás: BM OKF [35]

Területi szervei a megyei, illetve fővárosi illetékességgel működő katasztrófavédelmi igazgatóságok (a továbbiakban együtt: területi szervek), területi jogállású szervei a BM OKF Gazdasági Ellátó Központ és a BM Katasztrófavédelmi Oktatási Központ (a továbbiakban: BM KOK). A területi szerv gazdasági szervezettel rendelkező költségvetési szerv, amely jogszabályban meghatározott ügyekben szakhatóságként, illetve I. és II. fokú hatóságként jár el, irányítja a katasztrófavédelmi kirendeltségeket és az alárendeltségükbe tartozó hivatásos tűzoltó-parancsnokságokat (a továbbiakban: HTP). A területi szervek a Kat. 24. § (2) bekezdése szerint tűzoltási, műszaki mentési, polgári védelmi és iparbiztonsági feladatokat látnak el. A helyi szervei a katasztrófavédelmi kirendeltségek és a HTP-k.

A katasztrófavédelmi törvény alapján a hivatásos katasztrófavédelmi szervezet három működési szinttel rendelkezik:

- az országos illetékességű központi szerv (BM OKF),
- a megyei, fővárosi illetékességgel működő területi szervek (fővárosi és megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok),
- a helyi szervek a katasztrófavédelmi kirendeltségek és a hivatásos tűzoltóságok és katasztrófavédelmi őrsök.

A katasztrófavédelem állományának legnagyobb része hivatásos jogviszonyban álló tiszthelyettes és tiszt, kisebb részük rendvédelmi igazgatási alkalmazott, munkavállaló és tisztjelölt. Idetartoznak a tudományos életet biztosító PhD-fokozatosok, intézet- és tanszékvezetők, egyetemi docensek, tanárok és adjunktusok, valamint a BM KOK szakmai utánpótlást biztosító tanárai. A következő ábrán látható a BM OKF szervezeti felépítése.

A katasztrófavédelem utolsó, 2020. májusi adatai szerint a rendszeresített beosztásokat betöltők száma összesen 12 958 fő. A legnagyobb a tiszthelyettesek száma, 7414 fő, a tisztek létszáma 3599 fő, a rendvédelmi igazgatási alkalmazottak 775 fő és a munkavállalók 1170 fő. [35]

A BM OKF rendeltetésének betöltése érdekében az alábbi feladatokat látja el:

- tűzvédelmi, polgári védelmi, iparbiztonsági, piacfelügyeleti, fogyasztóvédelmi, vízügyi és vízvédelmi, valamint katasztrófavédelmi hatósági és szakhatósági jogköröket gyakorol;
- a veszélyhelyzetek megelőzése érdekében összehangolja más hatóságok tevékenységét;

- a katasztrófavédelmi törvényből adódó feladat- és hatáskörét gyakorolva részt vesz a kritikus infrastruktúrák beazonosításában, a Kat. hatálya alá tartozó üzemekre vonatkozóan koordinálja a társhatóságok hatósági ellenőrzéseit, ennek keretében a társhatóságok részére hatósági ellenőrzés foganatosítására vonatkozó javaslatot tesz, több társhatóság bevonásával együttes ellenőrzéseket szervez;
- ügyeleti és műveletirányítási rendszer működtetésével végzi a feladatkörébe tartozó eseményekkel kapcsolatos információk gyűjtését, és aktivizálja a felszámoláshoz szükséges erőket, eszközöket;
- szabályozza, irányítja és teljeskörűen felügyeli a magyarországi tűzvédelmi rendszert;
- a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területi és helyi szerveinek útján végzi a tűzoltást, a műszaki mentést, a lakosság védelmét, tájékoztatását és riasztását;
- irányítja az önkormányzati, a létesítményi tűzoltóságok, valamint az önkéntes tűzoltó egyesületek részvételét a tűzoltásban, műszaki mentésben, megyei szinten műveletirányítási tevékenységet végez;
- távközlési, műveletirányítási, informatikai, valamint az egész országot lefedő mérő-, érzékelő-, lakosságriasztó rendszereket tart fenn és végzi az ezekkel összefüggő adatkezelést;
- a törvény által meghatározott esetekben kötelezést állapít meg, közigazgatási és helyszíni bírságot szab ki, ennek végrehajtása érdekében az adatfeldolgozó szervtől adatot igényel;
- feladatainak ellátása során együttműködik az állami és önkormányzati szervekkel, a társadalmi és gazdálkodó szervezetekkel, az állampolgárokkal, civil és karitatív szervezetekkel, azok szövetségeivel, oktatási, tudományos intézményekkel, valamint a külföldi és nemzetközi katasztrófavédelmi szervekkel és szervezetekkel;
- együttműködik a rendvédelmi szervekkel, a Magyar Honvédséggel és a biztonságot szolgáló más hatóságokkal;

- nemzetközi szerződések alapján széles körű bilaterális és multilaterális kapcsolatokat tart fenn, képviseli Magyarországot az ENSZ, az Európai Unió (a továbbiakban: EU) és az Észak-atlanti Szerződés Szervezete (NATO[23]) szakmai szervezeteiben, valamint a kritikusinfrastruktúra-védelemmel kapcsolatos uniós szervezetekben;
- biztosítja a hivatásos katasztrófavédelmi szerv működési feltételeit, a szükséges felszereléseket, technikai eszközöket és anyagokat, tervezi és felügyeli a jóváhagyott fejlesztéseket;
- beruházási és fejlesztési feladatokat és ingatlangazdálkodást végez;
- működteti a BM KOK-t és a területi kiképző bázisokat, a Katasztrófavédelem Központi Zenekarát, Múzeumát és Kutatóintézetét, valamint támogatja a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Rendészettudományi Kar Katasztrófavédelmi Intézet működtetését, az ott folyó képzést szakmai szempontból véleményezi;
- működteti a Katasztrófavédelmi Vizsgaközpontot;
- rendszeresen elektronikus újságot, szakmai, tudományos folyóiratot, kiadványokat, tananyagokat jelentet meg, tudományszervezést végez, sportegyesületet működtet;

A tűzvizsgálatok kapcsán a Műveleti Főigazgatóhelyettesi Szervezet Országos Tűzoltósági Főfelügyelőség Tűzoltósági Főosztálya látja el az alábbi teendőket:

- szakirányítja és ellenőrzi a tűzvizsgálat kapcsán a területi szervek feladat-végrehajtását;
- kidolgozza a szakterületét érintő tűzvizsgálati tevékenységre vonatkozó szabályozások, ajánlások tervezeteit;
- közreműködik a tűzoltási, műszaki mentési, tűzvizsgálati tevékenységre vonatkozó jogszabályok, szabványok, direktívák kidolgozásában, segíti a minisztériumok, országos hatáskörű szervek, valamint az önkormányzatok tűzoltással, műszaki mentéssel kapcsolatos jogalkalmazó tevékenységét. [36, pp. 55, 93]

[23] North Atlantic Treaty Organization – a NATO célja az, hogy politikai és katonai eszközökkel őrizze meg a tagjai szabadságát és biztonságát.

A BM OKF Alapító okirata, Szervezeti és Működési Szabályzata, valamint a belső normái alapján levont következtetéseim szerint megállapítom, hogy a szénhidrogénipar és -feldolgozás káresetei katasztrófavédelmi szemléletű vizsgálatának pontos tartalma a három fő szakterület párhuzamosan folyó, de egymásra épülő, káresetet megelőző és a bekövetkezés okait vizsgáló együttműködéséből eredő közös munka.
A szénhidrogénipar káreseteit a veszélyeztető hatások szerinti felosztást és elemzést követően szakterületenként vizsgálva dolgozom fel, és vonom le a következtetéseket.

A tűzvédelmi szakterület felel a szénhidrogén-feldolgozó üzem létesítésével kapcsolatos jogszabályi megfelelésért és a kész létesítmény terveknek megfelelő elkészítéséért, valamint a megfelelő technológiai folyamatok szerinti működés feltételeinek meglétéért.

A tűzoltási szakterület a kész létesítmény esetén helyismereti, begyakorló és szituációs gyakorlatok keretében megismerkedik az üzemrészekkel. A helyszín és a tűzoltási feltételek ismeretében kialakítja a legkedvezőbb taktikát az emberek mentése és a tűz leghatékonyabb eloltása érdekében, szükség esetén a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályait leíró 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet alapján Tűzoltási Műszaki Mentési Tervet (a továbbiakban: TMMT) készít. Felel a tűzvizsgálatok szakszerű lefolytatásáért, ezért indokolt lehet az IoT-eszközök bevonásával történő fejlesztése.

Az iparbiztonság a veszélyes anyagok szállítása, tárolása, feldolgozása és felhasználása során bekövetkező káresemények megelőzése területén tevékenykedik. Fontos feladata a létesítés és működés során a belső védelmi tervezés és begyakorlás, valamint a Seveso III. irányelv alkalmazásának vizsgálata. Az iparbiztonság mint biztonságtudomány a terrorcselekményeknél alkalmazható veszélyes anyagok jogosulatlan kézbe kerülését, a visszaélés lehetőségét is elemzi. [37, p. 99] Célszerű lehet a tűzvédelmi és iparbiztonsági vizsgálatok összevonása a NOVA Helyszínelő OKF (a továbbiakban: e-szemle) alkalmazásban.

A polgári védelmi szakterület a párhuzamosan futó, ugyanakkor egymásra épülő feladatok sorában a belső védelmi tervezéssel összhangban a KVT-vel kapcsolatos mechanizmusokat tekinti át és gyakoroltatja be a polgármester irányításával. Eseménykezeléskor a település védelmi terve alapján megkezdi az abban lefektetett feladatsorok végrehajtását a lakosság védelme érdekében. A kimenekítést, kitelepítést, befogadást és a visszatelepítést felügyeli.

Az itt bemutatott katasztrófavédelmi szakterületek összetett kölcsönhatásán keresztül fogom megvizsgálni a szakmai életutam és a kutatásom során átélt és feltárt szénhidrogénipari káreseteket annak érdekében, hogy meg tudjam határozni a jövő modern stratégiáit és korszerű lehetőségeit a káresetek megelőzésére.

1.2. A szerves szénhidrogének kialakulása és fizikai tulajdonságai

A szénhidrogénipari káresetek vizsgálatának előfeltétele a feldolgozott szénhidrogének mint kémiai elemek vizsgálata. Megtanultam a biokémia[24] és a szerves kémia[25] alapjait ahhoz, hogy a szénhidrogének tulajdonságait megismerjem. A kőolaj és a földgáz évmilliók alatt a tengerek, óceánok mélyén, a szerves anyagok bomlástermékeként jött létre. A bomlás során a kevesebb szénatomszámú, gázállapotú szénhidrogének halmaza a földgáz, a magasabb szénatomszámú, folyékony halmazállapotú szénhidrogén a kőolaj. A szénhidrogén-vegyületek száma végtelen hosszúságú, amit jellemzően a kőolajhoz és a földgázhoz köthetünk. [38] Két nagy csoportra oszthatók, a telített és a telítetlen szénhidrogének.[26] A telítetlen egyszeres, míg a telített szénhidrogének atomjai két-háromszoros kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. A telített szénhidrogének nyílt szénláncúak és gyűrűs szerkezetűek egyaránt lehetnek, ezért két csoportjukat különböztetik meg, az alkánokat és a cikloalkánokat.

A telítetlen szénhidrogénekben a szénatomok egyszeres, kettős és hármas kötések variánsával is kapcsolódhatnak egymáshoz. A szén-szén kettős kötést tartalmazó vegyületek – nyílt vagy gyűrűs láncúak – lehetnek alkének, vagyis olefinek, azaz cikloalkének, a hármas kötést tartalmazó nyílt láncú telítetlen szénhidrogéneket pedig alkinoknak, illetve acetilén-szénhidrogéneknek nevezzük. A telítetlen gyűrűs szénhidrogének különleges képviselői az aromás vegyületek, amelyek legfontosabb képviselője a benzol. [39, pp. 137, 153, 179.]

A szénhidrogén-kitermelés a kőolaj- és a földgázmezők megnyitásával kezdődik. A nyers szénhidrogén elsődleges feldolgozása még a bányaüzem területén megtörténik. A nyersanyagok egy része az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (a továbbiakban: OTSZ) *9. § (1) alapján a „Fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba”* tartozik, súlyos ipari balesetet, katasztrófát, valamint környezeti katasztrófát okozhat. A szénhidrogén-kitermelés és -feldolgozás során a következő veszélyhelyzetek alakulhatnak ki, amelyek környezeti károkozással járnak:

- kőolaj és földgáz kitermelése, valamint kutatófúrások közben bekövetkező váratlan kitörések miatt keletkező veszélyeztetés,

[24] A biokémia az élet kémiája, míg a kémia az összes anyag vizsgálata, legyen az élő vagy nem élő.
[25] A szerves kémia a szerves vegyületek keletkezésével, felépítésével, tulajdonságaival és reakcióival foglalkozó tudományág.
[26] A szénhidrogének között megkülönböztetnek telített és telítetlen szénhidrogéneket az alapján, hogy a szénatomok között egyszeres kötés található, vagy a molekulák tartalmaznak két- vagy háromszoros kötéseket. A telített szénhidrogénekben a szénatomok vegyértékének megfelelő maximális számú hidrogénatom található. A szénatomok csak egyszeres kötésekkel kapcsolódnak össze. Az alkánok (paraffinok) nyílt láncú telített szénhidrogének. Alkán többek között a metán. A legegyszerűbb alkán a propán.

- kitermelt nyersolaj és földgáz bányaüzem területén való készletezése vagy elsődleges feldolgozása során keletkező tűz vagy robbanás,
- behozott és kitermelt nyersolaj feldolgozása – kőolaj-finomítás, szekunder termékek (PB[27] gáz) gyártása –, majd készletezése során bekövetkező tűz, robbanás,
- termékelosztási (gáztöltőállomások), tárolási és logisztikai (termékvezetékek) tevékenység végzése alatt keletkező tűz és robbanás. [40, p. 16.]

A telített szénhidrogének standard állapotban – a szénatomszámtól függően – gáz-, folyékony vagy szilárd halmazállapotúak lehetnek. A legkisebb C1–C4 szénatomszámú szénhidrogének normál állapotban színtelenek, szagtalanok, gáz-halmazállapotúak. Közülük a metán a földgáz fő alkotórésze, fontos energiahordozó és vegyipari alapanyag. A propán és a bután elegyével töltött PB-gázpalackokat ott használják energiaellátásra, ahol nincs vezetékes gáz. A nagyobb szénatomszámú C5–C19 telített szénhidrogének tiszta, normál állapotban színtelen folyadékok. Szaguk jellegzetes, a szénatomszámtól függő. A kőolajból desztillációval különítik el közel azonos szénatomszámú molekulákból álló keverékeiket. A legnagyobb szénatomszámú C31–C50 a kőolajgyártás melléktermékeként gyártott bitumen. [41]

A bitumen viszkoelasztikus[28] tulajdonságú, szénhidrogénekből felépülő, nagy molekulájú szerves anyag. Alifás és aromás szénhidrogénekből áll, mellette oxigén, kén és nitrogén fordul elő a szerkezetében. A kőolaj-feldolgozó ipar ma már szinte mindenütt 3–4 ezer méter mélységből felhozott kőolajokat dolgozza fel. Ezeknek az olajoknak a 90%-a dolgozható fel üzemanyaggá, 10%-a képezi a bitumenek alapját. A bitumen viszkozitása, fizikai tulajdonságai reverzibilisen, a hőmérséklet függvényében folyamatosan változnak. Alacsony hőmérsékleten *elasztikus,* közepes hőmérsékleten *elasztikus-plasztikus,* magas hőmérsékleten pedig *viszkózus newtoni folyadékként*[29] viselkedik. A bitumennek 140–180 °C között csekély a viszkozitása. Amennyiben a hőmérséklet csökken, a viszkozitás radikálisan nő. A jó minőségű bitumenek tulajdonságaikat a hőmérséklet függvényében kevésbé változtatják. [42] A kőolaj legtöbbször sötét színű, sűrű, folyékony anyag. Megkülönböztetünk paraffinbázisú, intermedierbázisú és nafténbázisú[30] kőolajat. Egyes fajtáiban nagy mennyiségű (30-40 %) aromás szénhidrogén is található.

[27] Propán-bután gáz.
[28] Sűrű, nyúlós, lassan folyó, rugalmas, ruganyos folyadék.
[29] A bitumen viszkozitása nem függ a deformáció sebességétől.
[30] A nafténes bitumen túlnyomórészt telített gyűrűs szénhidrogén-vegyületeket tartalmaz.

A földgáz négy gáz keveréke, amelynek alkotóelemei a metán, etán, propán és bután. A további alkotóelemei túlnyomó részt metántól (CH_4) a pentánig (C_5H_{10}) terjedő egyszerű paraffinokból állnak. Színtelen, vízben nem oldódó gáz. Éghető, robbanásveszélyes, a tökéletes égése során szén-dioxiddá és vízzé ég el. [43] A tudósoknak még nem sikerült bizonyítani, hogy a földgáz szapropélből[31] keletkezett-e – csak eltérő módon, mint a kőolaj –, vagy pedig a kőolaj lebomlásának a terméke. A földgázleletek mintegy egyharmada kőolajjal együtt fordul elő. [44, p. 1.]

A kőolaj-feldolgozás során először ülepítéssel a vizet és a kőzettörmeléket különítik el. A soron következő gáztalanítás[32] művelettel tekintélyes mennyiségű propán-bután gázt kapnak. A „stabilizált" kőolaj desztillációjakor az alábbi összetevőket különítik el:

- 60–200 °C között: a nyersbenzint,
- 180–280 °C között: a petróleumot,
- 260–360 °C között: a gázolajat,
- 360 °C felett: a kenő- és paraffinolajat,
- párlási maradék: a petróleumaszfalt, más néven gudron.[33] [45, p. 42]

1.3. A tárolótartályok robbanásainak és tűzeseteinek okai

A Finomító egyik fő feladata jelenleg a közúti-vasúti töltők és lefejtők, a tárolótér, illetve a technológiai, valamint biztonságtechnikai rendszerek üzemeltetése. A munka másik része az EBK-szempontok[34] elfogadtatása, érvényesítése, a bitumenfeldolgozó rendszerek, az új GMB-üzem rendeltetésszerű működtetése, valamint a termékek előírt minőségének biztosítása, tételes naprakész elszámolása. A LUDITA rendszerét áttanulmányoztam a korábbi, szénhidrogén-feldolgozással kapcsolatos események kutatása céljából.

---

[31] A szerves anyag felhalmozódása oxigénszegény környezetben történhet. Ilyen feltételek kialakulhatnak beltengerekben vagy elzárt lagúnákban. A reduktív üledékképződési környezet kedvez a szerves anyag megmaradásának, mivel egyrészt nem oxidálódik el, másrészt az oxigénhiány miatt nincsenek bentosz formák, amelyek elfogyasztanák. A szerves anyag betemetődésével rothadó iszap, szapropél jön létre, amely további betemetődéssel sötétszürke bitumenes kőzetté, a kőolaj és a földgáz anyakőzetévé alakul.

[32] A kőolaj tartalmaz illékony (CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}) szénhidrogéneket. (stabilizálás: ellenáramban a száraz földgáz [CH_4] magával ragadja az illékony gázokat).

[33] Párlási maradék, melléktermék, bitumenszerű anyag.

[34] A Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. által a balesetek és a környezeti lábnyom csökkentése érdekében létrehozott Egészségvédelmi, Biztonságtechnikai (tűzvédelmi) és Környezetvédelmi terület rövidítése.

Feldolgoztam Muhoray Árpád *A katasztrófavédelem területi irányítási modelljének vizsgálata* című doktori értekezését a vizsgált Finomítóval kapcsolatban. Az áttanulmányozást követően megállapítottam, hogy a 2000-es években elkészített és táblázatba foglalt leltár alapján a mostaninak a többszöröse volt a tárolt veszélyes anyagok mennyisége a Finomítóban. [46, p. 81] A nagymértékű csökkenés a kőolaj-feldolgozás, vagyis a fehértermék-előállítás megszűnésével magyarázható. A megvizsgált 2016. évi biztonsági jelentésből kiderült, hogy a Finomító tevékenysége 2001 végétől átalakult. A desztillációs üzem leállításával megszűnt a Finomítóban a kőolaj-feldolgozás, a fő tevékenységet azóta a bitumentermelés, -előállítás és a fáradtolaj feldolgozása jelenti. A bitumentermékek széles választékát (építőipari, útépítési, modifikált és egyéb különleges bitumenek) a Százhalombattáról vasúton beszállított alapanyagokból állítják elő. A Kat. által leírt fogalom értelmében:

> *„3. § (26) Veszélyes anyag: […] meghatározott ismérveknek megfelelő anyag, keverék vagy készítmény; … ”*

A veszélyes anyagok mennyisége a Finomító 2020-as leltára alapján propán 95, propán-bután üzemanyag célra (propándús), propán-bután üzemanyag célra (butándús) összesen 1435 tonna, 33 db vasúti tartálykocsiban tárolva. A 2016-os biztonsági jelentésből kitűnik, hogy egy lehetséges tűzeset során a folyamatok ellenőrizhetetlenné válásakor keletkező anyagok a szén-monoxid, a kén-dioxid és a nitrogén-dioxid. [47, p. 33] Egy robbanás és tűzeset során létrejövő lökéshullám következtében a lakóépületekben keletkező károk, valamint a tökéletlen égés következtében létrejövő és levegőbe jutó káros és karcinogén[35] anyagok terjedése következtében szükséges a belső és a KVT-k összhangja. Lényeges elem a kimenekítés, kitelepítés, befogadás és visszatelepítés módozatainak lefektetése, évenkénti elgyakoroltatása, valamint a polgári védelmi szakterület megelőző felkészülése. A tartályrobbanások az emberi életben, az anyagi javakban és a természeti környezetben is hatalmas károkat okoznak, üzemrészek, városrészek pusztulását is előidézhetik. A tartályrobbanást égés követi, az ideális esetben leszakadó tartálytető megvédi a palástot a felszakadástól, és a tárolt anyag a védőgödörbe jut. Az ideálistól eltérő esetben a robbanáskor felszakadt tető búvónyílásán és mérőnyílásán a felszabaduló gázok kiáramlása következtében fáklyaszerű égés jöhet létre. A szénhidrogénipar és -feldolgozás infrastruktúrájának fontos elemei a tárolótartályok, mivel a szénhidrogén-termékeket folyékony vagy cseppfolyós gázhalmazállapotban tárolják, jellemzően acéltartályokban, amelyek kialakításuk szerint hengeres és gömbtartályok lehetnek.

[35] A karcinogén anyagok közvetlenül a sejtek örökléstani állományában okoznak sérülést, rákot.

A szénhidrogénipari tárolótartályok típusuk szerint:

- állóhengeres
  - merevtetős,
  - külső úszótetős,
- merevtetős, belső úszótetős kialakítással,
- fekvőhengeres
  - föld feletti,
  - föld alatti,
- gömbtartályok.

A tárolótartályok besorolása palást alapján:

- szimpla falú,
- dupla falú.

Pimper László szerint a merevtetős tartályokat általában olyan „fekete-/sötét-", nehéztermékek tárolására használják, mint a fűtőolaj vagy a bitumen. A tárolótartálynak rögzített, hegesztett (fix) teteje van, ez a legelterjedtebb és legegyszerűbb megoldás. Az alulról bordákkal erősített tartálytetőt hegesztéssel mereven hozzáerősítik a tartályköpenyhez. A tető közel sík vagy lapos kupola formájú. A tartályok esetében a legnagyobb veszélyforrás a tárolt folyadék felszíne felett kialakuló éghető folyadékgőz-levegő keverék. Ez éghetőségi határkoncentrációk között tűz- vagy robbanásveszélyt eredményezhet.

A robbanásveszélyes gőz térfogata a tető és a folyadékszint közötti távolság mértékétől függ, alacsony folyadékszintnél a tartály névleges térfogatát is megközelítheti. A tartályban képződő robbanóképes elegy robbanása megrongálhatja, felrepítheti, elhajíthatja a tetőt, ami így kiterjedt, nyílt felületű vagy megosztott, illetve árnyékolt felületű tartálytűz kialakulásához vezethet. Az elrepülő tető veszélyt jelent, nagyobb távolságokra eljutva megrongálhatja a felfogóteret[36] határoló szerkezetet, a környező technológiai vezetékeket, berendezéseket, tartályokat, valamint veszélyezteti a közelben tartózkodó emberek testi épségét.

[36] A veszélyes folyadéktartályokat felfogótérben kell elhelyezni, amely egy esetleges tartálysérülés esetén megakadályozza a veszélyes folyadék korlátlan terjedését.

„A folyékony szénhidrogének nagymennyiségű tárolására szolgáló állóhengeres, atmoszférikus acéltartályokat érintő tűzeset-típusokat vizsgálva megállapítható, hogy a legfontosabb és a tűzoltói beavatkozás lehetőségére is meghatározó tényező a tárolóedény tetőzetének és a felfogóterének kialakítása." [48, p. 33]

Pimper László megállapításával teljes mértékben egyetértek. A tetősarokgyűrű varratának gyengítettnek kell lennie azért, hogy a robbanás túlnyomását felhasadásával levezesse. Véleményem szerint a könnyített, gyengített varrat hiányában a tartály repül el, mivel a benne lévő folyadék és a tartály összsúlya ránehezedik a tartály talpára. A robbanáskor a talp és a köpenylemez találkozásánál ható erők a talp leszakadásához vezetnek. A köpenylemez a tartálytetővel egy puskából kilőtt töltényemagként repül el.

A tartályrobbanások és keletkezésük vizsgálatának bemutatását a Finomítót 2012. május 18-án érintő első tartályeseménnyel kezdem. A katasztrófavédelem rendszerében a káresemény elindította az előírt protokoll szerinti védelmi mechanizmusokat. A Megyei Főügyelet ügyeletvezetője és műveletirányítója a T-1006 jelű tartálynál bekövetkezett tartályfelhasadás jelzését követően, a TMMT-nek megfelelően V/Kiemelt riasztási fokozatot rendelt el, leriasztásra került hét darab gépjárműfecskendő, egy vízszállító gépjármű, egy magasból mentő, egy por-hab konténer, a Zala KMSZ és KML. Az esettel kapcsolatban lakosságvédelmi intézkedések megtételére a káresemény során nem volt szükség. A vizsgálataim alapján a tűzoltás a BM OKF Főigazgató 31/2012. számú és a KMSZ, valamint a KML tevékenységének szabályozásáról, továbbá a 64/2012. módosított Tűzoltás-taktikai szakutasítás alapján és az 53/2012. számú tűzoltói beavatkozásokkal kapcsolatos adatgyűjtés és értékelés szabályozásáról szóló intézkedés értelmében történt. A tűzoltást követő tűzvizsgálati eljárás megindításának jogszabályi háttere a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokat leíró 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet, amelynek 3. § (1) bekezdés c) pontja szerint a tűzvizsgálat megindításának oka:

> *„ 3. § (1) […] c) tűzvizsgálatot kell lefolytatni, ha a tűzeset minősített riasztási fokozata III-as vagy annál magasabb volt;"*

A tűzvizsgálat lefolytatása az abban az időben hatályos 123/2011. számú BM OKF Főigazgatói intézkedés alapján történt. A robbanás a T-1006 jelű állóhengeres, merevtetős tartályban keletkezett, amely a bitumenbetárolás közben a palást és a tartálytető közti gyengített résznél egy robbanás hatására felhasadt.

A tűzvizsgálat során több gyújtóforrás felmerült, elektrosztatikus kisülés, túlfűtés, a fűtőközeg „csőkígyójának” sérülése stb., de ezeket az elemzés során kizárták. A feltételezés alapján a robbanás a tartálytető és palást belső oldalán képződött kokszlerakódás felizzása, valamint a kellően forró hőmérséklet és a megfelelő oxigénkoncentráció mellett jöhetett létre.

A tűzvizsgálat első számú gyújtóforrásként a lerakódott kokszot jelölte meg. A tartály három hőmérő szondája által mért adatok alapján közel 200 ^{o}C volt a betárolás során a bitumen hőmérséklete. A vizsgálat során kizárták az öngyulladás lehetőségét, mivel ahhoz 370–400 ^{o}C közötti, azaz a meglévőnél kétszer nagyobb bitumen-hőmérséklet kellett. A tető felhasadását követően a tartályban a bitumengőzök lánggal égését nitrogén- és gőzelárasztással megszüntették, tűzoltói beavatkozásra nem volt szükség. A helyszínre riasztott létesítményi tűzoltók a beavatkozó hivatásos állomány részére előkészítették az oltáshoz szükséges habanyagot és az üzem belső tűzivízhálózatának nyomásnövelését. A hivatásos állomány védősugarakat szerelt a szomszédos tartályok hűtésére, de beavatkozásra nem volt szükség. Megszakítás nélkül hőkamerával mérték a sérült tartály külső hőmérsékletét, mivel a robbanás következtében üzemképtelenné vált belső hőmérő szondák továbbra is 200 ^{o}C körüli hőmérsékletértéket mutattak. Az 1. számú képen a T-1006 jelű készbitumen-tárolótartály robbanást követő állapota, a lánggal égést elfojtó nitrogén és forró gőz eltávozása látható.

1. számú kép: A T-1006 jelű tartály robbanást követő felhasadása
Forrás: Zalaegerszegi Hivatásos Tűzoltóparancsnokság (a továbbiakban: Zalaegerszegi HTP)

A második vizsgált eljárás 2012. június 26-án, a Finomító T-506 jelű állóhengeres, merevtetős tartályát érintő tartályrobbanás és tűzeset. A korábban bekövetkezett T-1006 számú tartály káresetét követően a tartályok feltöltésének megkezdésekor a tartálytetőre épített búvónyílást nyitva kellett tartani annak érdekében, hogy a belső térben hirtelen ne alakuljon ki nyomásemelkedés a 200 ºC hőmérsékletű bitumen betöltése alatt. A búvónyílás lezárását követően a nyomás leengedésére szolgáló csapot elzárták, az inertizáláshoz[37] szükséges nitrogénrendszert megnyitották, majd a tartály a műveletet követően egy órán belül felrobbant. Az ipari kamerák által rögzített képen jól látszott, hogy a két, egymás után rövid időn belül bekövetkező robbanás közül az első a levegő jelenléte miatt a dómfedélnél következett be, és kb. 5 másodperccel később a második, amely a tartály gyengített pontját a dómfedéllel szemben felszakította. A vizsgálat során megállapították, hogy a káreset a nem megfelelő módon inertizált belső tartálytér következtében alakult ki. A nitrogénrendszert ellenőrző számítógépes felület nem szolgáltatott pontos, egyértelmű adatokat, mivel az inertizáló vezetékre felfűzött tartálycsoportokat, és nem az egyes tartályok nyomásértékét mérte. A DCS-rendszer[38] az adatokat egyperces frissítésekkel jelenítette meg, vagyis a folyamatot felügyelő kezelő késleltetett adatot lát a felügyeleti és irányítóközpont monitorjain.

A katasztrófavédelem tényfeltáró munkájának kiegészítésére és a robbanások még pontosabb okának felderítésére a tulajdonos két független szakértőt vont be a vizsgálatba.[39] Dr. Pátzay György szakértői véleménye szerint a két készterméktároló bitumentartályban bekövetkezett tűzesetek oka emberi, technológiai mulasztásra vezethető vissza, amelynek következtében levegő került a tartályokba, és a közel 200 °C hőmérsékletű bitumen fölötti gőztér berobbant, majd tűz keletkezett. A gőztér belobbanását elősegíthette a tartályfedelekre és oldalfalakra kirakódott piroforos kokszbevonat. A T-1006 jelű tartályba nagy valószínűséggel az oldalának aljáról meghibásodás miatt eltávolított mechanikus keverőberendezés helyén levegő jutott be, és a tartály újbóli beüzemelése során a kezelők nem gondoskodtak a beáramlott levegő kiszorításáról. A T-506 jelű tartályba a töltés során szabálytalanul, hosszabb időre megnyitott nagy méretű búvónyíláson keresztül levegő került, ezáltal oxigént juttattak a belső térbe az exoterm[40] oxidációhoz, a gázok, gőzök begyulladásához.

---

[37] Nitrogénpárnával történő lezárás, amely kettős célt szolgál: egyrészt a bitumenüzemben a légszennyezés csökkentését, másrészt a rendszerben kialakított túlnyomással a tartályok légterében a levegő üzemszerű bejutásának megakadályozását biztosítja.

[38] Distributed Control System – osztott folyamatirányító rendszerek technológiai, vezetésirányítási szinttel.

[39] Dr. Pátzay György PhD. egyetemi docens, professor emeritus, a BM OKF szénhidrogénipari szakértője, okleveles vegyészmérnök, környezetvédelmi szakmérnök, jelenleg az NKE Katasztrófavédelmi Intézet egyetemi tanára és Ulrich István okleveles vegyészmérnök, vegyipari műveleti szakmérnök.

[40] Hőleadással járó kémiai folyamat.

A Finomító tartályainak robbanását minden valószínűség szerint a tartályok gőzterében kialakult robbanásveszélyes gáz-levegő elegy berobbanása okozta. A tartályokba fúvatott fluxált[41] bitumenek betárolása zajlott a robbanások bekövetkezésekor. Pátzay professzor megállapításával teljes mértékben egyetértek, miszerint a tartályok vízzárásbiztonsági szeleprendszere nem képes extrém körülmények között a töltés során kiszorított illékony anyagok kiengedésére, mivel kifújja a vízzárat.[42] A bitumentartályok inertizálási folyamatának lépéseit a technológiai utasítás szerint hajtották végre: *„A tartályok használatba vétele előtti légtéri maradék oxigén koncentráció mérése és maximálása 3 térfogat %-ban megfelelő és konform a törvényi előírással."* [49, p. 3]

Ulrich István szakértői véleménye alapján megállapítható, hogy mindkét esetben jelen volt a levegő a tartályban, a T-1006-os esetében a tartályt karbantartásra megbontották, alul és felül egyaránt volt nyitott csatlakozás, aminek következtében átszellőzhetett, és gőzterében levegő halmozódott fel. A gőztérbe előzetes inertizálás nélkül vezették a kb. 230 ºC-os fúvatott bitument, amelyből jelentős mennyiségű tűz- és robbanásveszélyes gáz és gőz szabadulhatott fel. A bitumentartályok folyadékfelszín feletti felületein található, levegő hatására felizzó koksz a kialakult robbanásveszélyes elegyet berobbantotta. A tartály csatlakozó rendszerei a túlnyomás gyors levezetésére nem alkalmasak, ezért a tartálytető a gyengített hegesztési varratnál felhasadt.

A T-506-os tartály esetében a levegő bejutását a tartályfedélen megnyitott dóm tette lehetővé. A 600 mm átmérőjű nyíláson keresztül a tartály meleg gőzterének kéményhatására erős áramlás indult be, amelynek 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 helyi robbanás, korommentes égéstermékeket létrehozva. Öt másodperccel később lényegesen nagyobb erővel, a tartályfedél felhasadását előidézve, a tartály dómtól távolabbi részében robbant be a felhalmozódott robbanásveszélyes elegy, amelynek égéstermékei között a korom is megjelent.

[41] A fluxáló olaj egy sűrű, alacsony illékony szénhidrogén-tartalmú, a bitumengyártás adalékanyagaként használt kőolaj-termék, amelyet a kőolaj-finomítás vagy a használt ipari olajok újrafinomítása során állítanak elő. A fluxáló olajat a bitumengyártás során hozzákeverik a fúvatott bitumenhez annak érdekében, hogy a végtermék önthetősége magasabb, sűrűsége alacsonyabb legyen.

[42] A biztonsági vízzár az a berendezés, amely a benne lévő víz hidrosztatikai nyomásával megszabja a tartályban vagy csővezetékben uralkodó maximális nyomás nagyságát.

Tekintettel arra, hogy – különösen fúvatott bitumenek esetében – nem kerülhető el nagyobb mennyiségű éghető gáz és gőz képződése és felszabadulása a tárolt anyagból, továbbá a gyújtóforrások sem zárhatók ki, a tartályokat használatba vételük előtt inertizálni kell és biztosítani, hogy a gőztér oxigéntartalma az üzemelés során ne haladja meg az 5 térfogatszázalékot. Ulrich István véleménye szerint az üzemeltetők elmulasztották a határérték figyelemmel kísérését – a korábbi üzemeltetési gyakorlat alapján –, nem tudatosult kellőképpen bennük, hogy az alapanyag minőségváltozása vagy az üzemi paraméterek megváltozása jelentős mennyiségű éghető anyag felszabadulását idézheti elő a terméktároló tartályokban, amely levegő jelenlétében berobbanhat. [50, p. 2]

A vélemények további részeinek összehasonlítását követően megállapítottam, hogy a szakértők egyetértettek a robbanások fő okában. Mindketten megállapították és pontosan meghatározták, hogy 3 és 5 térfogatszázalék közötti levegőmennyiségnél több jutott be a tartályokba. A levegő kedvezett a koksz, vagyis a piroforos anyag létrejöttének, amely a betárolás során a 200 ºC körüli hőmérsékleten felizzott, a vékony nitrogénpárna alatt és a levegő jelenlétében az éghető szénhidrogéngázokat, -gőzöket belobbantotta.

Enyhe véleményeltérés mutatkozik a tartályok légterének maradék oxigéntartalmát illetően, Ulrich István szerint nem szükséges 3 térfogatszázalék alá csökkenteni az oxigénkoncentrációt, mivel a 3 térfogatszázalék alatti oxigénkoncentráció ismételten kedvez a piroforos vas-szulfid képződésének, ami így újabb veszélyforrásként jelenhet meg. A tudományos kutatás során elvégeztem a nyersanyagok kémiai összehasonlítását, a két feldolgozott anyag út- és építőipari bitumengyártási alapanyag. Mindkettő a szénhidrogén-feldolgozás végterméke, a korábban megismert gudron és egy másik fajta lepárlási maradék, az RHC[43] nevű anyag volt.

Megállapítottam, hogy a robbanásokat megelőző időszakban a százhalombattai finomítóból származó, atmoszférikus és vákuumdesztillációs üzemekben lejátszódó elválasztási műveletek végén kapott „maradék gudront” dolgozták fel. A Százhalombattai Finomítóban használt technológia 1997-ben létesült, és a „Maradék-feldolgozás komplex megvalósítása” elnevezésű projekt részeként üzemel. A robbanások idején a Pozsonyi Finomítóból származó RHC-t dolgozták fel. A Pozsonyi Finomító EFPA [51] projekten belül létrehozott egységeit 1999-ben helyezték üzembe, a maradékfeldolgozó hidrokrakk RHC (LC-Finer) gyártórész 2000 óta üzemel. [52] Véleményem szerint a Finomító két káresete az RHC anyag tulajdonságából adódó eltérésre is visszavezethető.

[43] Residue Hydro Cracking – RHC, lepárlási maradék bitumen, amelyet úgy állítanak elő, hogy az ásványolajból nemcsak a fehérárukat, hanem a könnyebb olajpárlatokat is desztillációval eltávolítják.

A Pozsonyi Finomítóban használt technológia során alacsony nyomáson és hőmérsékleten fluid katalitikus krakkolás[44] eljárás játszódik le. A megfelelő katalizátorok[45] segítségével 95-ös oktánszámú benzin, illetve különböző szénhidrogéngázok keletkeznek. A krakkolás egyik melléktermé a kén-hidrogén-gáz, amelynek elégetése során sárgaként nyernek ki és értékesítenek ipari felhasználásra.

A másik melléktermék az RHC, egy aszfaltszerű anyag, amelyből további finomítással gázolajat és benzint állítanak elő. A nyersanyag gyengébb minősége miatt magasabb hőmérsékletre és hatékonyabb katalizátorra van szükség. A hőmérséklet szabályozása kritikus ebben a folyamatban, ugyanis túl alacsony hőmérsékleten megfagy a bitumen, túl magas hőmérsékleten pedig begyullad. Az üzemben egy külön hidrogén-előállító részleg létesült, mivel a hidrogén rendkívül robbanékony anyag, nehézkes a szállítása, viszont a krakkoláshoz és tisztító folyamatokhoz elengedhetetlen. [53, p. 2]

A T-1110 jelű állóhengeres, merevtetős tartály tűzesetének helyszíne a Finomító telephelyének területén működő vállalkozás. 2018. július 9-én 10:30 körül egy bitumen tárolására szolgáló tartályt túltöltöttek, aminek következtében 5-6 m^3 bitumen végigfolyt a tartály palástján, mindeközben befolyt a palást alatt 1 méterre található tartálytöltő vezeték tolózár-szigeteléséhez. A tolózárat a melegítésre szolgáló hőközlő olaj vezetéke fogja közre, amelyet kőzetgyapot szigetelésbe burkoltak, alumínium lemezdobozzal tettek zárhatóvá és védtek a fagytól. A tartály túltöltése során a forró bitumen kiömlését követően a párolgáson kívül egyéb rendellenesség nem volt. 18:00 óra felé a tartály palástjánál a tolózár környékén enyhe füst vagy gőzkiáramlás következett be. 20:20-kor pedig már a betápláló vezeték tolózár-szigetelése lángolt ott, ahol a tartályhoz ért.

A tartálytetőn – a tolózár felett húzódó nyílt páravezetékről – a bitumengőzök, olajszármazékok a tartály külső falán lecsapódva és leszivárogva kismértékben szennyezhették a tolózár kőzetgyapot-szigetelését, táptalajt adva a később lejátszódott és a gyulladást okozó kémiai folyamatoknak. A tűz keletkezésének helyszínén és közvetlen környezetében elektromos kábel és berendezés nem volt, így elektromos rövidzárlat, túlfeszültség, szikraképződés az adott területen nem fordulhatott elő. Az érintett területen csak >330 ºC magas lobbanáspontú bitumen és nehezen éghető >500 ºC kőzetgyapot érintkezett, ezért más gyújtóforrás nem vehető figyelembe a tűzkeletkezés okaként.

[44] Fluidágyas katalitikus krakkolásnak nevezzük, az eljárás során a gőzök által fluidizált állapotban tartott, finom eloszlású katalizátor jelenlétében krakkolják a lepárlási maradékokat és a nehéz párlatokat.
[45] Olyan anyag, amely képes egy vegyi folyamat sebességét megváltoztatni, de a művelet végén változatlan formában kerül ki belőle.

A tűzesettel kapcsolatban Dr. Pátzay György professor emeritus, szénhidrogénipari szakértő véleménye szerint a betárolt bitumen paraffinos[46] vagy nafténes bázisú, mivel a paraffinos bitumen gőzeiből gyúlékony VOC-komponensek[47] párologhatnak. A bitumenek gőzeinek lobbanáspontja általában 230 ºC fölött van, ha nem lép fel szelektív kipárolgás. A kipárolgásban jelentős mennyiségű, alacsony lobbanáspontú (–20 ºC) és párolgási hőmérsékletű (+56 ºC), tűzveszélyes propán-2-on (aceton) VOC fordulhat elő. A tűz kialakulásáért felelős lehet ennek az alacsony lobbanáspontú komponensnek a kipárolgása a kifolyt bitumenből.

A bitumen közvetlen gőzeinek gyulladása kétséges, mert az illékony komponensek a szabad levegőn általában távoznak, és nem a hőszigetelésben lobbannak lángra. A páravezetékből kilépő lekondenzált folyékony szénhidrogének meggyulladásához a lobbanáspont elérése vagy más gyújtóforrás jelenléte kellett volna. [54] A tűzvizsgálati iratok áttanulmányozását követően Professzor úr véleményével egyetértek, sőt elkészítettem az eset „tűztáblázatát”, amely alátámasztja a fenti tűzkeletkezési okot. (5. számú táblázat) A 2. számú kép a túltöltött T-1110 jelű tartályról készült a tűzeset eloltását követően.

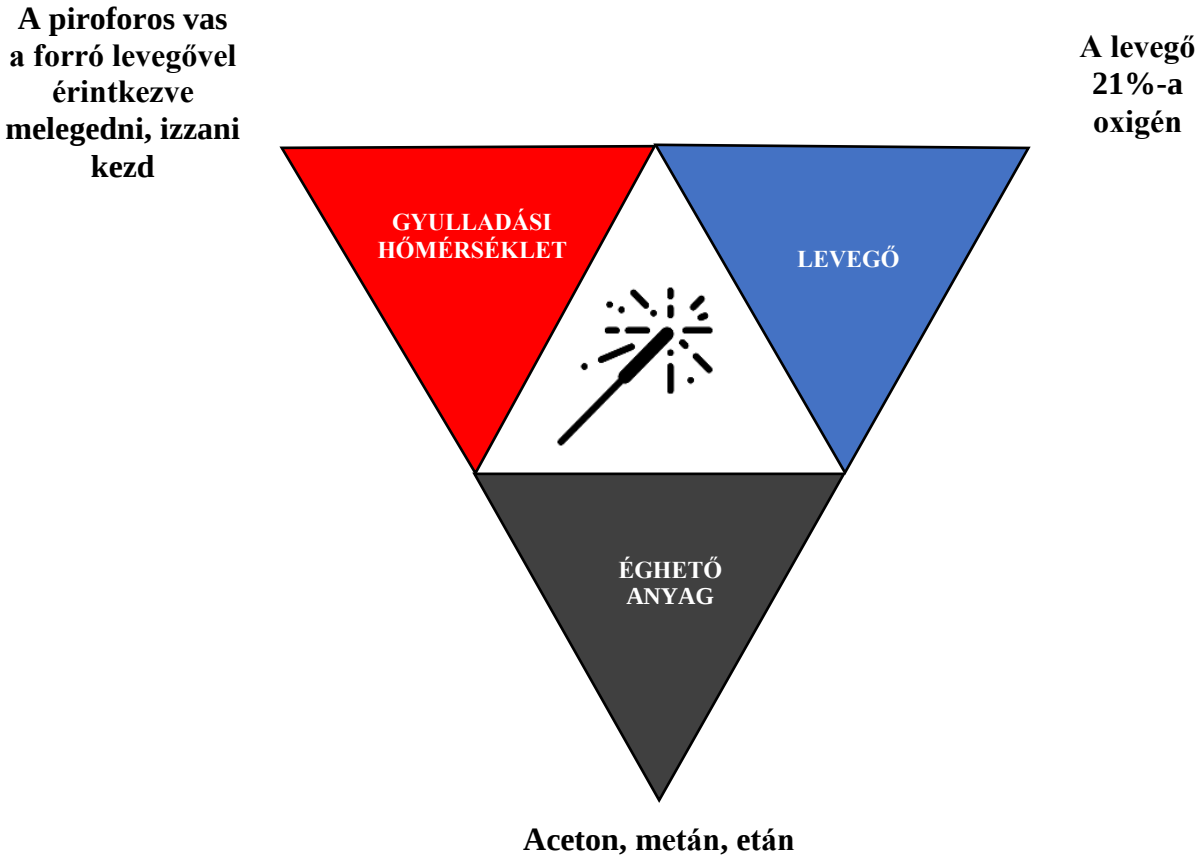
2. számú kép: A T-1110 jelű tartály túltöltése és tüze
Forrás: Zalaegerszegi HTP

[46] A paraffin a szénhidrogének azon mennyisége, amely a bitumen olajos részéből –20 ºC-on, adott körülmények között kifagyasztható és elválasztható.
[47] Volatile Organic Compound – VOC, illékony szerves vegyület.

1.4. A piroforos jelenségek kialakulása és a robbanások kémiája

Az alapvető reakciók vizsgálatát az égéselmélet alapjainál kezdem, amelyet a 3. számú ábrán szemléltetek. Főszabály szerint ahhoz, hogy robbanás keletkezzen egy bitumentartályban, a három klasszikus tényezőnek (tűzháromszög) szükséges egy időben egy helyen lennie:

- éghető anyag (szénhidrogéngáz, aceton, metán, etán),
- levegő (oxigén),
- gyulladási hőmérséklet, gyújtóforrás (piroforos vas).



3. számú ábra: A T-1110 jelű tartály robbanása és tűzesete a tűzháromszöggel illusztrálva
Készítette: a szerző

A szénhidrogénipari tárolótartályok jellemzően szénacélból készülnek, a szerkezetüket és a tárolt anyaggal kapcsolatos ellenálló képességüket a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tárolólétesítményeinek műszaki biztonsági követelményeit, hatósági felügyeletét leíró 1/2016. (I. 5.) nemzetgazdasági miniszter rendelete (a továbbiakban: NGM)

1. melléklete határozza meg: *„Műszaki Biztonsági Szabályzat*

1. Általános előírások […]

1.2.1. A tárolótartály folyadékkal érintkező felületének szerkezeti anyagát úgy kell megválasztani, hogy a tárolni szándékozott anyag okozta károsodás a tartály tervezett élettartama alatt az élettartam számítása során figyelembe vett szintet ne haladja meg. Szakirodalmi adatok hiányában a kiválasztott anyagok megfelelőségét kísérleti úton kell igazolni. […]

4.1. Töltet

4.2.1. A tárolótartály szerkezeti anyaga, ha az éghető töltet maró vagy mérgező is, legyen összeférhető a tárolt anyaggal.”

A tárolótartályokban előforduló piroforos jelenségek kialakulása a vas egyik alaptulajdonságára vezethető vissza, amely szerint minden 3 mm^2/g fajlagos felületnél nagyobb vas piroforos, amely nagyon finom porszemcsékből áll.

A vas-oxidból[48] oxigénmentes környezetben vas-szulfid[49] keletkezik, amennyiben kén-hidrogén-gáz[50] van jelen, továbbá, ha a hidrogén-szulfid-koncentráció magasabb, mint az oxigéné. Bizonyos piroforos vas-szulfid-kristályokra jellemző, hogy rendkívül finom eloszlásúak, ez pedig hatalmas felület-térfogat arányt eredményez. A vas vagy a (szén) acél reakcióba lép a hidrogén-szulfiddal, aminek következtében egy rozsdakéreg jön létre a fém felületén. A rozsdán a hidrogén-szulfid jelenlétében az alábbi módon képződik a piroforos vas-szulfid. $Fe_2O_3 + 3H_2S \rightarrow 2FeS + 3H_2O + S$

Még nagyobb a valószínűsége a reakció létrejöttének, amikor a nyersanyag vagy késztermék kéntartalma magas. A piroforos vas-szulfid lerakódik a szénhidrogénipari berendezésben. A berendezés leállítását és felnyitását követően a piroforos vas-szulfid levegővel érintkezik, a szulfidok, oxidok jelenlétében elindul egy gyors oxidációs exoterm folyamat. Az oxidációs szulfid anionja az oxidációs folyamat során hatalmas mennyiségű hőt szabadít fel.

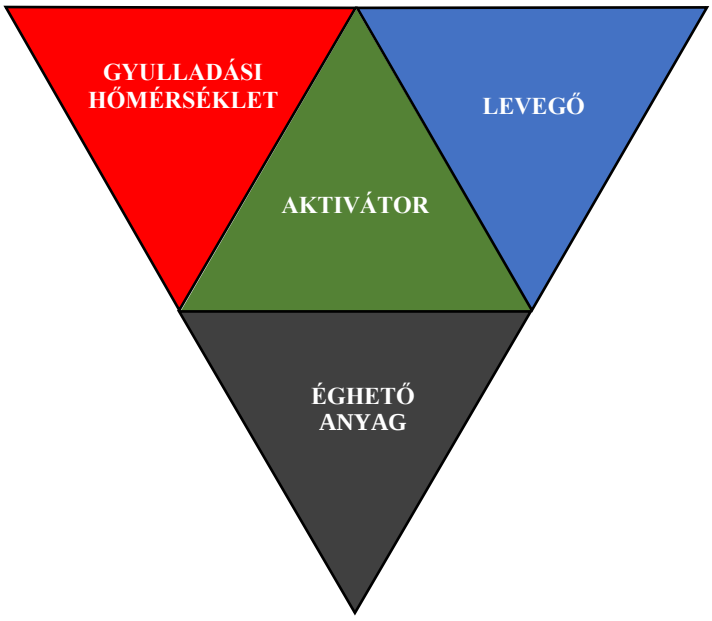
$4FeS + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4S$ + hő

$4FeS + 7O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4SO_2$ + hő

[48] A vas oxidációjával létrejövő rozsda.
[49] A vas kénnel alkotott vegyülete.
[50] A hidrogén-szulfid záptojás szagú, színtelen, nagyon mérgező gáz.

Az így felszabaduló hőmennyiség elegendő a vasra lerakódott rozsda felizzításához. A keletkezett hő gyorsan elvész további égést tápláló anyag jelenléte nélkül. A piroforos égés során keletkező fehér füst nem más, mint SO_2-gáz,[51] amelyet többször a technológia során alkalmazott gőzzel tévesztenek össze. [55, p. 1] A piroforos anyag önmagában nem éghető, nem okoz tüzet, robbanást, de amennyiben éghető anyag van jelen (olajmaradék, szénhidrogéngázok), a keletkezett hő megfelelő az éghető anyag begyújtásához.

Megállapítom, hogy a piroforos égés kémiai reakciókkal történő levezetése rávilágít arra, hogy az éghető anyag a generálódott hő hatására egyesül a levegő oxigénjével, vagyis egy öngerjesztő kémiai folyamat alakul ki. Ebben az esetben a korábban felvázolt tűzháromszöget egy új dimenzióval, a kémiai átalakulást biztosító aktivátor jelenlétével szükséges kiegészíteni, amit a 4. számú ábrán mutatok be.



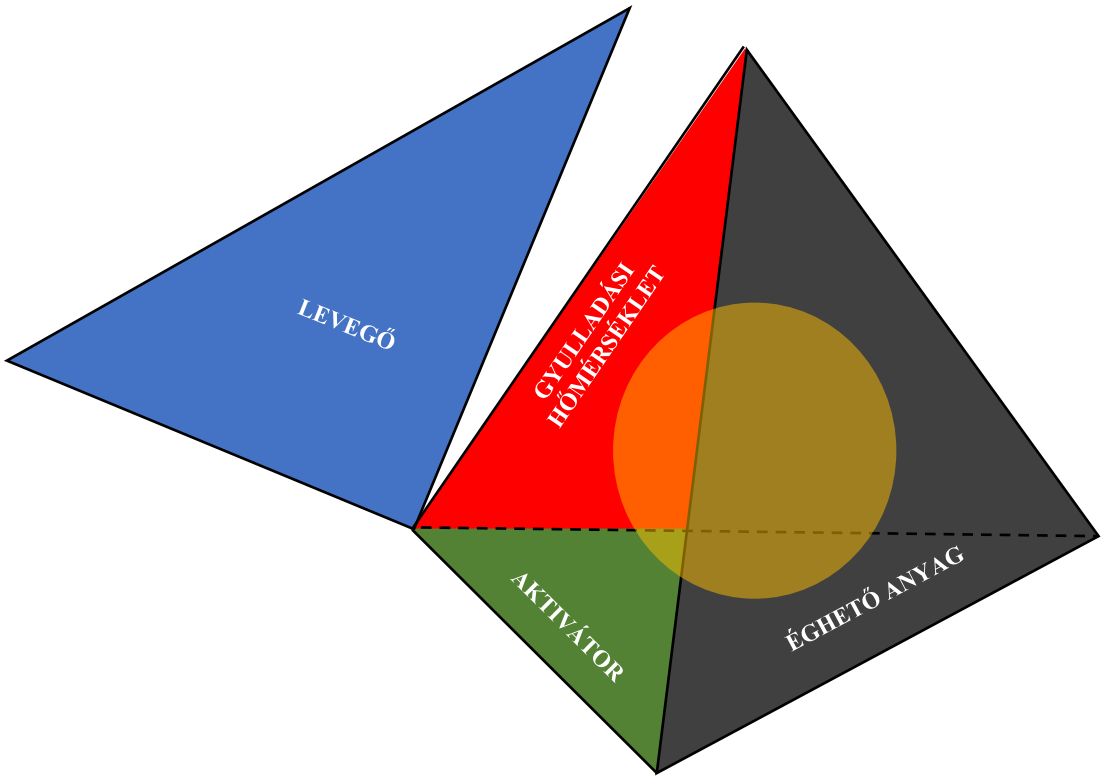
4. számú ábra: A tűzháromszög negyedik eleme az átalakulást biztosító aktivátor
Készítette a szerző, forrás: [56]

A háromszög az új dimenzió hozzáadásával egy térbeli testté, egy háromdimenziós tetraéderré alakul. A tetraéder négy, jelen esetben egyenlő szárú háromszögből álló poliéder.

A tetraéder egy szabályos háromszög alapú gúla, 4 lappal és csúccsal, valamint 6 éllel rendelkezik. Minden csúcsa minden csúccsal össze van kötve, teljes térbeli gráfot alkot. Valamennyi éle, lapja, szöge, lapszöge és térszöge egyenlő, vagyis szabályos tetraéder.

[51] Kén-dioxid.

Itt már a háromszög lapjai szimbolizálják az égés 4 feltételét, amelyet az 5. számú ábrán szerkesztettem meg. [57, p. 1]



5. számú ábra: A tűz-tetraéder az égés fúziós gömbjével
Készítette a szerző, forrás: [58], [59]

A szabályos tetraéder magasságának az oldalhoz legközelebbi negyedelőpontja egyenlő távolságra van a négy csúcstól, ez a berajzolt szabályos gömb középpontja, sugara pedig a magasság negyedrésze.[52] A tetraéder négy oldala által körbezárt területen alakul ki az egyesülés, amely a fúziós gömb formájában teljesedik ki. A tűz-tetraéder bármelyik oldalának, elemének elvétele az egyesülés, vagyis égés megszűnését eredményezi.

A szénhidrogén-feldolgozás különféle területein a piroforos veszélyek a gondolatmenet alapján megelőzhetők és megszüntethetők. A finomítói műveletek és a földgáztermelés, valamint a vegyipar területén előforduló gyártási műveleteknél a piroforos vas ártalmatlanítására az FQE Chemicals [60] kifejlesztett egy vízbázisú kémiai terméket annak érdekében, hogy biztonságos és hatékony módszert biztosítson a veszélyes vas-szulfidok semlegesítésére a szénhidrogén-feldolgozó berendezéseken a tűzveszély megakadályozása érdekében. A termék neve FQE Piroforic. Az eljárás lényege, hogy a piroforos vas magas hőmérsékleten oxidálódik.

[52] Püthagorasz tételének háromdimenziós változata.

Legtöbbször a karbantartás során eltávolítják a vas-szulfidot a berendezésből, pedig a vas-szulfid valójában egy védőréteget alkot, amely gátolja, megvédi a fémet a további korróziótól. A kifejlesztett anyag a környezetre nem veszélyes, semleges tulajdonságú, biztonságosan és hatékonyan lehet vele a piroforos vaslerakódásokat kezelni és eltávolítani. A módszer magában foglalja a cég saját fejlesztésű, megelőzésre szolgáló kémiai oxidációs folyamatát, amely gátolja a szulfid kialakulását. A termék szinte azonnal reagál a piroforos vas-szulfidokkal. Az FQE Piroforic termék semlegesen viselkedik a többi vegyipari termékkel, nem lép reakcióba velük.

Egy másik megelőzésre szolgáló módszer a vegyszerek (a szulfid-oxid) vegyi átalakítása oxidációval. A kálium-permanganát ($KMnO_4$) egy jó alternatíva az oxidálószerek[53] közül, mivel képes oxidálni a piroforos szulfidot, használata mégis biztonságos, könnyen alkalmazható. 1–4%-os koncentrációban ártalmatlan, az emberi bőrfelületet sem károsítja. Az egyesülés végén, a piroforos vas-szulfid megsemmisülése során mangán keletkezik. [61, p. 1] Inertizált, nitrogéngázos környezetben, amely 2–4 térfogatszázalék oxigént tartalmaz, mackinawittel,[54] pirittel,[55] greigittel,[56] hatástalanítani lehet a szulfidokat. A mackinawit lassú oxidációja során goethit[57] keletkezik, amely kisebb mértékben reakcióképes. A pirit és a greigit ásvány a piroforos szulfidos keveréket véglegesen szétválasztja, nem „szikrázik” már a levegővel érintkezve. A hatástalanítás során az ásványok nem oxidálódnak, „málna alakúvá”[58] változnak, kisebb lesz az érintkezési felületük, ezért kevésbé reakcióképessé válnak. [62, p. 1]

Kémiai semlegesítés üres tartály esetén:

1. A leghatékonyabb módszer a berendezés kinyitását megelőző, kálium-permanganát oldattal való kémiai semlegesítés (1%-os oldat keringetése, a színváltozás ellenőrzése).
2. Az üledék és a berendezés belsejének nedvesen tartása addig, amíg a piroforos anyagot eltávolítják egy olyan helyre, ahol meg tud száradni.
3. Állandó szellőzés fenntartása több oxigén biztosítása céljából, amely nélkülözhetetlen a reakció befejezéséhez, és megelőzi a piroforos anyag kialakulását.

[53] Oxidálóanyag, oxidálószer: olyan kémiai anyag, amely oxigénnel történő egyesülést (égést) hoz létre.
[54] Vas-nikkel-szulfid ásvány $(Fe,Ni)_{1+x}S$.
[55] Magas kéntartalmú vas-szulfid ásvány FeS_2.
[56] Vas-szulfid ásvány Fe 2+ $Fe^{3+}2_{S4.}$
[57] Bársonyvasérc vagy tűzvasérc, vashidroxid ásvány FeO(OH).
[58] A francia „la framboise”, azaz „málna” szóból származik, amely a szerkezet nagyító alatti megjelenését, málnára hasonlító alakját tükrözi.

A belső piroforos jelenségek elkerülése:

1. a kénvegyületeket tartalmazó alkatrészek cseréjével,
2. nitrogén vagy más inertgáz használata az oxigén „távoltartásához”,
3. a potenciálisan könnyen lángra kapó anyagok eltávolításával és a gyulladásveszély kialakulásának megelőzésével, ellenőrzésével.

A fémek megmunkálásának négyezer éves múltja van, a rozsdamentes acél gyártása a 20. század eleje óta létezik. A fémek megjelenése óta folyik a harc a korrózióval. Henry Le Chatelier az acélok korrózióállóságának növelésére már a 19. században is tett kísérletet, azonban az akkori módszerekkel a végtermékek nagyon törékenyek voltak. A gyártástechnológiai áttörést Hans Goldschmidt érte el, aki a 20. század elején már ipari használatra alkalmas alapanyagot tudott előállítani. Az MSZ EN 10020:2001 számú szabvány [63, p. 6.] szerint a rozsdamentes acélnak legalább 10,5% krómot és kevesebb mint 1,2% szenet kell tartalmaznia. A krómon kívül ötvözeti elemek a nikkel, a molibdén, a réz, a titán, a nióbium és a nitrogén. Nikkellel azért ötvözik, hogy javítsák a rozsdamentes acél alakíthatóságát és nyújthatóságát. A fenti elemekkel ötvözéskor új kristályszerkezetek jönnek létre, ezáltal megmunkálható, formázható, hegeszthető az ötvözet. Többféle rozsdamentes acélt fejlesztettek ki annak érdekében, hogy ellenálljanak a különféle rozsdásodást okozó környezeteknek, biztonságossá téve a veszélyes üzemeket és a szénhidrogénipar és -feldolgozást. A króm ellenálló képessége abból ered, hogy a króm-oxid passzív réteget képez az anyag felületén, ami megelőzi a felület további rozsdásodását, megakadályozza az acél belső rétegébe hatolást. A króm és a króm-oxid közel egyforma nagyságú ionjai a réteget szorosan összefogják. A króm csak akkor passziválódik, ha a krómtartalomhoz megfelelő arányú oxigén van jelen. A piroforos jelenségek létrejöttének vizsgálata és a kémiai reakciók és egyenletek tanulmányozása, valamint a semlegesítés módozatainak és különféle eljárásainak áttekintését követően megállapítom, hogy a piroforos jelenségek elkerülhetők, amennyiben a tartályok, technológiai vezetékek nem szénacél, hanem krómacél elemekből épülnek fel.

1.5. A tartályrobbanások iparbiztonsági vizsgálata és egységesítésének lehetősége

A veszélyes ipari üzemek iparbiztonsági ellenőrzését a BM OKF Főigazgatójának 51/2011. számú intézkedése a veszélyes ipari üzemek hatósági engedélyezési, felügyeleti és ellenőrzési rendszerének működésére vonatkozó eljárás rendjéről írja elő. A szabályozó 9-es pontja alapján a hatósági ellenőrzési tevékenységrész, a súlyos ipari balesetek, rendkívüli események és a nem jelentésköteles események, üzemzavarok kivizsgálása helyszíni szemle keretében történik.

A súlyos balesetek, rendkívüli események kivizsgálása esetén a bekövetkezett rendkívüli eseményekkel és súlyos balesetekkel kapcsolatosan az üzemeltetőt többszintű jelentési kötelezettség terheli. A bekövetkezett rendkívüli eseményekről és súlyos ipari balesetekről az üzemeltető köteles haladéktalanul a Kat. 43. §-ban rögzítettek szerint tájékoztatni a hatóságot annak körülményeiről, az abban szereplő veszélyes anyagokról, a lakosságra, az anyagi javakra és a környezetre gyakorolt hatások értékeléséhez szükséges adatokról és a megtett intézkedésekről. A súlyos ipari baleset vagy rendkívüli esemény bekövetkezésétől számított 8 napon belül előzetes jelentést kell küldeni az üzemeltetőnek a hatóság részére a Kat. Vhr. 26. §-ban meghatározott adattartalommal, ha a Kat. Vhr. 9. mellékletében szereplő feltételek közül legalább egy fennáll. Az üzemeltetőnek a súlyos balesetről készített jelentést, illetve a rendkívüli eseményről szóló tájékoztatást a kivizsgálást követő 15 napon belül kell megküldeni, új körülmény vagy tény tudomására jutása esetén pedig kiegészítő jelentést kell benyújtania a hatóság részére.

A hatóság kötelezettségei súlyos baleset, rendkívüli esemény bekövetkezése esetén az alábbiak: a hatóság a Kat. Vhr. 26. § alapján a kézhezvételtől számított 8 napon belül a veszélyes ipari üzemben bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetről, illetve rendkívüli eseményről az üzemeltetőtől kapott jelentés, illetőleg tájékoztatás egy-egy másolati példányának megküldésével a szakhatóságot és a veszélyeztetett település polgármesterét értesíti. A Kat. Vhr. 27. § (2) alapján a hatóság az előzetes baleseti jelentésben kapott információkról haladéktalanul tájékoztatja az EU illetékes szervét. Amennyiben a tájékoztatás tartalmát érintően hatósági eljárás folyik, a tájékoztatást az eljárás jogerős befejezését követően kell megküldeni. Az esemény kivizsgálásában (ellenőrzésben) részt vevő 2-3 fő (az esemény jellegétől és bonyolultságától függően) közül egy felelős vezetőt kell kijelölni a hatósági feladatok végrehajtásának irányítására. Az ellenőrzésbe lehetőség szerint be kell vonni az eseménnyel érintett veszélyes ipari üzem ellenőrzéséért felelős iparbiztonsági felügyelőt is.

A veszélyes ipari üzemben bekövetkezett esemény minősítésére és kivizsgálására vonatkozó eljárási rendet a 4. sz. melléklet határozza meg. A hatóságnak ún. eseti ellenőrzéseket (balesetek, rendkívüli események és lakossági bejelentések kivizsgálása) kell végrehajtania súlyos ipari balesetet és rendkívüli eseményeket, nem jelentésköteles eseményeket (tűzeseteket), lakossági bejelentéseket követően. A vizsgálatokat helyszíni szemle keretében a jelen intézkedés 11. pontjában és 4. sz. mellékletében meghatározott rendben kell elvégezni. A hatóság számára követelményként jelentkezik a balesetről történő adatgyűjtés, illetve információbiztosítás, ismeretátadás.

A súlyos ipari balesetet és rendkívüli eseményt követően jelentést kell készíteni és megküldeni az EU Súlyos Baleseti Veszélyek Iroda (Major Accident Prevention Bureau, Ispra, Olaszország) részére az erre a célra létrehozott EU jelentési rendszeren (Major Accident Reporting System) keresztül. Az ellenőrzés hatékonysága érdekében a végrehajtásért egyszemélyi felelőst (felügyelő) kell kiválasztani és megnevezni. A kijelölt személy felel valamennyi intézkedés megfelelő időben történő kezdeményezéséért, illetőleg az ellenőrzés jogszabályok szerinti végrehajtásáért. Az irányelv előírja, hogy a szemle és az egyéb ellenőrzési intézkedések nem függhetnek a biztonsági jelentés és az egyéb benyújtott jelentések kézhezvételétől. Ugyanakkor teljes mértékben fel kell használni az ilyen jelentésekben leírt információkat. E követelmény teljesítése érdekében célszerű a hatósági ellenőrzésnek az üzembiztonsági elemzést, illetőleg a biztonsági jelentést elbíráló személy (felügyelő) által történő irányítása. Ettől a követelménytől csak a felügyelő akadályoztatása (tartós betegsége) esetében lehet eltekinteni. Az ellenőrzést segíti továbbá az ún. közreműködő felügyelő, akinek személyét szintén az éves ellenőrzési terv tartalmazza.

Az Eljárási rend I. fejezete szerint a Finomítóban bekövetkezett esemény minősítéséhez és kivizsgálásához, az 1–7 pont figyelembevételével a tevékenységi rend alapján a veszélyes ipari üzemben bekövetkezett minősített esemény kivizsgálásáról helyszíni szemle jegyzőkönyv készült: A robbanást megelőzően a tartálykeverő meghibásodott, ezért a T-1006 jelű 1000 m^3-es merevtetős hőszigetelt állóhengeres tartályban tárolt 95/35-ös minősítésű építőipari bitument a tartályalaptól mért kb. 20 centiméteres szintig leürítették. A keverő a tartály oldalán az aljától 70 cm magasságban helyezkedik el. A keverő, 3 db 35 cm átmérőjű lapátja egy hajócsavarra hasonlít, amely 890 milliméter mélységben nyúlik be a tartály belsejébe. A keverő mozgása biztosítja a tartályban lévő anyag homogenitását. A keverő cseréjét követően kezdték meg a bitumen tartályba engedését a fúvató 1. és 2. sorából a bitumen útjának a tartály felé váltásával, ezzel egy időben nitrogént engedtek a tartályba. Az üzem bitumentartályainak üres tereit egy 15 m^3-es cseppfolyósnitrogén-tartályból csővezetékrendszeren keresztül töltötték fel. A tartályok a vezetékrendszer segítségével állandó nyomáson összeköttetésben állnak. A bitumengőzzel keveredett nitrogéngáz túlnyomását egy vezetékrendszeren elvezetve az égetőn keresztül csökkentik. A rendszer a gázinga[59] elvén működik. A bitumenes tartályok rendelkeznek továbbá folyadékzár működtetésű biztonsági szeleppel is.

[59] Gázingaeljárás: az a folyamat, amikor a töltés vagy a lefejtés során a tárolótartály, járműves szállítótartály gáztereit csővezetékkel kötik össze, és így a töltött tartály légteréből a folyadék által kiszorított gőz-levegő elegy a lefejtett tartály légterébe áramlik át, kitöltve a lefejtett folyadék helyét.

A bitumen előmelegítésére a tartályban elhelyezett csőkígyót alkalmazzák, amely megközelítőleg 220 °C-on biztosítja az anyag 200 °C körüli hőmérsékletét. A csőkígyó fűtését 2012. május 17. napján a délutáni órákban kezdték meg. A fúvató rendben termelt május 18. 03:15 óráig, amikor rendellenesség jelentkezett. Az esemény időpontjában megközelítőleg 100 m^3 bitumen volt a tartályban nagyjából 1 méter magasságban. A rendelkezésre álló nyomásmérési adatok alapján a tartályfelhasadást megelőző időszakban nyomáscsökkenést tapasztaltak, 03:23 órakor a tartály hanghatás kíséretében felhasadt. Megállapítom, hogy jól működött a nyomásnövekedés levezetésére szolgáló végső megoldás, vagyis a tartály gyengített része, a palást és a tető találkozásánál a varrat felszakadása. A legnagyobb elváltozás a tartály keleti oldalán volt látható. A tartályban lévő bitumen gőze a levegővel érintkezve begyulladt. Az üzem dolgozói a nyomásnövekedés észlelésével egy időben a bitumen tartályba töltését félbeszakították.

„A tűzkeletkezést követően a zárószerelvény elzárásával megszüntették a nitrogén csővezetékrendszerrel való összeköttetést. A tartály gőzalapú tűzoltó-berendezését működtetni kezdték. A tartályba beépített új keverőmotor nem üzemelt az esemény előtt és alatt, mivel 2 méteres töltöttségi szint felett kell működtetni. A Zalaegerszegi HTP-re a jelzés 03:27 órakor érkezett, az első beavatkozók 03:35 órakor érkeztek az üzem területére. A tűzoltó erők kiérkezéséig a dolgozók a létesítményi tűzoltóság közreműködésével a tüzet eloltották. Az eseményt követően a T-1006 tartálytól keleti irányban elhelyezkedő T-1007, valamint a nyugati irányban lévő T-1005 számú tartályok hűtésére nem volt szükség.

A sérült tartályból a beavatkozó egységek távozását követően 10:00 órakor megkezdték a bitumen átfejtését a T-528-as számú tartályba. Az eseményt feltételezhetően előidéző okokat, befolyásoló tényezőket jelen szakaszban vélelmezni sem lehet. 2007-ben hasonló kimenetelű hasadás következett be a T-312 tartály esetén. Az akkori részletes vizsgálat sem állapított meg tényleges ok-okozati összefüggést, iratanyagok nem állnak rendelkezésre.

Jelen esetben rendőrhatóság (TEK[60]) az idegenkezűséget vizsgálta egy korábbi robbanás/robbantás kapcsán.[61] Az esemény részletes kivizsgálását az üzemeltető megkezdte. Következmények:

- *személyi sérülés és környezeti kár nem történt,*
- *csupán a termék értékéből adódó, ill. a tartály károsodásának anyagi kára keletkezett,*
- *egyéb technológiát a baleset nem érintett.*

[60] Terrorelhárítási Központ.
[61] A korábbi Street diszkót ért támadás célt tévesztett RPG rakétája csapódott be 1997 novemberében.

Karbantartás: A T-1006 technológiai jelű tartály keverőjének nagyjavítását 2012. április 3. napján végezték el (elektromotor és kúpfogaskerék csapágyainak cseréje, elektromotor hüvelyreteszek, tömítő zsinór cseréje). A tartálykeverő motor villamos szabványossági felülvizsgálatát 2012. április 4. napján hajtották végre. A 2012. május 15. – 2012. május 17. közötti időszakban kicserélt keverőről, annak vizsgálatáról felülvizsgálati jegyzőkönyvet mutattak be, amelyről a főfelügyelő hatósági tapasztalatait felhasználva megállapította, hogy a tartalmi és formai elemeit tekintve nem felel meg a vonatkozó jogszabályi előírásoknak. Az üzemeltető a jogszabályoknak megfelelően jelentette az esetet a hatóság részére. A károsodott tartályon kívül üzemi berendezés, a környezetben élő lakosság és a környezet nem került veszélybe."

Megállapítom, hogy az elkészített jegyzőkönyv az Eljárásrend I. fejezete szerint a veszélyes ipari üzemben bekövetkezett minősített eseményt követően, a kötelező formai és tartalmi elemeket, a tevékenységi rendet betartva, helyszíni szemle keretében a kivizsgálásához előírt 1–7. pont figyelembevételével készült. A kivizsgálás az akkor hatályos 2004. évi CXL. törvény a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól[62] előírása és az iratmintában lefektetett jegyzőkönyv alapján készült. Összegzésül kijelentem, hogy az Eljárásrend II. fejezete értelmében a szemle során az 1) a)– j) és a 3) pontoban meghatározott feladatokat a Zala Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság (a továbbiakban: Zala MKI) iparbiztonsági főfelügyelője maradéktanul végrehajtotta. A tűzvizsgálati helyszíni szemlével párhuzamosan megtartotta az iparbiztonsági helyszíni szemlét, iratokat kért be, megállapításait a helyszíni szemle jegyzőkönyvben mindenre kiterjedően, pontosan, szabatosan rögzítette.

A következő, 2018-as esemény iparbiztonsági káreseti helyszíni szemle jegyzőkönyve a hatályos főigazgatói intézkedés alapján készült[63] az alábbi tények rögzítésével: *„A Finomító telephelyének területén működő vállalkozás 4 db bitumen tárolására szolgáló tartályt működtet. Az 50 m^3-es tartályba maximum 35 m^3 bitument, a két 100 m^3-es tartályba legfeljebb 80–80 m^3, a 200 m^3-es tartályba 150 m^3-nél nem több bitument töltenek. A tartályok egy 1,1 méter magas betonfalú felfogótérben helyezkednek el. A káreset napján a T-1110 számú 100 m^3-es tartály palástja kigyulladt, amelyet a Zalaegerszegi http beavatkozó egységei eloltottak. A további izzás, illetve újbóli lánggal égés megakadályozása érdekében a tartály szigetelése megbontásra került. A délelőttös és délutános műszak vezetője és a gépkezelő nevét, elérhetőségét rögzítették.*

[62] A hatályon kívül helyezett 2004. évi CXL. törvény a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól – Ket.

[63] A Veszélyes üzemekkel kapcsolatos hatósági eljárások rendje 4/A. melléklet a 9/2018. számú BM OKF főigazgatói intézkedéshez.

A B-200 bitumen jegyzőkönyvhöz mellékelt biztonságtechnikai adatlap 2. pontja alapján veszélyesség szerint nem besorolt, címkézést nem igényel. A bitument a tartályokban 180-190 °C-on tárolják. A jegyzőkönyv felvételének idején a felfogótéren kívül is található bitumen. Az esemény leírása szerint reggel 09:00 óra körül a T-1110 számú tartályt hibás tartályváltás, választás miatt túltöltötték. Jelezték a Finomító részére, hogy a bitumen csővezetéken történő szállítását állítsa le. Megközelítőleg 5-6 m^3 B-200-as típusú építőipari bitumen folyt ki a tartályból. Ellensúlyozó intézkedésként nap közben ebből a tartályból használták a bitument, kb. 11 m^3-t, valamint folyamatosan figyelemmel kísérték a kifolyt bitumen állapotát. 20:25 körül erős füstölést, majd égést tapasztaltak, értesítették a tűzoltóságot. Megkísérelték 2 db tűzoltó készülék használatával a tüzet eloltani, sikertelenül. A tűzeset kapcsán személyi sérülés nem történt. Az ellenőrzésbe bevont, megtekintett okmányok: Építőipari bitumenek biztonsági adatlapjai. (másolat: 13 oldal /13 lap) A szemle során a megtekintett iratokról másolat készült."

Egyetértek a jegyzőkönyvben leírtakkal, mivel szintén a hatályos 51/2011. számú Főigazgatói Intézkedés 9-es pontja alapján készült a veszélyes ipari üzem területén működő vállalkozás területén bekövetkezett minősített eseményt követően. A kötelező formai és tartalmi elemek, és a tevékenységi rend betartásával, helyszíni szemle keretében a kivizsgálásához előírt 1–7 pont figyelembevételével írták meg. A vizsgálat a hatályos 2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról[64] (a továbbiakban: Ákr.) előírása és az iratmintában lefektetett jegyzőkönyv alapján készült. Végkövetkeztetésként megállapítom, hogy az Eljárásrend II. fejezete értelmében a szemle során az 1) a)–j) és a 3) pontokban meghatározott feladatokat a Zala MKI iparbiztonsági főfelügyelője végrehajtotta. A tűzvizsgálati helyszíni szemlével párhuzamosan megtartotta az iparbiztonsági helyszíni szemlét, iratokat kért be, megállapításait a helyszíni szemle jegyzőkönyvben gondosan, egyértelműen leírta. A tűzvizsgálat és iparbiztonsági vizsgálat alapjai megegyeznek, térben és időben egy helyen, a veszélyes ipari üzem káresettel, robbanással, tűzesettel érintett területén hajtják végre őket. A tűzvizsgálat és iparbiztonsági vizsgálat egységesítésével kapcsolatos elképzelésem bizonyítása érdekében a két szemle részleges összevonásának lehetőségét vizsgálom, céljaik összevetésével. A tűzvizsgálati eljárás a tűz keletkezési idejének, helyének és okának felderítése, célja olyan tűzmegelőzési, tűzoltási beavatkozási készségek megszerzése, következtetések levonása, amelyek alkalmasak a tűzmegelőzési ismeretek bővítésére és a mentési beavatkozási feltételek javítására. A tűzvizsgálat hivatalból induló hatósági eljárás.

[64] 2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról – Ákr.

Az iparbiztonsági káreseti helyszíni szemlék lefolytatásának célja a veszélyes anyagokkal kapcsolatos események, a biztonságos üzemeltetés feltételeinek ellenőrzése, az üzemeltető által az üzemzavar következményeinek elhárítására tett lépések vizsgálata, a károsító hatások csökkentése módozatainak elemzése. Összefoglalva, a helyszíni szemle célja a tények megállapítása, a nyomok rögzítése és a veszélyes üzem további biztonságos üzemeltetési feltételeinek elemzése, ellenőrzése.

Megállapítom, hogy a tűzvizsgálati és iparbiztonsági szemlék célja hasonló, mindkettő a helyszíni szemlén tapasztaltak rögzítését követően, abból kiindulva, további vizsgálatnak veti alá a káreset és annak keletkezése körülményeit. Ismerve és közreműködve mindkét szakterület helyszíni szemle jegyzőkönyvénél kijelentem, hogy a vizsgálat kezdeti szakaszában a tűzvizsgálók és a felügyelők négytagú bizottságot alkotva még hatékonyabban tudják végrehajtani a közös szemlét. Vizsgálatuk eredménye és a levonható következtetések már különböznek, eltérnek, a tűzvizsgálati eljárás a tűzmegelőzési ismeretek bővítésére és a mentési beavatkozási feltételek javítására használja fel az összefoglaló jelentésben leírtakat, míg az iparbiztonsági vizsgálat hivatott a veszélyes ipari üzem további biztonságos üzemeltetési feltételeinek elemzését, ellenőrzését követően az engedély megadására vagy felfüggesztésére.

Az iparbiztonsági jogszabályok, szabályzók és utasítások áttanulmányozását követően kijelentem, hogy a tűzvizsgálatok végrehajtásához hasonlóan az iparbiztonsági vizsgálatok végrehajtására nincs kidolgozva a káreseti helyszíni szemlék jegyzőkönyve. Javaslom a BM OKF Főigazgatójának a veszélyes ipari üzemek hatósági engedélyezési, felügyeleti és ellenőrzési rendszerének működésére vonatkozó eljárási rendről szóló 51/2011. számú intézkedésének kibővítését a súlyos balesetek, rendkívüli események kivizsgálásához használható jegyzőkönyvvel.

A súlyos ipari balesetet és rendkívüli eseményt követően jelentést kell készíteni és megküldeni az EU Súlyos Baleseti Veszélyek Iroda (Major Accident Prevention Bureau, Ispra, Olaszország) részére az erre a célra létrehozott EU jelentési rendszeren (Major Accident Reporting System) keresztül. Az ellenőrzés hatékonysága érdekében a végrehajtásért egyszemélyi felelőst kell megnevezni. A kijelölt személy felel valamennyi intézkedés megfelelő időben történő kezdeményezéséért, illetőleg az ellenőrzés jogszabályok szerinti végrehajtásáért. Az irányelv előírja, hogy a szemle és az egyéb ellenőrzési intézkedések nem függhetnek a biztonsági jelentés és az egyéb benyújtott jelentések kézhezvételétől. Ugyanakkor teljes mértékben fel kell használni az ilyen jelentésekben leírt információkat. E követelmény teljesítése érdekében célszerű, a hatósági ellenőrzésnek az üzembiztonsági elemzést, illetőleg a biztonsági jelentést elbíráló személy (felügyelő) által történő irányítása.

Az ellenőrzést segíti továbbá az úgynevezett közreműködő felügyelő, akinek személyét szintén az éves ellenőrzési terv tartalmazza.

Az iparbiztonsági káreseti szemle jegyzőkönyv kidolgozását és elkészítését, valamint az e-szemle alkalmazásba integrálását az alábbi formai és tartalmi elemekkel javaslom:

- Rögzíteni kell az üzemeltetőnek és az esemény által érintett vagy veszélyeztetett létesítmény vezetőjének nyilatkozatát az
    - esemény bekövetkezésének okairól,
    - körülményeiről.
- Ismertetni kell a balesetben érintett létesítmény üzemi technológiájának vagy berendezésének
    - kialakítását,
    - működését,
    - technológiai paramétereit (hőmérséklet, nyomás),
    - karbantartottságát.
- Be kell mutatni az esemény feltételezett kiindulási helyzetét
    - az esemény kialakulásának folyamatát,
    - az esemény kezelése során tett üzemeltetői intézkedéseket,
    - az eseményt feltételezhetően előidéző okokat.
- Fel kell tárni az esemény kialakulását befolyásoló tényezőket.
- Szemléltetni kell az eseményben érintett veszélyes anyagok
    - fizikai,
    - kémiai jellemzőit.
- Meg kell világítani az esemény következményeinek és hatásainak részletes leírását
    - személyi sérülés/halál,
    - anyagi kár,
    - környezetszennyezés,
    - belső dominóhatás.[65]
- Demonstrálni kell a normál üzemtől való eltérés, illetve esetlegesen az arra való visszaállás tényét, befolyásoló körülményeit.

[65] A veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményben bekövetkező olyan baleset, amely a közelben lévő más, veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemre átterjedve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek valószínűségét és lehetőségét megnöveli, vagy a bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következményeit súlyosbítja.

- Leírni a beavatkozó állomány/létesítményi tűzoltóság káresemény elhárításával kapcsolatosan végzett tevékenységét és annak tapasztalatait.
- Összevetni az üzem belső védelmi tervében leírtakat az esemény kezelésével kapcsolatosan végrehajtott védekezési tevékenységekkel:
    - erők, eszközök rendelkezésre állása,
    - az érintett személyek és a beavatkozó állomány felkészültsége,
    - az egyes védekezési mozzanatok időszükségletei,
    - az érintett település külső védelmi és veszélyelhárítási tervével való kapcsolat,
    - a belső védelmi terv felülvizsgálata/módosításának kényszere.
- Bemutatni az esemény üzemeltetői kivizsgálásának tervezett/becsült befejezését/lezárását.
- Megállapítani a biztonsági jelentés vagy elemzés esetleges üzemeltetői felülvizsgálatának szükségességét.
- Vizsgálni üzemeltető további intézkedéseinek leírását az érintett berendezés(ek), létesítmény(ek) vonatkozásában.
- Feltárni az érintett veszélyes anyag(ok) kezelésével kapcsolatosan, amelyre a részletes kivizsgálás eredménye befolyással bír.

A tűzeset helyszínét, a baleseti hatásokkal érintett hatásterületét a tűzvizsgálókkal közösen minden esetben meg kell tekinteni, a baleset körülményeinek felderítésében segítséget nyújtó fényképeket kell készíteni az e-szemle alkalmazással. Célszerű meghallgatni és a baleset okaival és következményeivel kapcsolatban felmerült tisztázandó kérdésekben nyilatkoztatni a káresemény során a helyszínen tartózkodó személyeket.

1.6. A külföldi káresetek vizsgálata, nemzetközi kitekintés

A külföldi szénhidrogénipar és -feldolgozás az országok és a kitermelhető szénhidrogénmezők nagysága miatt többszöröse hazánkénak. Ennek köszönhetően csak 2020–2021-et alapul véve több nagyobb szénhidrogénipari létesítményt, finomítót ért káreset.

Az első 2020. február 26. 10:50-kor történt, és hatalmas tüzet okozott a kaliforniai finomító robbanása, ideiglenesen lezárták a 405-ös autópályát Los Angeles közelében. Legalább két robbanás rázta meg a kaliforniai olajfinomítót, a hatalmas lángokat több mérföldről lehetett látni. A carsoni Marathon Finomító mintegy 30 km-re délre helyezkedik el Los Angelestől, Long Beach közelében. A tűzoltók szerint az első robbanás a tűz kitörése előtt, a finomító hűtőtornyában következett be. [64]

2020. július 2-án robbanás történt az Astron Energy dél-afrikai finomítójában Fokvárosban, legalább két ember meghalt, hét ember kisebb sérüléseket szenvedett, és kórházba került. A milnertoni üzemet, amely hosszabb karbantartás után újraindult, a tűz után ismét leállították. A finomító nagyon alacsony kéntartalmú üzemanyagot termel a fokvárosi kikötőben kikötő hajók számára. A leállás kritikus időszakban következik be Dél-Afrika számára, mivel a koronavírus-járvány miatti lezárás után újra megnyitja kapuit, és már korábban is gázolajhiány alakult ki az előző hullám utáni újranyitást követően. [65]

2020. december 4-én 07:10-kor robbanás rázta meg Dél-Afrika második legnagyobb nyersolaj finomítóját Durbanben. A tűzben 7 ember megsérült. Afrika legiparosodottabb gazdaságának hat finomítója van, amelyek közül négy nyersolajat és kettő szintetikus üzemanyagot használ alapanyagként. [66]

Az értekezésem zárásakor, 2021. március 29-én egy óriási robbanást követően hatalmas tűz ütött ki Indonézia egyik legnagyobb olajfinomítójában. A baleset vasárnap 17:45-kor történt a Pertamina Állami Olajvállalat által üzemeltetett balongani finomítóban Jáva szigetén. A balesetben legalább húszan megsebesültek, a környékről 950 embert kitelepítettek. A regionális katasztrófavédelmi hivatal 5 súlyos égési sérültet kórházba szállított, 15-en könnyebb égési sérüléseket szenvedtek. A szemtanúk erős benzinszagot és villámlásokat észleltek, de a robbanás hivatalos oka még nem ismert. [67]

Megállapítom, hogy a négy feltárt külföldi esetben közös, hogy városokban vagy azok közvetlen környezetében helyezkednek el a szénhidrogénipari üzemek, így a káresetek egy része a lakosságot is érinti, elzárkózásra, kitelepítésekre van szükség. A robbanások és tűzesetek vizsgálata többségüknél még folyamatban van, hónapokig, évekig elhúzódhat.

A kutatásom során összegyűjtött tűzesetekre a magyarázatot keresve bemutatom két amerikai szerző, Trumbore és Wilkinson gondolatait, akik bitumentartályok robbanásveszélyének csökkentését, a kialakulásukhoz vezető folyamatok jobb megértését tűzték ki célul. [26, p. 2] Harmadik szerzőtársukkal, Wolfersbergerrel később azt modellezték, hogyan lehet egyszerű módszerekkel előre jelezni a robbanásveszélyt a bitumentartályokban. [68, p. 234]

Az elmúlt évtizedek nemzetközi eseményeit vizsgálva számos látványos következményekkel végződő atmoszférikus tartályrobbanás történt, amelyek tipikusan magukban foglalták a különböző bitumentermékekre, benzinekre, gázolajokra jellemző jegyeket. [69, p. 390] A tartályrobbanások megállapított okai:

- villámcsapás,
- munkavégzés forró eszközzel,
- hegesztés,
- szikra,
- kémiai reakció,
- gyulladás,
- túl nagy aláfűtés,
- hevítés.

A felsoroltak közül a leggyakoribb előidéző ok a villámcsapás és az ember által okozott hibák, amelyek több, mint 60%-át teszik ki az összes tényezőnek. A robbanások jelentős károkat eredményeztek a környező létesítményekben és lakóépületekben, a keletkező túlnyomás vagy a túlnyomás hatása, mint a törött ablakok vagy a merevtetős tartály – könnyített varrata miatt – kiszakadt darabja, elrepült teteje. Az átvizsgált adatokból leszögezhetjük, hogy a közvetlen villámcsapás okozta a legpusztítóbb baleseteket. 80 villámcsapás indukálta eseményt rögzítettek, ami egy tucat tartályt érintett közvetlenül. 72 esetben emberi hiba, többek között a nem megfelelő üzemeltetés és karbantartás okozta a robbanásokat. [70, p. 54]

Számos tűzeset és tartályrobbanás kivizsgálását követően Dimpfl az Egyesült Államokban az alábbi következtetésre jutott:

a) Piroforos égés fordulhat elő a tartálytető lerakódásaiban, amelyek fekete cseppkövekre hasonlítanak a tető alsó részén.
b) A „cseppkövek” szivacsokhoz hasonlóan összegyűjthetik a könnyű szénhidrogéneket, amelyek a felhevült bitumen felszínén alakultak ki.
c) A tartályok gőzterében gyúlékony gázok lehetnek jelen a meglévő tárolási hőmérsékleten. [71, p. 5]

A nemzetközi szakirodalmat tovább elemezve az Egyesült Királyságban többféle okra vezetik vissza a tartályrobbanások kialakulását, de ezek nem támasztották alá a Dimpfl által leírtakat. Swindells, Nolan és Pratt angol szerzők a Dimpfl által citált vizsgálati eredményeket hasonlítják össze. [25, p. 93] Több olyan esetet vizsgáltak, ahol a tűznek vagy robbanásnak nem találták a nyilvánvaló okát, a gyújtóforrást. Semmilyen jelentős bizonyítékot nem találtak arra, hogy a *„kokszszerű üledékek parázslanak”*, vagyis az adott tárolási hőmérsékleten a piroforos jelenségek létrejöttére a tartályokban. A bitumennel kapcsolatos néhány elemzés alapján a gyulladás okát nem a piroforos jelenségben jelölték meg.

Megállapították, hogy a *„kokszszerű lerakódások”* úgy bomlottak el, mint a bitumen, nem produkáltak jelentősebb mennyiségű könnyű szénhidrogéngőzöket.

A brit tartályrobbanások megelőzésében szerepet játszó jó gyakorlat a bitumentartályokból a folyamatos karbantartással, helyes munkamódszerekkel a „tűzháromszög” harmadik elemének, a gyulladási hőmérséklet jelenlétének kizárásából áll. Véleményük szerint a tartályokban előfordulhatnak gyúlékony gőzterek magas hőmérsékletű viszkózus állapotú bitumen esetében. A bitumen oxidált rétegei különösen nagy alsó robbanási határértékkel rendelkeznek magas hőmérsékleten. A bitumenkezelési hőmérséklet csökkenését ajánlják, ha ez nem változtatja meg jelentősen a bitumenek viszkozitását, és a végfelhasználói alkalmazások ezt megengedik. A bitumentartály gőzterének inertizálását nitrogénnel vagy alacsony nyomású gőzzel javasolják, ezt a módszert alkalmazzák a magyar technológiában is, amelyet teljesen biztonságosnak tartok. A bitumentároló tartályok jellemző tűzeseteit a rész-egész viszonyának, hierarchiájának bemutatására alkalmas 1. számú fatérképdiagramon jelenítem meg, amely a négyzetek arányával és a színek eltérésével szemléltet.

1. számú diagram: A bitumentároló tartályok jellemző tűzesetei
Fordította és szerkesztette a szerző, forrás: [25, p. 93]

A Shell bitumen kézikönyv a piroforos égésről a következőket írja: A bitumen elégetéséhez nagyon magas hőmérsékletre van szükség. Bizonyos matériák, ha forróvá válnak, levegő hatására meggyulladnak, ezért piroforosnak nevezik őket.

A bitumenek közelében ez az öngyulladási hőmérséklet 400 °C körüli. Annak ellenére, hogy a tárolása és a felhasználása ennél jóval alacsonyabb hőmérsékleten történik, mégis gyakran fordulnak elő tűzesetek. Alacsony oxigéntartalmú körülmények között a bitumenből származó hidrogén-szulfid reakcióba lépve a tárolótartályok tetején és falain lévő rozsdával (vas-oxiddal), piroforos vas-oxid képződik. Ez az anyag könnyen reagál az oxigénnel és öngyulladás jöhet létre, amennyiben a tartály oxigéntartalma hirtelen megnő, ami viszont meggyújthatja a kokszlerakódásokat a tartály tetején és falain.

A kokszlerakódások a tartály tetején és falain lerakódott bitumen kondenzátumának eredményeként egy idő múlva lebomlanak, széntartalmú anyagot képezve. Magas hőmérsékleti körülmények között, oxigén jelenlétében vagy a rendelkezésre álló oxigénmennyiség hirtelen megnövekedésével exoterm reakció léphet fel, ami tűz vagy robbanás kockázatához vezethet, ennek megfelelően a bitumentartályokban lévő búvónyílásokat zárva kell tartani, és korlátozni kell a tartálytetőkhöz való hozzáférést. [72, p. 38] A technológiai folyamatokat azért alkották, hogy a szénhidrogénipari és -feldolgozás tevékenység során a baleseteket elhárítsák. A legnagyobb kockázatot mégis az emberi tényező jelenti, amit a nemzetközi kutatások, valamint Kátai-Urbán Irina és társa megállapítottak [73, p. 14], továbbá az egyetemünk kutatói, Bognár Balázs és szerzőtársai által írt *Iparbiztonságtan I.* című kézikönyv szintén megerősít [24, p. 46], és a kutatásaim részletezett káresetei is alátámasztanak. [74, p. 3], [75, p. 12], [15, pp. 2, 10], [76, p. 9], [8, p. 8]

Az *Iparbiztonságtan I.*-et az első hazai iparbiztonsággal kapcsolatos alapműként tartom számon, mivel a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek üzemeltetői és hatósági feladatainak végrehajtásához ad eljárási és módszertani útmutatót. [24, pp. 1-564] A 2015-ben Kátai-Urbán Lajos által szerkesztett *Veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági jog-, intézmény és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon* című kézikönyvében [77, p. 29] az emberi mulasztással okozott természeti károkra is felhívja a figyelmet.

Kutatásaim alapján a szénhidrogénipar és -feldolgozás területén a felkészülés néha kevésnek bizonyul, az előre nem látható HILP-események a leggondosabb előkészítés ellenére is előfordulhatnak. Úgy ítélem meg, hogy a szénhidrogénipar területén nem célszerű kockáztatni, és mindenképpen indokolt a veszélyt kiváltó hatások további vizsgálata, valamint a megelőző intézkedések biztosítása. A HILP-eseményekkel foglalkozó szerzők különféle tudományterületeket képviselő írásainak alaplistáját Dr. Hábermayer Tamás készítette el [78, p. 54]

A továbbiakban mint a szénhidrogén-feldolgozás egy biztonságosabb alternatíváját megvizsgáltam a szénhidrogének termikus krakkolását,[66] pirolízisét,[67] amely a petrolkémiai technológiák egyik alapfolyamatának számít, és a műanyaggyártás alapanyagának, a monomereknek nagy részét állítják vele elő. A világ több száz létesítményének etiléntermelő kapacitása meghaladja az évi 25 millió tonnát. Az EU közel 60 gyárából kettő Magyarországon, Tiszaújvárosban, a Vegyi Kombinát területén található, amely a Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan Működő Részvénytársaság (a továbbiakban: MOL Nyrt.) tulajdonban található. A kőolaj desztillációja több mint 250 éves múlttal rendelkezik, a szénhidrogének hőbontásával csaknem 80 éve foglalkoznak. A pirolízis folyamatát nagy részletességgel ismerik a kutatók, de ez a folyamat a kémia és a matematika nyelvén[68] a legbonyolultabb ismert kinetikai-matematikai[69] rendszerek egyike.

A pirolizáló reaktorban és kemencében 50–3000 reakció játszódik le egymás után és/vagy párhuzamosan, a felhasznált alapanyag típusától függően. A felhasznált alapanyagok skálája széles, az etántól a gázolajig terjed, de földgáz (metán) és nehéz frakciók is feldolgozhatók. Az alapanyagokhoz hasonlóan a termikus krakkolás során a két fő termék, az etilén és propilén mellett a hidrogéntől a nehéz kátrányokig többfajta termék keletkezik. A zéró maradék elve alapján szinte minden terméket hasznosítanak. A kivétel ez alól a reaktor csöveinek falára rakódott koksz, amelyet kizárólag leégetéssel tudnak eltávolítani, az égés során füstgáz keletkezik. Az alkalmazott ipari technológia elmélete, mint maga a pirolízis folyamat, nagyon bonyolult és összetett. Az olefingyártó létesítmény több száz gépből és berendezésből, több ezer km csővezetékből áll, a hőmérséklet tartományok a –150°C-tól a +1200 °C-ig terjednek. A gyárak a legszigorúbb biztonsági és környezetvédelmi előírások betartása mellett üzemeltethetők a felhasznált tűz- és robbanásveszélyes szénhidrogének miatt. Fontos a dolgozók, valamint a környéken élők biztonságának, egészségének megóvása, az üzemeltetési és biztonsági előírások betartása. [79, p. 22]

Véleményem szerint a petrolkémiai eljárások pirolízistechnológiája biztonságosabb alternatívát jelenthet a szénhidrogénipar számára. A műszaki technikai, biztonsági irányítási és vezetési intézkedések egységes rendszerbe foglalásával a korábbi műveleteknél biztonságosabb folyamatokat eredményeznek, a balesetek, piroforos jelenségek megelőzhetők.

---

[66] A termikus krakkolás szénhidrogén-molekulák magas hőmérsékleten bekövetkező olyan reakciói, amelyeknek hatására szén-szén kötés vagy szén-hidrogén kötés felszakadása következik be.
[67] A termikus hőbontás technológiája.
[68] A reakciókinetika a fizikai kémiának az az ága, amely a kémiai folyamatok időbeli lefolyásával foglalkozik.
[69] Kinetika – a testek mozgását a rájuk ható erőkkel együtt vizsgáló tudományág. A kinematika a mozgás matematikai leírása, az ok feltárása nélkül.

1.7. Az első fejezet részkövetkeztetései

1. A közelmúlt szénhidrogén-feldolgozáshoz kapcsolódó tartályrobbanás eseményei rávilágítottak a megelőzés fontosságára és az emberi hibákból eredő technológiai folyamatokban keletkező balesetekre. Megállapítom, hogy iparbiztonsági szempontból a technológiai folyamatok szabályozottsága, valamint a megfelelő munkamódszerek ellenére a HILP-események következtében a nem várt folyamatokból kiinduló káreset előfordulhat. A példákban a katasztrófavédelem szakterületei a vizsgálatokat közösen lefolytatták, és az együtt kialakított állásponttal feltárták a káresetek lehetséges okait.
2. A tartályrobbanások tűzvizsgálatánál a szakértők véleményét egybevetve a tartályok légterének maradék oxigéntartalmát illetően megállapítható, hogy nem szükséges 3 térfogatszázalék alá csökkenteni az oxigénkoncentrációt a berendezések, tartályok zárt tereiben, mivel az ismételten kedvez a piroforos vas-szulfid képződésének, amely így újabb veszélyforrásnak minősül. A fentiekből következik, hogy a tartályok belső falán jókora felületű rozsda keletkezik a bitumenből kipárolgó gáz/gőz formájú hidrogén-szulfid miatt. A vas reagál a hidrogén-szulfiddal, és a reakció következtében egy rozsdakéreg jön létre a fém felületén. A rozsdán hidrogén-szulfid jelenlétében a piroforos anyag képződése: $Fe_2O_3 + 3H_2S \rightarrow 2FeS + 3H_2O + S$. Magas kéntartalmú bitumen esetén még nagyobb a valószínűsége a reakció létrejöttének. Az oxigénmolekula két szabad gyöke a stabil állapot elérése érdekében kapcsolódni akar. A petrolkémiai eljárások pirolízistechnológiái, műszaki technikai, biztonsági irányítási és vezetési intézkedései biztonságos alternatívát jelenthetnek a problémára.
3. A tűz kémiai lefolyását figyelembe véve elkészítettem a klasszikus tűzháromszög továbbfejlesztett változatát a szénhidrogén-feldolgozás tűzeseteinek bemutatására. A korábban már matematikai modellek segítségével is leírt tűz-tetraédert kiegészítettem a benne lángoló fúziós gömbbel a piroforos jelenségek jobb szemléltetése érdekében.
4. Az Egyesült Királyságban és az Amerikai Egyesült Államokban végzett vizsgálatok a tartályrobbanások okának felderítése során egymásra hatást mutattak. Az angolok az amerikai kutató, Dimpfl piroforos magyarázatát alapul véve vizsgálták a tartályrobbanásokat, de vizsgálatukkal nem tudták alátámasztani a tézist, amely szerint: *„a tartálytetőn keletkező fekete cseppkövek szivacsként összegyűjtötték a szénhidrogéngőzöket”*.
5. Az iparbiztonsági kérdések e-szemle alkalmazásba integrálásával a tűzvizsgálati és iparbiztonsági helyszíni szemlék egységesíthetők, mivel a két szemle térben és időben egy helyen, a veszélyes ipari üzem káresettel érintett területén folyik. A két vizsgálat összevonásával a szemlebizottság által hatékonyabb és jobb vizsgálati eredmények érhetők el.

2. FEJEZET: A SZÉNHIDROGÉNIPARI KÁRESETEK ADATBÁZISA

2.1. A magyarországi szénhidrogénipar kialakulásának kezdete

A szénhidrogénipar és -finomítás műveletek során előforduló események vizsgálata és a katasztrófavédelmi eljárásrend javítását elősegítő tudományos munkám második lépcsője, hogy a feltárt és elemzett, földön, vízen, levegőben előfordult káreseteket a szénhidrogén-bányászattól kezdve rendezzem. A keletkezési okokat tanulmányoztam, és a rendszerezést követően a katasztrófavédelem összetett rendszerében, a szakterületek és a műveletirányítás munkafolyamatainak támogatására a térinformatika segítségével térképen megjelenítem. A katasztrófavédelem térinformatikai rendszerében történt tesztelést követően a magyarországi káresetek adatbázisának felhasználásával egy online internetes verzió elkészítését tűztem ki célul, amely alap lehet a külföldi tudósok további kutatásához. Az országuk összegyűjtött szénhidrogénipari káreseteiből egy nemzetközi térinformatikai adatbázist kívánok létrehozni az Általános Adatvédelmi Szabályozás (a továbbiakban: GDPR) betartásával.[70]

A szénhidrogén-feldolgozás alapja a szénhidrogén-bányászat, amely az egyik legösszetettebb és legveszélyesebb tevékenység. Szorosan összefügg a földtani ismeretekkel, alapjai a fizika, geofizika, kémia, matematika és a biológia. A magyar szénhidrogén-termelés alapját, a bányászat oktatásának kezdetét Faller Gusztáv előadásaitól számíthatjuk az 1850–1860-as évektől. [80, p. 445] 1870–1874 között az első olajkutatások az Ung megyei Luh község melletti lelőhely felfedezésével hoztak csekély eredményt, néhány tíz méter mélységű ásott aknákból 1,2 tonna olajat sikerült kitermelni. Puskás Tivadar mérnök az elsők között talált olajat Zsibó környékén, majd paraffingyártó üzemet létesített. Az olajkutatásban a gépi módszerek alkalmazása csekély mértékű volt, ezért az 1860–1905 között eltelt időszakban mindösszesen 55 ezer tonna ásványolajat termeltek, de ebből is csak 4300 tonna volt valódi kőolaj. A többi 50 700 tonna stájerlaki bitumenes pala és a dernai–tatarosi aszfaltos homok desztillációs terméke volt. A kőolajkutatásban alkalmazott gépi módszerek úttörője Zsigmondy Vilmos bányamérnök volt, aki eredetileg artézi kutak fúrásával foglalkozott. 1893-ban Böckh János vezetésével megkezdődött a szervezett, földtani alapon történő, államilag finanszírozott kutatás, feltérképezés.

[70] General Data Protection Regulation – GDPR, általános Adatvédelmi Szabályozás, az uniós polgárok személyes adatainak védelmét szolgálja. Szabályozza az adatgyűjtés módját, feldolgozását, tárolását, törlését, az adat továbbítását és felhasználását.

1907-ben a Magyar Kincstár Lóczy Lajos irányításával az Erdélyi-medencében megkezdte a kutatást, és 1909-ben a kissármási fúrás során felfedezték Európa akkori legnagyobb földgáz-előfordulását, földgázkútját. Az 1909-ben a „Kissármás 1" elnevezésű fúrólyukból 860 ezer m^3 tiszta metángáz távozott naponta, és a fúrólyukat csak több mint két évvel később, 1911. június 30-án sikerült lezárni. A lezárást követően, 1911 év végén a kút közelében keletkezett 120 m hosszú repedésen át a lefojtott gáz újra kitört, majd belobbant. Katonai segítséggel és többnapi munkával sikerült elfojtani. A kissármási kútból a levegőbe ömlött óriási gázmennyiség arra késztette a magyar kormányt, hogy a földgáz feltárásának és értékesítésének tanulmányozására bizottságot küldjön Amerikába. A szénben szegény Magyarország számára óriási jelentőségű az új tüzelőanyag felfedezése, ezért a kormány valamennyi szénhidrogén föltárását és hasznosítását állami monopóliumnak nyilvánította az aszfalt kivételével (1911. évi VI. tc.). Szakértői bizottság megvizsgálta a felfedezett földgázmezők terjedelmét, azt összesen 516 km^2-re, a gázkészletet 72 milliárd m^3-re becsülte.

Európa az első földgáz-távvezetékét, a Kissármástól Tordára vezető, 52 km-es, 25 cm átmérőjű csövekből épített földgázvezetéket az Erdélyi Földgáz Rt. építette 1913-ban. Később továbbépítették a 24 km-re elhelyezkedő Marosújvárig, de már csak 15 cm átmérőjű csövekből. A vezetéket napi 300 ezer m^3 földgáz továbbítására méretezték 8–12 bar üzemi nyomáson. A gázt a tordai gyárak és a cementgyár hasznosította. Nagysármáson palacktöltő berendezés létesült a vasúti kocsik világítását ellátó gázpalackok töltésére. Kissármáson téglaégetésre és gázmotorok működtetésére használták a gázt. A háború alatt Teleszky János pénzügyminiszter szerződést kötött az erdélyi földgáz további feltárására, és 1906-ban megalapították a Magyar Földgáz Rt.-t. [81]

1910-től a kincstári kutatásokat Böckh János fia, Böckh Hugó vezette, és folytatta kutatócsoportjával az Erdélyi-medence földtani felkutatását és a gázt tartalmazó terület feltárását. 1914-ben feltárták Egbellen az ország első kőolajmezőjét, végül 1918-ban a Horvát-medencében a bujavicai kőolaj- és földgáz-előfordulást. [82, p. 23] A szénhidrogén-bányászat hatékonyságát a kőzetek áteresztőképessége és/vagy a folyadék viszkozitásának hányadosa határozza meg, vagyis a kőzet pórusaiban elhelyezkedő kőolaj és földgáz mozgékonysága. Minél nagyobb a folyadék mozgékonysága, minél nagyobb a kőzet áteresztőképessége és minél kisebb a folyadék viszkozitása, annál könnyebben, gyorsabban és olcsóbban kitermelhető. A kitermelési technológia alapján hagyományos és új szénhidrogén-kinyerési technológiákat különböztetünk meg. [83, p. 1285]

A magyarországi szénhidrogén-bányászat, az olajtermelés kezdete a Zala megyei Bázakerettyéhez közeli Budafapusztához kapcsolódik, és egyben ez a magyar szénhidrogén-termelés születésnapja, a Budafapuszta-1. jelű kút 1937. február 9-én gázt és olajat termel. [84, p. 78.] A Budafa 2-es fúrás 1937. november 21-én állt termelésbe, majd megépült az olaj befogadására az első tankállomás. [85]

A csővezetékes kőolajszállítás Magyarországon az 1930-as évek sikeres ásványolaj-kutatásai, a „dél-zalai olajmezők" feltárása és termelésbe vonása után fejlődött ki. A kőolajszállítás elsőként a Lovászi–Bázakerettye–Csepel vezetéken indult meg 1939-ben, és ebből ágazott ki vezeték a Szőnyi Olajfinomítóba, illetve a Péti Vegyiművekbe. A kőolajvezeték a II. világháborúig mintegy 300 km hosszban épült ki. [86]

A szénhidrogén-bányászat és feldolgozás lassan 140 éves történelmi fejlődése során is megfigyelhető a megelőzés fontos szerepe, valamint a katasztrófák bekövetkezését követő önértékelő magatartás az üzemeltetők és hatóságok részéről. Egy-egy káreset a hatóságok munkájának, ellenőrzési módszertanának kiterjesztését – az események más nézőpontból történő vizsgálatát, vagyis a folyamatos fejlődést –, a megelőzésre történő még erősebb összpontosítást hozta magával. Az elmúlt évek balesetei azt erősítik, hogy lényeges a szénhidrogén-feldolgozás káresetekkel szembeni ellenálló képességének növelése, a káresetek bekövetkezését elkerülő módszerekhez, a károk enyhítéséhez, valamint a technológiai folyamatok biztonságának javításához és a fenntartható fejlődés biztosításához szükséges feltételek megteremtése. A megelőző és a feltáró intézkedések hatékony végrehajtásának, valamint a válságtervezésnek alapvető eleme a szénhidrogén-bányászat, a termelés és feldolgozás sebezhetőségének felmérése, amelyet egyedi és helyi fenyegetések veszélyeztetnek.

2.2. A rendkívüli események kezelése és a balesetek megelőzésének irányelvei

A káresetek megelőzésének fontos részeként a szénhidrogéniparban már 1971-ben felmerült a „dolgozz hibátlanul (DH) munkarendszer" bevezetésének gondolata. Alkalmazásának alapfeltételei a vezetők és beosztottak oktatása, a meglévő hibák és hibaforrások feltárása, a rendszer alkalmazásához szükséges személyek és eszközök, megfelelő ösztönzési rendszer. Az első évben 280 hibajelzés és javaslat érkezett, az ötödik év végére ez a szám 1777-re emelkedett. Az anyag- és energiamegtakarítás jelentős, az ötletgazdáknak magas jutalmat fizettek ki. [84, p. 258]

Mógor Judit már a 2010-es értekezésében rávilágított arra, hogy az aarhusi egyezmény[71] (a továbbiakban: AE) és a 2003/4/EK irányelvhez kapcsolódó 2001. évi LXXXI. törvény végrehajtásának záloga az AE környezeti joghoz kapcsolódó, jogszabályokba történő átültetése, ami elsősorban a különböző környezetvédelmi eljárások normáit, valamint az egyes katasztrófavédelmi engedélyezési szabályok módosítását jelentette.

Úgy gondolta, hogy a súlyos ipari balesetek elleni védekezéshez kapcsolódó eljárásokban is alkalmazni kell az AE előírásait, vagyis a felsorolt tevékenységek engedélyezési eljárása során hozandó döntésekben a „Részes Feleknek" be kell tartaniuk a nyilvánosság részvételére vonatkozó szabályokat. Az AE-tevékenységek listájában ott szerepeltek az ásványolaj- és gázfinomítók, a kereskedelmi célú nyersolaj- és földgázkivétel, az olaj, petrolkémiai vagy vegyi termékek tárolására alkalmas létesítmények. Mógor Judit feltevése később beigazolódott, amely szerint a felsorolt szénhidrogénipari tevékenységek során alkalmazott veszélyes anyagok megalapozták a létesítmények – a korábbi Seveso II. irányelv, valamint az – Ipari Baleseti ENSZ EGB Egyezmény magyarországi végrehajtását biztosító jogszabályok hatálya alá tartozását, vagyis a veszélyes ipari üzemekkel kapcsolatos hatósági eljárásokban a hatóságok érvényesíthették az AE előírásait. [87, p. 45]

A rendkívüli események kezelésének rendjét az innovációért és technológiáért felelős miniszter 39/2019. (X. 31.) utasítása szabályozza, és meghatározza a kormányügyeleti rendszer minisztériumi feladatait. Az utasítás többek között meghatározza a rendkívüli esemény fogalmát az országot és a lakosságot érintően, Alaptörvény 48–53. cikkében foglaltak, valamint a külföldön tartózkodó magyar állampolgárok biztonságát súlyosan veszélyeztető helyzet esetén.

Az ágazatok vonatkozásában kormányzati intézkedést igénylő rendkívüli események jegyzéke alapján a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat jelentési területén jelenteni kell:

- Szénhidrogén-bányászat, -tárolás és -szállítás területén egyidejűleg legalább 4 halálesettel vagy súlyos sérüléssel vagy nagymérvű környezeti károkozással járó kútkitörés (gáz, kőolaj, CO_2), földgáztároló-sérülés, szállítóvezeték-sérülés, -robbanás.
- A gázszolgáltatás területén PB-töltőüzem, elosztó vezeték, illetve gázátadó-gázfogadó állomáson egyidejűleg legalább 4 halálesettel vagy súlyos sérüléssel járó szivárgás vagy robbanás. [88]

[71] A környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférés, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban történő részvétele és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosítását leíró egyezmény.

A korábbi évek elavult szabályozó rendszereinek az EU-normáknak való megfeleltetése az elmúlt évtizedek során Magyarországon is megtörtént. A Seveso I–III. irányelvek alapján a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek szabályozásában meghatározott alapelvek az EU országaiban az ipari és környezeti biztonság egyik alapdokumentumává váltak. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésére, a katasztrófák kezelésére létrehozott intézmények tevékenységét szorosan érintik az OECD idevonatkozó irányelvei.

Az OECD mint kormányközi gazdasági szervezet, munkájában 38 észak- és dél-amerikai, európai, ázsiai, valamint a csendes-óceáni térség iparosodott országának képviselői, továbbá az Európai Bizottság tagjai vesznek részt. Az OECD munkájának nagy részét több mint 200 különleges bizottság és munkacsoport végzi, amelyek a tagországok képviselőiből állnak. A bizottságokat és munkacsoportokat az OECD Franciaországban, Párizsban található titkársága fogja össze, amely igazgatóságokra és osztályokra tagolódik. Magyarország 1996 óta az OECD tagja, és aktívan részt vesz a munkacsoportok tevékenységében.

Lényeges megemlíteni, hogy az OECD 2018. évi Műhelytájékoztató Módszertan kidolgozása a kémiai balesetek sorozat 30. számú kiadványában rögzített, a szénhidrogén-feldolgozás során alkalmazható, a kémiai balesetek megelőzésével kapcsolatos munkacsoportjának fő következtetései a kémiai balesetek megelőzésére, a felkészültségre és a reagálásra vonatkozó rendeletek lehetséges előnyeinek meghatározásáról szólnak. A 8-as pont szerint a vegyi balesetek megelőzésére, az azokra való felkészültségre és reagálásra vonatkozó rendeletek elsődleges célja a balesetek megelőzése és a bekövetkező balesetek hatásainak csökkentése, ami magában foglalja a veszélyeztetett üzemek, valamint a lakosság számára szóló, a veszélyhelyzethez kapcsolódó kockázatkezelési terveket.

Megállapítom, hogy a kockázatkezelési tervek alapján a végre nem hajtott védekezés költségei minden esetben haszonként, nyereségként realizálódnak. Idetartoznak a számszerűsíthető adatok és a minőséget jelző adatok. A munkacsoport szerint a felmerülő költségek, előnyök és a „haszon” leírása és értékelése segít a döntéshozatal szabályozásában és az irányelvek kidolgozásában. A balesetek negatív gazdasági hatását az irányelveken keresztül az országok és az ipari szereplők könnyebben megértik. A felkészültség fogalma olyan intézkedésekre összpontosít, amelyek lehetővé teszik a balesetekkel kapcsolatos megfelelő válaszadást. Példa erre a balesetekre való felkészülési tervek kidolgozása, a korai előrejelző intézkedések, a nyilvános kommunikáció és a vészhelyzeti gyakorlatok. [89, p. 17]

Az OECD Környezetvédelmi Főigazgatóság a 2019-es, vegyi anyagokkal kapcsolatos ülésén a 3. számú cselekvési tervében az ipari szennyezés megelőzése és ellenőrzése hatékonyságmérésének házirendjét vizsgálta a BAT függvényében. Megállapították, hogy az ipari szennyezés megelőzésével és csökkentésével kapcsolatos irányelvek jelentős környezeti, pénzügyi és az emberek számára egészségügyi előnyökkel járhatnak. Bizonyíthatóan egyre több ország használja a rendelkezésre álló BAT-ot az ipari kibocsátási szintek megállapításához, amely több érdekelt fél közötti párbeszéden alapul. A BAT-irányelvek megbízható eszközök a világ legszennyezőbb iparágai kibocsátásának csökkentésére vagy megakadályozására. Ezenkívül eszközként szolgálnak az ipari tevékenységek környezeti hatásainak szélesebb körű kezelésére. Jellemzően az erőforrás-felhasználásnál, hulladékkezelésnél, mérgező anyagok helyettesítésénél és a továbbfejlesztett gyártási folyamatoknál alkalmazzák, miközben minimalizálják azokat a hatásokat, amelyek akadályozhatják a normál működést.

A BAT-alapú irányelvek hatékonyságának értékelése elengedhetetlen a hatások erősítéséhez és a jövőbeni irányelvek kialakításához. Ennek hiányában a kormányok időt és forrásokat pazarolnának a nem hatékony környezetvédelmi irányelvek végrehajtására. A negatív hatások megértését és értékelését követően a kormányok kidolgozhatják saját testre szabott, hatékonyabb kibocsátási határértékkel rendelkező BAT-irányelveiket az ipari létesítményeik engedélyében. Az értékelési gyakorlat megkönnyítheti az érdekelt felekkel és a nyilvánossággal folytatott kommunikációt a BAT-irányelvek célkitűzéséről, működéséről és hatásáról. A BAT-irányelvek értékelése lehetővé teszi a múltbeli intézkedések hatásának mérését, valamint a jövőbeni döntések megerősítését. A BAT-irányelvek kiértékelése a kormányok és a nyilvánosság számára egyaránt előnyös, mivel elősegíti a jobb megoldások kidolgozását, azaz tájékoztatja és megkönnyíti a hatékonyabb, és testre szabottabb BAT és a kibocsátási határértékek kidolgozását az engedélyekben. Hatásvizsgálatokra is szükség van a BAT-irányelvek céljának és hatásának bemutatása és az érdekelt felek, köztük az ipar, a politikai döntéshozók és a nyilvánosság tájékoztatása érdekében. [90, p. 170]

Az Európai Számvevőszék munkatársai 2021-es jelentésükben megállapították, hogy a „szennyező fizet” elv alkalmazása következetlen az Unió környezetvédelmi politikáiban és fellépésében. A külön jelentést készítők szerint az uniós tagországok nem minden esetben érvényesítik a környezetszennyezést okozó felelősségre vonását. A környezetszennyezés jelentős költségeket ró a társadalomra, és az uniós polgárok ezt kiemelten fontos problémának tartják.

A „szennyező fizet” elv alkalmazásával a szennyezőket arra ösztönzik, hogy igyekezzenek elkerülni a környezet károsítását, és amennyiben szennyezést okoznak, felelősségre vonják őket. A jelentést készítők összességében azt tapasztalták, hogy a „szennyező fizet” elvet különböző mértékben építették be és alkalmazták az Unió különböző környezetvédelmi politikáiban, és annak lefedettsége és alkalmazása nem teljes körű. Az uniós költségvetést alkalmanként olyan tisztítási intézkedések finanszírozására használják fel, amelyeket a „szennyező fizet” elv értelmében a szennyezőknek kellett volna fedezniük. Javaslatuk szerint a „szennyező fizet” elvet mélyebben szükséges integrálni a környezetvédelmi jogszabályokba, az uniós szintű környezeti felelősségi rendszer megerősítését, valamint az uniós források jobb védelmét szorgalmazzák, hogy azokat ne lehessen olyan projektek finanszírozására használni, amelyeket a szennyezőnek kellene fedeznie. [91, p. 54]

A korábbi fejezetekben bemutatott szénhidrogénipari és -feldolgozó üzemeket érintő káresemények óriási hatást gyakoroltak környezetükre, gondoljunk a kútkitörések során elsüllyedt kőolajfúró berendezésekre, a kitörések során a környező mezőre, épületekre szóródott olajos földre, a területre kifolyt olajra, a légkörbe szökő gázra, a fekete füsttel égő tartályokra. Példaként megvizsgáltam a Csongrád Megyei Kormányhivatal által a MOL Nyrt. Szanki Földgázüzem-Dúsítónak (a továbbiakban: Dúsító) kiadott egységes környezethasználati engedélyt a földgázkitermelés éves tevékenység folytatásához. A Dúsítóban folyó tevékenység BAT szerinti értékelését a 314/2005 Korm. rendelet értelmében végezte el az engedéllyel rendelkező. Az alkalmazott technológia és a hozzá kapcsolódó tevékenységek BAT szerinti megítélése az Európai Bizottság által kiadott „Referencia dokumentum az elérhető legjobb technikákról – tömörítvény a hazai sajátosságok figyelembevételével” dokumentum kőolaj- és gázfinomítókra vonatkozó megállapításai, a „Referenciadokumentum a tárolásból eredő kibocsátásokhoz kapcsolódóan elérhető legjobb technikákról (STO,[72] 2005. január)” című dokumentum és a hatályos jogszabályok alapján történt. A vertikális elemzés során a szintén a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium által készíttetett „Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához az energiahatékonyság terén (ENE,[73] 2008. július)”, valamint az Európai Bizottság által kiadott Referenciadokumentum a monitoring általános alapelveiről (MON,[74] 2003. július) megállapításait vették figyelembe.

[72] Techniques for Emissions from Storage – STO, a tárolásból eredő kibocsátások technikája.
[73] Best Available Techniques for Energy Efficiency – ENE, az energiahatékonysághoz rendelkezésre álló legjobb technikák.
[74] Reference Document on General Principles of Monitoring – MON, Referenciadokumentum a monitoring általános alapelveiről.

A MOL Nyrt. tevékenységének szabályozására bevezetett, működtetett és folyamatosan fejlesztett szabványos irányítási rendszerek a Minőségirányítási Rendszer (MIR); ISO 9001:2008; Energia Irányítási Rendszer; Munkahelyi Egészségvédelmi és Biztonsági Irányítási Rendszer (MEBIR); OHSAS 18001:2007; és a fentiek szerinti szervezetalapú, folyamatközpontú Integrált Irányítási Rendszer. A BAT-technikák alkalmazásával kapcsolatos előírásokat a Dúsító egységes környezethasználati engedélyének 5 éves felülvizsgálata alapján mutatom be. Az engedéllyel rendelkező üzemnek mint környezethasználónak a környezetszennyezés megelőzése, illetőleg a környezet terhelésének csökkentése érdekében, az elérhető legjobb technika alkalmazásával a tevékenységet úgy kell végeznie, a berendezéseket úgy kell működtetnie, hogy a kibocsátásai megfeleljenek az egységes környezethasználati engedélyben foglaltaknak. Az engedéllyel rendelkezőnek az elérhető legjobb technika alkalmazásával intézkedniük kell:

- a tevékenységhez szükséges anyag és energia hatékony felhasználásáról,
- a kibocsátások megelőzéséről, illetőleg az elérhető legkisebb mértékűre csökkentéséről,
- a hulladékképződés megelőzéséről, illetőleg a keletkezett hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentéséről,
- a környezeti hatással járó balesetek megelőzéséről és ezek bekövetkezése esetén a környezeti következmények csökkentéséről,
- a tevékenység felhagyása esetén a környezetszennyezés, illetve környezetkárosítás megakadályozásáról, valamint az esetlegesen károsodott környezet helyreállításáról,
- valamint arról, hogy a minimumra csökkenjenek a létesítmény működésére visszavezethető zavaró környezeti hatások, illetve a veszélyek fellépésének lehetősége.

Mindezeken felül az engedéllyel rendelkezőnek a technológiai vezetékek és berendezések karbantartását rendszeresen el kell végeznie. A telephelyen folytatott tevékenység során a BAT alkalmazásával meg kell akadályozni, hogy a földtani közeg szennyeződjön. Az engedéllyel rendelkező köteles a létesítményben alkalmazott technológiát a BAT követelményeinek megfelelően üzemeltetni. Az éves környezeti beszámolókat évente március 31-ig kell elkészíteni a hulladékgazdálkodás, a keletkezett hulladékok és a technológiánkénti anyagmérleg, valamint a levegővédelem, elvégzett mérések és azok értékelése tekintetében a BAT-megfelelés vizsgálatához. Eseti beszámolók és a haváriák jelentése haladéktalanul, az energetikai belső auditálás (veszteségfeltáró vizsgálat) 5 évente készül. A felülvizsgálati dokumentáció részeként a BAT-nak való megfelelőség vizsgálata 5 évente esedékes. [92, pp. 45, 62]

A MOL-csoport a szénhidrogénipari tevékenység során elsősorban a gőzkrakkoló kemencék okoznak szennyezőanyag-kibocsátást. A legjelentősebb szennyező anyagok a NOx és az illékony szerves vegyületek. Az alacsony NOx-kibocsátású égők alkalmazásának köszönhetően az elmúlt években csökkent a NOx-kibocsátás, a VOC-kibocsátás csökkentése érdekében az úszótetős tartályokat rögzített tetővel látták el. A petrolkémiai üzletág minden működési folyamata megfelel a BAT követelményeinek. [93]

A szabályozások sorában áttekintettem Vass Gyula és társai a módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához kidolgozott útmutatóban megfogalmazott ajánlásait a Seveso III. irányelv hazai bevezetésével a jogi szabályozásba bekerült új előírások teljesítéséhez. Az OECD-útmutató hét lépésben határozza meg a biztonsági teljesítménymutatók rendszerének kialakítását:

1. a teljesítménymutatók rendszerének kialakításáért felelős csapat létrehozása,
2. kulcsfontosságú kérdések azonosítása,
3. eredményindikátorok és mértékegységük meghatározása,
4. tevékenységindikátorok és mértékegységük meghatározása,
5. adatgyűjtés és jelentés készítése,
6. cselekvés az indikátorok tükrében,
7. értékelés és a teljesítménymutatók finomítása.

Megállapították, hogy a valamennyi ipari szereplő esetében alkalmazható biztonsági teljesítménymutatókat egy útmutatóban nem lehetséges meghatározni. A BIR hatékonyságának eredményes mérése érdekében a tartalmi elemekhez rendelt valamennyi biztonsági célkitűzéshez kapcsolódóan legalább 1-2 indikátor mérése és nyomon követése szükséges. Véleményük szerint a biztonsági teljesítménymutatók értékeléséből származó eredmények, mint a tűréshatárok túllépése, a zavaró tendenciák hosszú ideig történő fennállása és a megbízhatatlan eredmények, utóintézkedéseket igényelnek, máskülönben nincs értelme végrehajtani a tervet. A legfontosabb információkat tartalmazó, előre meghatározott időközönként készített jelentéseket el kell juttatni a felsővezetőkhöz, a biztonsági szervezethez, a mérnökökhöz és az érintett munkavállalókhoz. Ezek az információk a legfontosabbak, a kedvezőtlen eredmények gyors nyomon követése, a biztonsági célkitűzések, eljárások és folyamatok feltárt hiányosságainak azonnali helyreigazítása érdekében. A teljes programot a jelzőkkel és mérőszámokkal tanácsos rendszeres időközönként értékelni és felülvizsgálni. Az áttekintés során az indikátorok meghatározásait pontosítani lehet, új területek is hozzáadhatók a programhoz, és egyes biztonsági kérdésekre is választ lehet adni.

A felülvizsgálat eredményeként egyes különleges indikátorok elhagyhatók, ezáltal a program a legfontosabb biztonsági kérdések vizsgálatára fókuszálhat. [94, p. 20] A fejezetben felsorolt példák alapján megállapítom, hogy a környezetvédelmi előírások a hazai jogszabályokban hatályosultak, érvényesítésük folyamatos, az OECD ipari üzemek biztonságos üzemeltetésére tett erőfeszítéseit eredményesnek minősítem.

2.3. A szénhidrogén-bányászat káresetei, a kútkitörések és elhárításuk

A kutatásaim alapján a legtöbb komoly és hosszan tartó káreset a kőolaj- és földgázkitermeléshez kapcsolódik. A föld mélye a geológusok előkészítő munkája ellenére is rengeteg meglepetést tartogat, súlyos káresemények forrása lehet. Elsősorban a fúrás, a kútkiképzés és a próbaüzem során keletkezhetnek előre nem látható, nehezen elhárítható események. Jelen fejezet az elkészült adatbázis alapján mutatja be a szénhidrogén-bányászat legnagyobb kareseteit. Az adatbázis esemény sorában többfajta cselekmény megnevezése található, de keletkezési fő ok szerint kőolaj-, földgáz-, melegvíz- és gőzkitöréseket különböztetünk meg. A gázkitörések rendszerint kőolajat, melegvizet, gőzt szállítanak magukkal, mind a négy anyagfajta esetében igaz, hogy a másik három elemet is tartalmazhatja. Ritka a kizárólag olaj-, gáz-, melegvíz-kitörés, a legkisebb mértékben a szénhidrogéngáz és a vízgőz mindig jelen van. Az első és legfontosabb, hogy a kitörések keletkezésének alapjaival, főbb típusaival megismerkedve, a védekezés fogásait ellesve, megtanulva, az olajipari szakemberek a kitörésekre utaló helyzeteket és állapotokat időben fel tudják ismerni, és a kútkitörést meg tudják előzni, akadályozni.

A kitörések vizsgálatára önként adódó módszer Simon Norbert szerint, ha a kitörést előidéző okokat típusonként részletesen elemezzük, és e köré csoportosítjuk a bekövetkezett kitöréseket. Az egyes csoportokba sorolt gázkitörések keletkezésének megismerése után azok elkerülésének érdekében következtetéseket vonhatunk le. Ilyen következtetés lehet többek közt a biztonsági előírások revíziója. [95, p. 59]

„A gázkitörések megállapított általános okai:

1. *A fúrási folyadékok vagy rétegfolyadékok ellenőrizetlen áramlása miatt következett be.*
2. *A harántolt*[75] *rétegekből a rétegtartalom a lyukba belépve azonos térfogatú öblítőiszapot szorít ki.*

[75] Átfúrt réteg.

3. *A fúrólyukba történő rétegtartalom-beáramlás, illetve lökés okozta nyomáshullám akkor válik kitöréssé, ha az alábbiakban felsorolt négy fő ok közül egy vagy több fennáll:*
    a) nem észlelik idejében,
    b) elmulasztják a kezdeti intézkedéseket,
    c) hiányoznak az ellenőrző műszerek,
    d) az ellenőrző műszerek nem működnek tökéletesen.

A kitöréseket megelőző, úgynevezett lökések előidézésének jellemző oka a fúrólyuk egyensúlyi helyzetének megbomlása, illetve a rétegtartalom belépésének lehetősége. A jelenség akkor következik be, ha:

1. *gázátfejtődés*[76] *következtében nem hidrosztatikus nyomású réteget harántolnak át,*
2. *a lyuktöltést elmulasztják,*
3. *a lyuktalpra ható hidrosztatikus nyomás a gyors kiépítés következtében csökken,*
4. *a hidrosztatikus nyomás iszapveszteség miatt csökken (részleges vagy teljes iszapveszteség),*
5. *túlnyomásos, jó áteresztőképességű rétegeket harántolnak."*

A kútkitörések megelőzése érdekében az alábbi intézkedések történtek:

- A vadkitörések[77] elkerülése érdekében felülvizsgálták az alföldi kutatási területeken a talaj laza szerkezetű felső szintjeit rétegrepesztési szempontból, és a biztonsági csőrakatokat[78] olyan saruállással[79] helyezték el, ahonnan már a rétegek felrepesztésének és ezzel együtt a kráterképződésnek a veszélye nem állt fenn.
- A túlnyomásos rétegek[80] megfúrásához a kutakat úgy képezték ki, hogy az iszapveszteségre hajlamos rétegeket további béléscsövek[81] mögé tették, és ezzel megteremtették a túlnyomásos rétegek hidrosztatikus ellennyomását.
- Szolgálati utasításokat készítettek a kútkitörések megelőzésére, a ki- és beépítések okozta nyomáshullámok elkerülésére.

---

[76] A béléscsövön, a béléscső mögötti tartományban a cementezésben kialakult csatornákon vagy repedéseken, valamint a termelőcsövön bekövetkező sérüléseken gázszivárgás lép fel.
[77] A fúrólyukban a fúrófej nagy nyomású folyadékkal vagy gázzal telített réteget érint, és nem kívánt betörés (kick) történik a fúrólyukba. A feltörő kúttartalom, tűzveszélyes vagy mérgező közeg ellenőrzés nélküli feláramlása.
[78] A biztonsági béléscsőrakatot a középmélységekben elhelyezkedő rétegek kizárására alkalmazták.
[79] A biztonsági béléscsőrakat saruját közvetlenül a gázréteg fölé építik be.
[80] A túlnyomásos szerkezetek 1800 m-nél mélyebben helyezkednek el. A fiatalabb (alsó pliocén korú) tárolók túlnyomása is jelentős, azonban az a mélységgel arányosan növekedve alakul ki, így könnyen belesimul a szabályos viselkedésű anyagok irányvonalába. A miocén vagy az annál idősebb tárolóknál hirtelen jelentkezik a túlnyomás, viszont ezen összletek (üledékes rétegsor) fedőjében nagyon gyakori az agyagok karbonátosodása.
[81] A fúrás segítségével a használt és cementezéssel rögzített béléscsövek mérete egyre szűkül (a lyuk egy fejre állított távcsőre emlékeztet). A lecsövezett lyukakban a béléscsöveken belülre beépítik a – sokkal kisebb átmérőjű – termelőcsöveket, melyek feladata a szénhidrogének felszínre hozatala.

- A kútfej[82] szerkezetét módosították, mindenütt megszüntették a kifolyóra szerelt kitörésgátlót, amely csak bonyolultabb zárási lehetőséget és felesleges hibaforrást jelentett. A berendezéseket mindenütt korszerű, távműködtetésű kitörésgátlókkal[83] szerelték fel, 2500 méterig 2 db, ennél mélyebb fúrásoknál pedig 3 db kitörésgátlót alkalmaztak.

Nagy mélységű és túlnyomásos fúrásaiknál harmadik kitörésgátlóként mindenütt hydril[84] rendszerű kitörésgátlót szereltek fel.

- Az alföldi és dunántúli kőolajfúrási üzemeknél kitörésvédelmi brigádokat hoztak létre, akik rendszeres elméleti és gyakorlati oktatásban részesültek, és korszerű mentőfelszereléssel látták el őket. A kitörések elfojtásához szükséges anyagok tárolására külön raktárak létesültek.
- Elindult a fúrási tevékenység műszerezettségének fejlesztése. A rétegfluidumnak[85] a kútba lépését, vagy az öblítőiszapnak a rétegbe való elvesztését jelző vagy mutató műszerekkel.

Simon Norbert szerint a rövid vagy sérült biztonsági béléscsőrakat, a hiányzó cementpalást, a tömítetlenség és az üzemképtelen kitörésgátló idézte elő a kútkitöréseket. Nem tapasztalta hiányosságként a biztonsági csőrakat vagy lyukfejszerelvény[86] felrepedését a kitörést követően. Megállapította, hogy sok esetben a pontos és szakszerű emberi tevékenység hiánya vezetett a kútkitörésekhez, mivel későn észlelték a rétegtartalom kútba történő belépését, és nem tudták megakadályozni a kitörés kifejlődését. Simon a fúrási tevékenység műszerezettségének további fejlesztését sürgette, amellyel a kitörések időben észlelhetők. Azt vallotta, hogy a technológiai fegyelem további szilárdításával, valamint az utasítások maradéktalan betartásával, betartatásával elkerülhetők a kitörések, és a fejlődő kutatási tevékenység negatív jelenségei megszüntethetők. [96, p. 50]

Néhány nagy jelentőségű fúrási feladatot ellátó berendezés már abban az időben is rendelkezett elektromos vagy pneumatikus[87] közvetítéssel, mutatós vagy digitális kijelző műszerrendszerrel, amely mutatta az öblítőrendszerben keletkezett iszapszaporulatot vagy

---

[82] A kiképzett és termelésre alkalmassá tett kútra felszerelt elzáró szerelvények együttese.
[83] A kútfejszerelvényhez vagy a karácsonyfához csatlakozó szerkezet, amely lehetővé teszi a kút lezárását abban az esetben is, ha a kútban fúró-, termelő-, béléscső, kábel vagy dróthuzal van.
[84] Hidraulikus működtetésű kitörésgátló, a működtetéséhez nyitási és zárási nyomás szükséges. Lezáráskor a zárókamrára kifejtett hidraulikus nyomás megemeli a dugattyút és a záróegységet majd a tömítésbe kényszeríti.
[85] A rétegekben lévő folyadék.
[86] A fúrólyukat a biztonsági béléscsőoszlop és minden további béléscsőoszlop elhelyezése után lyukfejszerelvénnyel kell biztosítani. A lyukfejszerelvényt úgy kell kiképezni, hogy alkalmas legyen a fúrólyuk elzárására, lefúvatására, feltöltésére, valamint a csőközben fellépő nyomások mérésére és szabályozására.
[87] Sűrített levegővel működő.

iszapfogyást. A legveszélyesebb fúrásoknál ezt az adatot is jelezte és regisztrálta a fúróberendezés mellé telepített műszerkabin (Data Unit, Geo-Service, MIKI). A fúró-, lyukbefejező és kútjavító berendezések zöme az 1960-as években azonban még nem volt ellátva iszapmennyiség-összegző műszerrendszerrel, megoldásként elektromos dudát működtető maximum-minimum kapcsolókkal rendelkező úszók adtak tájékoztatást a már veszélyesnek minősíthető öblítőiszapmennyiség-változásról.[88] Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt kitöréselhárítási mentőszervezete a hazai gáz- és olajkútkitörések és a KGST[89] Kitörés-elhárítási Koordinációs Centrum segítségével az akkori kitörés-elhárítási egyezmény tagországaiban (Bulgária, Csehszlovákia, Német Demokratikus Köztársaság, Lengyelország) bekövetkezett kútkitörések eseményeiből gyűjtött össze tapasztalatokat. Egyrészt a nyugati országok és a fejlődő államok olajiparában bekövetkezett kútkitörések tapasztalatainak közleményeiből, másrészt a Szovjetunióban és Romániában bekövetkezett kitörések ismertté vált adataiból gyűjtöttek még össze ismereteket, jó gondolatokat, amelyeket a műszaki fejlesztésben fel tudtak használni. [97, p. 90]

A kútkitörések elhárításának sorát az Algyő–168 kút olaj- és gázkitörése nyitja 1968-ban. A volt Szovjetunióból a grozniji kőolaj bányászati kitöréselhárítási mentő és a moszkvai olajkúttűzoltási szakemberek vettek részt a hazai eszközökkel megoldhatatlannak látszó algyői olajtűz oltásában és kitöréselhárításában. A kutat végül a Szovjetunióból szállított ZIL-157[90] alvázra épített MiG–15-ös[91] repülőgéphajtóművel oltották el. A volt szovjet fúrási trösztöknél és geológiai kutatóvállalatoknál a trösztök dolgozóival közösen, területenként megszervezett, nagy tapasztalattal és gyakorlattal rendelkező félkatonai kitöréselhárítási és kúttűzoltási alakulatok végezték a kitörések és kúttüzek felszámolását.

Az óceánon túli híres kitöréselhárítási és olajkúttűzoltási vállalkozók közül az amerikai, a fél lábát kitöréselhárítás közben elvesztő Myron Macy Kinley nevét említem meg. A legismertebb és legbonyolultabb feladatokat hajtotta végre a Red Adair Company és az ebből a vállalkozásból kivált mentési szakemberek által létrehozott Roots & Boots International Well Control Inc. A fentiekben megnevezett vállalatok, cégek mentőcsoportjainak tagjai rendkívüli műszaki háttérrel rendelkező kúttűzoltási és kitörésmegfékezési szakemberek voltak. Munkájukat a világ számos nagy fúrási és kutatási vállalata vette igénybe. [98, p. 56]

---

[88] Gázbelépés esetén az iszaptartályszint hirtelen megemelkedése után a kiáramló öblítőfolyadék mennyiségének növekedése, valamint az iszaptartályszint további folyamatos növekedése késik, mivel a vízszintes szakaszban a gáz terjeszkedése nem jön létre, ami erősen megnehezíti a rétegtartalom beáramlásának felismerését.
[89] Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa.
[90] Lihacsov Autógyár – Zavod Imenyi Lihacsova, rövidítve ZIL, oroszországi járműgyártó vállalat.
[91] Szuperszonikus sugárhajtású vadászgép és elfogó repülőgép, különféle verzióit a Mikojan–Gurjevics Tervezői iroda vetette papírra a Szovjetunióban.

Az 1960-as évek olaj- és gázkitörései arra ösztönözték az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztöt, hogy az Országos Tűzoltó Parancsnoksággal és a Miskolci Egyetem 1964-ben megalakult Olajmérnöki Tanszékével közösen megkezdjék a felkészülést a nagy kútkitörések elhárítására. 1970-ben az első lépés a Magyar Néphadsereg szovjet mintára kifejlesztett és tovább tökéletesített turbóreaktív oltóberendezésének elkészítése volt. A mérnökök egy VK–1 típusú sugárhajtóművet szereltek fel egy ZIL terepjáróra. A repülőgép hajtóműve már alacsony fordulatszámon elsodorta, leszakította a lángokat. Második lépésként az algyői olajmezőn egy különleges gyakorlóteret alakítottak ki, ahol lehetővé tették a kitörések leképezését, egy az egyben, élesben, kontrollált körülmények között az algyői olajkitöréshez nagyon hasonló helyzetet tudtak előidézni. A kísérletekben azonban nem csupán a gigászi oltótechnika vizsgázott jelesre. Közel százméteres, betonozott gyakorlókút épült, ahová aggregátorokkal gázt és olajat pumpálhattak, a kitörés mértékét akár 800 ezer köbméter/nap, gáz és 5000 köbméter/nap olaj mennyiségig tudták fokozni. A sugárhajtómű által terített vízpermet ötezer liter/perc erősségű, a vízmennyiség az összes szivattyún és vízágyún 13 ezer liter/perc volt. Az első kútkitörés-elhárítási gyakorlat 1970. május 11-én zajlott le, teljes sikerrel. A kísérletekben a hazai gyártású, alumíniumfóliás védőruhák, valamint a sisakra szerelhető hőálló arcvédők első példányait is itt tesztelték le először a tűzoltók. A mérések alapján a ruha akár 500 °C-os hőnek is ellenállt, ami óriás előrelépésnek bizonyult. [99, p. 201] A világ leghatékonyabb turbóreaktív oltója Magyarországon készült, és a nagy szél, „Big Wind” nevet kapta. A különleges szerkezet 1988-ban készült, és egy T-34/85[92] harckocsi alvázára építették. Az alváz tetejére két MiG–21-es hajtómű került. A jármű így 7,2 méter hosszú, 3,4 méter széles, 3,9 méter magas és 42 tonna összsúlyú lett. A tömege és a magas súlypontja miatt a legnagyobb sebessége 5 km/h lehetett. A sugárhajtóművek tetejére oltócsöveket szereltek, amelyek hajtóművenként 6 ezer liter/perc vizet tudnak a gázsugárba vezetni.

A Zsana E-2 fúrás óriási gázkitörést okozott, 1979. január 24-én kiépítés közben gázos iszapot termelt a fúrás, ami miatt a nyomás felerősödött, és az utolsó öt rakatot és a súlyosbítót hatalmas erővel kilökte a kútból. A kitörésgátlót sikerült lezárni, de a gőznyomás a lefúvatóhoz csatlakozó csövet leszakította, az eközben keletkezett szikrától belobbant a gáz, és két 40–60 m magas lángoszloppal égett. [100, p. 143] A hatalmas gázfáklya az oltása 23 napig tartott. A kitörésgátlót tankkal is lőtték, itt már a magyar turbóreaktív oltóberendezés, valamint eróziós csővágó is segítette a lángoszlop eloltását. A kitörésgátló ráhelyezésével, óriási költségek árán fojtották el a kutat. [101, p. 51]

[92] Mihail Koskin vezetésével tervezték, a prototípus 1940 januárjára készült el. A T–34-esek egyik fontos eleme a Christie-féle futómű speciálisan átdolgozott változata. A T–34-85 egy 1943-as modell, súlya 32 tonna.

A Zala megyét érintő legnagyobb gázkitörés 1998. november 14-ről 15-re virradó éjszaka következett be a nagylengyeli kőolajmező 282/A jelzésű kútjánál, amely az egyik karbantartási munkafázis közben meghibásodott. A hatalmas erővel felszínre törő szén-dioxid folyamatosan töltötte ki a talajközeli légteret, és a nyílás környékén mindent csontkeménységűre fagyasztott. Először a MOL Nyrt. kitörésgátló csapata távozott a helyszínről, majd riasztásukra a környék három falujából a lakosságot is kitelepítették. A 2000 –2500 méter mélységben a földfelszín alatt található kőolaj kitermelését jelentősen megkönnyíti az úgynevezett gázsapka, amely az olaj felett helyezkedik el. Ez a gáz habosítja és így könnyebben kitermelhetővé teszi az olajat. A nagylengyeli olajmezőnél ez a gáztömeg hiányzott, ezért mesterségesen pótolták CO_2 mélybe juttatásával. Az 1951-ben felfedezett nagylengyeli kőolajmező a szénhidrogénvagyonát tekintve a második legdúsabb hazánkban.

A térség sokáig az ország legjelentősebb kőolajellátója volt, ahol több mint 400 mélyfúrt kútból a mai napig is folyik a termelés. A kitermelés segítésére a mélységbe juttatott szén-dioxid színtelen, önmagában szagtalan, a levegőnél nehezebb és nem éghető gáz. Veszélyt csak a talaj felett összegyűlve jelent, mivel fajsúlyánál fogva a levegőt zárt térben maga alól kiszorítja. Kénhidrogén-tartalma miatt jellegzetesen záptojás szagú, ami alapján könnyen felismerhető. A gondot most az is jelentette, hogy a 282/A jelzésű kút egy domb magasságának felső harmadában található. Emiatt a felszínre törő szén-dioxid a dombról lefelé nyomulva összegyűlt abban a völgyben, amelyben három falu, Bak, Bocfölde és Sárhida fekszik. A térség lakossága egy úgynevezett „antihavária” terv alapján fel volt készítve arra, hogy egy esetleges gázkitörés alkalmával mit tegyen, és hogyan hagyja el a lehető legrövidebb idő alatt otthonát.

A kitörés hivatalos okaként a kútkarbantartás során, egy hiba kijavítását követően a packernek[93] a kútszerelvényből kicsúszását jelölték meg, illetve vele együtt kicsúszhatott a tömítés, 2000 méter mélységben. A gáz először a felette lévő vizet kezdte el kinyomni a termelőcsövön át. Először ezt a pillanatot észlelték a karbantartók. A vizet a gáz követte. A csapat azonnal megpróbált egy kitörésgátló szerkezetet a kút szájára helyezni, de rögzíteni már nem tudta a nagy erővel feltörő szén-dioxid miatt. Az óriási nyomás alól kiszabaduló gáz a légtérbe érve azonnal megfagyasztotta a felszínre került vizet és a levegő páratartalmát, amelynek hőmérséklete így mínusz 30 ^{o}C-ra csökkent a kút nyílásánál. A kővé fagyott acélszerkezetek felmelegítése és a jég leolvasztása érdekében szükség volt a turbóreaktív oltó két forró levegőt árasztó turbófúvójára az elhárítási munkálatok során.

[93] A javítás egy vagy két tömítőelem (packer) elhelyezésével történik a megfelelő mélységszinteken. Az ilyen módon hidraulikai értelemben is elválasztott szakaszon belül elhelyezkedő, a fúrócsőoszlopba beépített, lyukakkal vagy résekkel ellátott elemen (perforált cső) keresztül megteremthető a kapcsolat a réteg és a felszín között.

A kitöréstől számított három és fél nap után sikerült elzárni a kutat. A Zalaegerszegre kitelepítettek nagy része a negyedik éjszakát is a befogadó családoknál vagy a Városi Sportcsarnokban töltötte. Több mint 200 embert azonban turistaszállásokon és a megyei kórház betegektől elkülönített szobáiban helyezett el az önkormányzat. A hatodik napon már valamennyien visszaköltözhettek otthonaikba. A kihívás az volt, hogy a XX. század hazai katasztrófái között korábban sohasem volt szükség ilyen méretű kimenekítésre, kitelepítésre. A vizsgálatok nem tárták fel a kitörés valódi okát. A szakértők szerint lehetett anyaghiba vagy a karbantartási munkálatok során elkövetett technológiai szabályszegés. A Pécsi Bányakapitányság a baleset napján helyszíni szemlét tartott, később a vizsgálati tervek alapján folytatta a nyomozást, amelyhez újabb kútmunkálatok kellettek. Az események, a riasztás és a mentés sorrendje az alábbi volt:

- A szakemberek karbantartottak a helyszínen, érzékelték, hogy nagy baj van, a kitöréselhárítókat riasztották Nagykanizsáról. Gond: jégképződés a kúton, a tűzoltókat a riasztási és segítségnyújtási terv alapján a helyszínre riasztották.
- Riasztás vétele, az illetékesek, a rendőrség, a polgármesterek, a Helyi Védelmi Bizottság[94] (a továbbiakban: HVB), a Megyei Védelmi Bizottság[95] (a továbbiakban: MVB), a tűzoltóság, a polgári védelem értesítése.
- A CO_2 az oxigénnél nehezebb, ezért hömpölygött a domboldalon lefelé, 3 település lakosságának életveszélyét előidézve.
- Az MVB döntött: a 3 település kitelepítését haladéktalanul végre kell hajtani. Befogadóhely: Zalaegerszeg, a megyeszékhely sportcsarnoka 3500 fő részére 3 településről.
- Volánbuszok helyszínre rendelése a települések polgármesteri hivatalai elé, a lakosság riasztása, elszállítása.
- A kitelepített lakosság ellátásának megszervezése.
- A 3 település és környezetének zárt területté nyilvánítása, amelyet a rendőrség őrzött.
- Állatállomány ellátásának megszervezése.

[94] Helyi Védelmi Bizottság – az illetékességi területén összehangolja a katasztrófák elleni védekezésben közreműködő szervek katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatainak ellátását és az arra való felkészülést.
[95] Megyei Védelmi Bizottság – az illetékességi területén összehangolja a katasztrófák elleni védekezésben közreműködő szervek katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatainak ellátását és az arra való felkészülést. Irányítja és összehangolja a helyi védelmi bizottságok, a megyei közgyűlési elnök, a polgármesterek katasztrófavédelmi feladatait.

- A levegő szennyezettségének, károsanyag-tartalmának mérésére a polgári védelem országos parancsnoka 6 db veszélyhelyzeti felderítő csoportot[96] (a továbbiakban: VFCS) vezényelt a helyszínre. Állandó mérések végzése, káros egészségügyi határérték figyelése, területi lehatárolás végrehajtása.
- MVB ülései, HVB ülései. Belügyminiszter, állami vezetők a helyszínen.
- Vizsgálat, gondolkodás, mi történhetett? Neves szakértők véleményének kikérése, mint Buda Ernő.
- Turbóreaktív oltók Szegedről történő kirendelése, olvasztás, kitörésgátló-javítás, packer helyretétele, kárfelszámolás.
- A lakosság visszatelepítésének megszervezése.
- Elemzés-értékelés, a MOL Nyrt. kitöréselhárítás, a védelmi igazgatás, a tűzoltóság, a polgári védelem jól vizsgázott. [102, pp. 49-50, 60-63]

A következő hasonló esemény a magyar szénhidrogén-kitermelés történetének egyik legnagyobb kitörése, a pusztaszőlősi gázkitörés. 2000. augusztus 18-án, a Psz–34. számú kútnál karbantartás közben történt baleset. A külföldi tulajdonban lévő cég karbantartó munkásai a homokszűrő szerelvény cseréjét hajtották végre, amelynek során a falu szélső házaitól nagyjából 500 méter távolságban lévő kút kitört. A 100 bar nyomással feltörő gáz rövidesen berobbant, a lángok 60–80 méteres magassággal égtek, a tűzfészek közelében a hőmérséklet elérte a 800 °C-ot. A helyszínen tevékenykedő megyei katasztrófavédelmi igazgató visszaemlékezése alapján a közeli Kaszaper-Pusztaszőlős település 150 fős lakossága egy gyors és helyes gázvisszagyújtási döntésnek köszönhette a megmenekülését. [103, p. 73]

A Környezetgazdálkodási Intézet mobil mérőállomása folyamatosan mérte a Psz–34. számú gázkút környezetének levegőminőségi és légkörfizikai állapotát. A gázkitörés során mért eredmények kiértékelését követően a környezetre gyakorolt hatás leginkább a levegő- és vízminőségben, valamint a zajszintterhelésben mutatkozott meg. [104, p. 1] A súlyos üzemzavar felelősét keresve a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal a Kőolajkutató Vállalat mulasztását állapította meg. A kitörésgátló bezárásával a gázkifúvást nem lehetett megszüntetni, és a további zárási műveleteket sem lehetett alkalmazni a kútbeindulás késői észlelése és az ilyenkor szükséges intézkedések elmaradása miatt. [105]

[96] A VFCS-egységek alaprendeltetése a veszélyes vagy ismeretlen anyagokkal kapcsolatos káresemények, nagyobb kiterjedésű, illetőleg időben elhúzódó kárfelszámolás esetén a beavatkozói állomány, a lakosság és az anyagi javak védelme, a beavatkozók, döntéshozók szakmai támogatásához szükséges feladatok végrehajtása.

A zalai kútkitörések sorát a Szilvágy–31. számú olajkúttal folytatom. 2002. január 22-én a kút ismeretlen okból kitört, a kiáramló földgáz és kőolaj összetételű éghető anyag nagyjából 10 méteres lánggal égett, sötét füstöt árasztva, illetve a feltörő olajdugók esetén a láng periodikusan ismétlődve 15 méter magasra nőtt. A kút Nova és Szilvágy község között, Novától ÉNy-i irányban, mintegy 2 km-re helyezkedik el, húsz éve kivonták a termelésből, bányatelken kívüli területen található. A helyszínre kirendelt VFCS méréseket végzett a környező települések lakossága és a beavatkozást végzők védelmében. A fúrási mérnökök és a MOL Nyrt. – Rotary Fúrási Rt. (a továbbiakban: Rotary Rt.) Kitörésvédelmi Csoportja a kútperem épségének megóvása érdekében feltöltette a kútaknát vízzel úgy, hogy a szennyezett víz az aknából a környezetbe ne kerüljön ki. Másnapra elkészült az aknából az oltás és a kitöréselhárítás során eltávolított víz környezetvédelmi felfogására szolgáló medence. Megállapítom, hogy a MOL Nyrt. már a 2000-es években nagy hangsúlyt helyezett a környezetvédelemre. A mobil hírközpont és a turbóreaktív oltógépek is megérkeztek. 10 órára együtt álltak a szükséges eszközök. Az oltás megkezdése után az égő kút intenzív hűtés következtében a kútfejszerelvény hőmérséklete annyira lecsökkent, hogy daruval leemelték a helyéről, majd egy új tolózárat szereltek fel. A cikk írói megállapították, hogy a kút jogutód szervezetei között nehéz megtalálni a kút tulajdonosait, illetve az elhárítási tevékenység felelősét. Jól valósult meg a mentési munkálatok irányítása, a kitörésvédelem, illetve a katasztrófavédelem együttműködése. [106, pp. 26-27]

A magyar kőolaj- és gázkutak idősek, de folyamatosan karbantartják őket. Azt azonban nem lehet prognosztizálni, hogy mikor lesz a következő, vagy lesz-e még valaha kútkitörés Magyarországon. [8, p. 33] A szénhidrogén-bányászat magyarországi fénykorában előforduló kútkitörések összefoglalását Buda Ernő végkövetkeztetéseivel zárom:

1. *„Bár a felsorolt magyarországi gázkitörések oka és a kitöréselhárítás menete esetenként más és más volt, az esetek zöme alaptípusokra vezethető vissza.*
2. *Bebizonyosodott, hogy a kitörések legnagyobb része megakadályozható vagy megelőzhető lett volna gondosabb előkészítéssel, a berendezés előírás szerinti kitörésmegelőzési ellenőrzésével, a veszély pillanataiban a veszély helyes felismerésével az előírásszerű vagy elvárható magatartással.*
3. *Jóllehet a magyar kőolajbányászat kellő rutinnal bíró, »kitöréselhárítási mentőcsapattal« rendelkezik a kitörések számának jövőbeli csökkentése csak a prevenció és az ellenőrzés útján érhető el.”* [107, p. 342]

2.4. A kútkitörés-védelem és fejlesztésének lehetőségei

Federer Imre szerint a kitörések gyakorisága a használt eszközök minőségével és a műszakváltással is összefüggésbe hozható. A rendszerváltást követően jó minőségű, ritkábban meghibásodó eszközöket használtak, kevesebb mélyfúrási tevékenységet végeztek, valamint a leépítések során a leggyakorlottabb szakembereket tartották meg. A szakemberek kitörésmegelőzési oktatáson is részt vettek, ami hozzájárult a kútkitörések alacsony számához. A kútkitörés-védelem fejlesztése folyamatos volt, a Bánya Főfelügyelőség felkérte Szepesi Józsefet, Federer Imrét és Szabó Tibort a Miskolci Egyetem Olajmérnöki Tanszékének kitörésvédelmi szakembereit, hogy vegyenek részt a pusztaszőlősi gázkitörés okainak vizsgálatában. Az egyetem diákjai szakmai kirándulást tettek Pusztaszőlősre, hogy tanulmányozzák az esetet. A magyarországi kitörések számának csökkentésében egyedülálló szerepe volt az Olajmérnöki Tanszéknek. 1980 óta folyik a kitörésvédelmi oktatás, a nappali tagozatos hallgatók fél évig, az olajipari szakemberek pedig egyhetes tanfolyamokon sajátítják el a fogásokat. A mélyfúrásban és az oktatásában felhasznált tapasztalatok, valamint az oktatók nemzetközi vizsgája alapján a tanítási tevékenység megfelel a nemzetközi elvárásoknak. A kitörésmegelőzést mélyfúrási szimulátoron gyakorolhatják, a kitörésvédelmi laboratóriumban érzékelni lehet a kitörés kezdetét, így a hallgató meg tudja tenni a megfelelő lépéseket az esemény elkerülése érdekében. Kitöréskor élethű hangeffektusok hallhatók. A külföldön dolgozó szakembereknek az előírások szerint részt kell venniük az egyhetes tanfolyamon. [108]

A mai helyzetet hűen tükrözi Koncz Ádám *Modern hidraulikai szimulációs program használata a gyakorlati kitörésvédelem területén* című tanulmánya, amelyben bemutatta, hogy milyen hasznos előnyöket rejthet magában a kétfázisú áramlási modellek alkalmazása a kitörésvédelem területén. Kiemelte, hogy a megfelelő algoritmusok használatával az egyensúly helyreállítása során várható egyenértékű öblítési sűrűségek előre jelezhetők. A fúvóka kezelőjének hasznos információkkal szolgálhat, ha a művelet megkezdése előtt az idő függvényében láthatja a várható nyomások alakulását, ezáltal jobban felkészülhet az előre nem látható eseményekre. Az egyszerű buborékos modell számítási eredményei nem adnak megfelelő pontosságot, minden esetben nagyobb lyuktalpi nyomásokat jelez előre, mint amekkora valóban kialakul, ezért mindenképpen többfázisú áramlási modellel kell számolni, amelyet illeszteni kell az adott esethez. Ezek mellett a többfázisú számítási modellek használata valóságosabb eredményekre vezethet a beáramlási tolerancia területén, a dinamikus kick tolerancia fogalma ezáltal bevezethető [109, p. 129]

A Kitörésvédelmi Csoport időszerű, 2021. évi helyzetét a kvalitatív kutatás irányított egyéni mélyinterjúval történő adatgyűjtési lehetőségének felhasználásával mutatom be az összefüggések mélységeinek igazolása és az alfejezet pontosabb megismerése érdekében. Kutatásom során alaposan feltártam a Kitörésvédelmi Csoport létrejöttének mozzanatait, beavatkozásaik, képzéseik és a kialakított gyakorló- és tanpályával kapcsolatos ismereteket. Az interjúkészítés célszemélye a Kitörésvédelmi Csoport vezetőhelyettese, Baranyai Péter, végzettségét tekintve olajipari fúrómérnök, jelenleg vezető fúrási mérnök beosztásban dolgozik. Az elkészített interjúvázlatban 10 kérdésre kerestem a választ, a kérdéseket és a kutatási témám célját előzetesen elektronikus levélben elküldtem a riportalanynak.

1. *A korábban Nagykanizsán, a Rotary Kft.-nél létrehozott kitörésvédelmi csapatról van-e információja, esetleg velük kapcsolatban írásos anyag fellelhető-e?*

Zala megyében a korábban megalakított Rotary Kft. Nagykanizsai Kitörésvédelmi Csoport bázisa megvan, de mára összevonták a szolnoki teleppel, az eszközöket is áttelepítettük. Régebben a Rotary Kft. és a Kőolajkutató Vállalat személyzete adta ki a Kitörésvédelmi Csoport létszámát, de 10-15 éve már MOL-os dolgozók is vannak benne.

2. *2020/21-ben milyen formában működik a Kitörésvédelmi Csoport, mi a csoport neve?*

Továbbra is Kitörésvédelmi Csoport a neve, angolul Well Caping Team. Működése nem tér el a korábbitól.

3. *Kik a tagjai, mi a végzettségük, mennyi a törzstagok száma, van-e tapasztalatuk, volt-e a megalakulás óta bevetésük?*

Rotarys és MOL-os munkatársak a tagok. Technikusok és mérnökök egyaránt, valamint a kiszolgáló személyzet, az MB2001 Kft. munkatársai, akik a telephelyen biztosítják a gépészeti hátteret, szivattyútelepítés, lakatos, esztergályos munkák. A tagok jelenleg fele-fele arányban MOL Nyrt. és Rotary Zrt-s dolgozók, összesen 14 fő + 6 a fő kiszolgáló személyzet. Vannak közöttünk idősebb kollégák, akik voltak már éles bevetésen, közülük ketten nyugdíjba mennek.

4. *A Miskolci Egyetem Olajmérnöki Tanszékén a kitörésvédelmi képzésen részt vettek-e?*

Igen, minden kitörésvédelmi csoporttag részt vesz az egyhetes képzésen. 2 évente alapból kötelező a munkájukból kifolyólag is a képzésen való részvétel.

5. *A kitöréselhárításhoz használt felszerelésük milyen eszközökből áll? Milyen típusú kitörésgátlóval rendelkeznek, hol tárolják, az eszközök szállítása milyen módon történik?*

Megmaradtak a régi eszközök, sajnos fejlesztésre nem nagyon van keret. A felszerelés egy 7 1/16”-os „U” típusú Cameron[97] kitörésgátlóból (350 bar) és a hozzá tartozó lefúvató szánkó és működtető egységből áll. Tárolása a szolnoki telephelyen történik, mozgatásáról a MOL Nyrt. logisztika gondoskodik, különleges szállítóeszközökkel.

6. *A Big Wind megvan-e, működőképes-e? Hajtottak-e végre rajta fejlesztést?*

Az eszköz használatban van, és havi rendszerességgel kipróbálásra kerül. Folyamatos karbantartáson esik át annak érdekében, hogy bármikor bevethető legyen.

7. *Hogyan és kitől kapja a Kitörésvédelmi Csoport a riasztást, ki rendelheti el a működésüket? A katasztrófavédelem elrendelheti-e, kit kell hozzá értesíteni?*

Amennyiben a berendezésnél van gond, akkor a helyszínen tartózkodó Drilling Supervisor[98] értesíti a Kitörésvédelmi Csoport parancsnokát vagy helyettesét, aki gördíti tovább az értesítési láncot. Ha más területen keletkezik a probléma, akkor a területért felelős személytől kapjuk az értesítést. A katasztrófavédelmet mi értesítjük az eseményről.

8. *Nemzetközi riasztások lehetnek-e, milyen szervezettől, melyik országokból?*

Nincs külföldre szerződésünk. Csak egyedi megkeresés alapján történhet.

9. *Képzéseket, csapatgyűléseket milyen gyakran tartanak, tanulmányutak, külföldi, esetleg online képzések, szimulációs programok?*

Általában egy évben két gyakorlat van ősszel és tavasszal. Ekkor mindig valamilyen tematika alapján hajtunk végre különböző feladatokat. 2-3 napos szokott lenni Szolnokon, a tanpályán.

10. *Használnak-e hidraulikai szimulációs programokat gyakorlásra a kitörésvédelem területén, ha igen, mi a neve? (Az IWCF,[99] IADC[100] által elismert programok?)*

A Miskolci Egyetemen szokott lenni lyukegyensúly-helyreállítási szimuláció.[101] Kitörésvédelmi szimulációról nem tudok nyilatkozni, mert mindegyik más. A kitörésvédelmi elhárítást szoktuk gyakorolni a szolnoki telephelyen különböző feladatokon keresztül.

---

[97] A Cameron International Corporation által gyártott Willis típusú kitörésgátló. A Cameront 2016-ban felvásárolta a Schlumberger és jelenleg Cameron a Schlumberger Company néven működik.

[98] DSV – kútmunka felügyelő, a helyszínen ellenőrzi a fúrást és a vele kapcsolatos anyag/pénzügyi lehetőségeket.

[99] International Well Control Forum – Nemzetközi Kútellenőrzési Fórum, az egyetlen független testület, amely az olaj- és gázkút-ellenőrzési képzésre, akkreditációra és tanúsításra összpontosít.

[100] Az International Association of Drilling Contractors egy nonprofit kereskedelmi szövetség, amely globális vezető szerepet tölt be a fúrási ipar előmozdításában. Világszerte elismertek az akkreditációs programjaik, konferenciáik, érdekképviseleti erőfeszítéseik és iparági híreik.

[101] A Miskolci Egyetem olajmérnöki tanszékén a DPWS-22UL típusú kitörésvédelmi szimulátorral végeznek lyukegyensúly helyreállítást.

11. Az algyői gyakorlópálya megvan-e használják-e?

Nincs tudomásom róla. Mi nem használjuk. Annak idején a tűzoltók használták, de mára az épület is más kézbe került.

Az interjú végén a Kitörésvédelmi Csoport vezetőhelyettese érdekességként elmondta, hogy 4 éve Romániában, Szatmár megyében egy kútkitöréshez szakértőnek hívták a FER Tűzoltóság és Szolgáltató Kft. két munkatársával. Miután a helyszín megtekintését és a sérült berendezés állapotát felmérve leírták, hogy milyen eszközökre, anyagokra és berendezésre lesz szükség a kitörés elhárításához, megköszönték a közreműködésüket, és elköszöntek tőlük.

Az interjú elkészítését követően az értékes információkat legépeltem, és többször elemeztem az interjú tartalmát. Arra megállapításra jutottam, hogy mára már csak a korábbi, Nagyalföldi Kitöréselhárítási Mentőcsapat maradt fent, szolnoki székhellyel, amit a szénhidrogén-bányászat keletre tolódása, a fellelt kőolaj és földgázmezők felfedezése és a két csoport összeolvadásának gazdasági megfontolása indokolt. A mentőcsapat tagjai a Rotary Zrt. és a MOL Nyrt. mérnökei, technikusai. A Miskolci Egyetem Olajmérnöki Tanszék kitöréselhárítási tanfolyamán valamennyien részt vettek, a lyukegyensúly-helyreállítási szimulációt is gyakorolni szokták. Évente kétszer kétnapos gyakorlatot tartanak tavasszal és ősszel a szolnoki tanpályán, az algyői gyakorlópályát nem használják, időközben eladták. Külföldi szerződéssel nem rendelkeznek, egyedi megkeresés alapján hajtanak végre kitöréselhárítást. A régi, jól bevált eszközöket használják a kitörések elhárítására, a Big Windet karbantartják, működőképes.

Összegzésül megállapítom, hogy a Kitörésvédelmi Csoport helyzete a mai kornak megfelelő, viszont a Koncz-féle tanulmány alapján javaslom a lyukegyensúly-helyreállítási szimulációt a kétfázisú áramlási modellek alkalmazásával kibővíteni a hatékonyabb kútesemény-megelőzési és -elhárítási munkálatok érdekében. A még hatékonyabb kitöréselhárítás érdekében célszerűnek tartom a modern informatikai támogatottságú rendszerek és a csoport nagy szaktudású tagjainak gyakorlati jártasságát összekapcsolni.

Napjaink szénhidrogéniparának helyzetét a folyamatos fejlődés és változás jellemzi. A másodlagos és harmadlagos kitermelést követő, nem konvencionális szénhidrogén-előfordulások Amerikából kiinduló felderítése elkezdődött, de kevés helyen indult meg a feltérképezés és a telepek kiaknázása, mivel az ilyen kutakhoz szükséges tudás és infrastruktúra hiányzik.

Kiss Károly geológus szerint Európában és Magyarországon több évtizedes lemaradás mutatkozik Amerikához képest, többek között repesztőberendezésekkel sem rendelkezünk. Az igazolt előfordulás ritka, a tényleges termelés elenyésző, illetve a gazdaságossága is megkérdőjelezett. Az európai feltárást megnehezíti a hosszadalmas engedélyezési folyamat a repesztési eljáráshoz való negatív hozzáállás miatt. Európában a lengyelországi területeket övezte a legnagyobb érdeklődés, de onnét sem érkeztek biztató eredmények.

Magyarországnak fejlett szénhidrogén-kutatási rendszere van, területén régóta folytatnak ipari termelést a konvencionális szénhidrogének terén. Közel 1400 telepet és több mint 8000 olaj- és gázkutat tartanak nyilván. A termelés aranykora a 60–90-es évekre tehető, azóta jelentős a hozamcsökkenés a konvencionális készletek kimerülése miatt. A repesztési technológia területeit feltérképezték, amelynek eredményeként jól ismert a geológiai, szénhidrogénföldtani rendszerünk. A nem konvencionális szénhidrogének utáni kutatás a mélymedencei rétegekben zajlott, olyan környéken, ahol a nagy területigényű kútrendszer kialakítása lehetséges.

A régi konvencionális kutak adataiból már következtetni lehetett arra, hogy mely területek mélyzónái rejthetnek nem konvencionális szénhidrogéneket. Nagyobb kutatások a Makói-árok, Derecskei-árok, Békési-medence területén zajlottak. Különböző együttműködések során a kutatófúrások mélyítésére is sor került, leginkább a legfelső tightgas zóna[102] tesztelését hajtották végre. A rétegből történt ugyan szénhidrogén-beáramlás, de a vízbeáramlás is jelentős volt, ami a gazdaságos kitermelés lehetőségét csökkentette.

Magyarországon a nem konvencionális előfordulások jelenléte bizonyított, potenciáljuk jelentős, de a fizikai környezet nehézségei és az ebből adódó magas költségek, valamint a rétegek tesztelése során kapott eredmények azt mutatják, hogy a gazdaságos kitermelhetőség kérdéses. A nem konvencionális szénhidrogének bányászata körülményes, de a közeljövő műszaki fejlesztései lehetővé tehetik az egyre nagyobb mértékű gazdaságos kitermelést. A szénhidrogénre épült világnak ez egy újabb lehetőséget ad, eltolva a kitermelés leállításának végső időpontját. [110, pp. 4, 9, 10]

[102] Gáz tömött tárolóban zónája, vagyis a hagyományos körülmények között lerakódott, elsősorban homokköves sorozatban található gázelőfordulásokat jelent, amelyekben a homokkőréteg rossz szemcseméretéből, szemcseeloszlásából, vagy egyéb körülményekből fakadóan a szénhidrogén nem képes megfelelően mozogni. Az ilyen előfordulásban végzett fúrás esetén kezdetben jelentkező hozam rohamosan csökken, majd egy alacsony értékre áll be. Megoldást nyújtanak erre a problémára a különböző rétegkezelési eljárások, manapság leggyakrabban rétegrepesztést alkalmaznak ilyen kutak esetén.

2.5. A káresetek adatbázis definiálása, feltöltése, térinformatikai megjelenítése

A korábbi években a szénhidrogén-feldolgozás tűzesetei során nemzetközi és hazai szinten a hatékony tűzoltásra, a habágyúk alkalmazására, a felfogótér elárasztására, újabban a tűzoltórobotok alkalmazására összpontosítottak. Véleményem szerint a megfelelő felkészülés és a hatékony megelőzés a leghatékonyabb biztonságnövelő tényező. A szénhidrogén-feldolgozás folyamatainak biztonságosabbá tétele nemcsak a szénhidrogénipar jogszabályi kötelezettségeivel, hanem a katasztrófavédelem rendelkezésre álló eszközeivel is javítható.

A lakosság felkészítése – a különleges helyzetekre, a biztonsági kihívásokra, a kockázatokra – az adott veszélyes ipari üzem és a katasztrófavédelem, valamint az önkormányzat és a polgármester egyik legfontosabb, de közös feladata. A cél elérése érdekében az első és a második fejezetben bemutatott, részletezett eseményekből, valamint a kutatómunka során fellelt több mint 70 publikus káresetből készítettem egy egyszerű Microsoft Access (MS Access[103]) adatbázist. Informatikus mérnökként mindkét alkalmazást jól ismerem a könnyebb adatbázis-hozzáférés, több egymással összefüggő táblázat egyidejű kezelése, valamint a fejlettebb kódolású, nagyobb méretű külső relációsadatbázis-kezelők (SQL)[104] lekérdezési adatbázisokhoz való kapcsolódási lehetősége miatt.

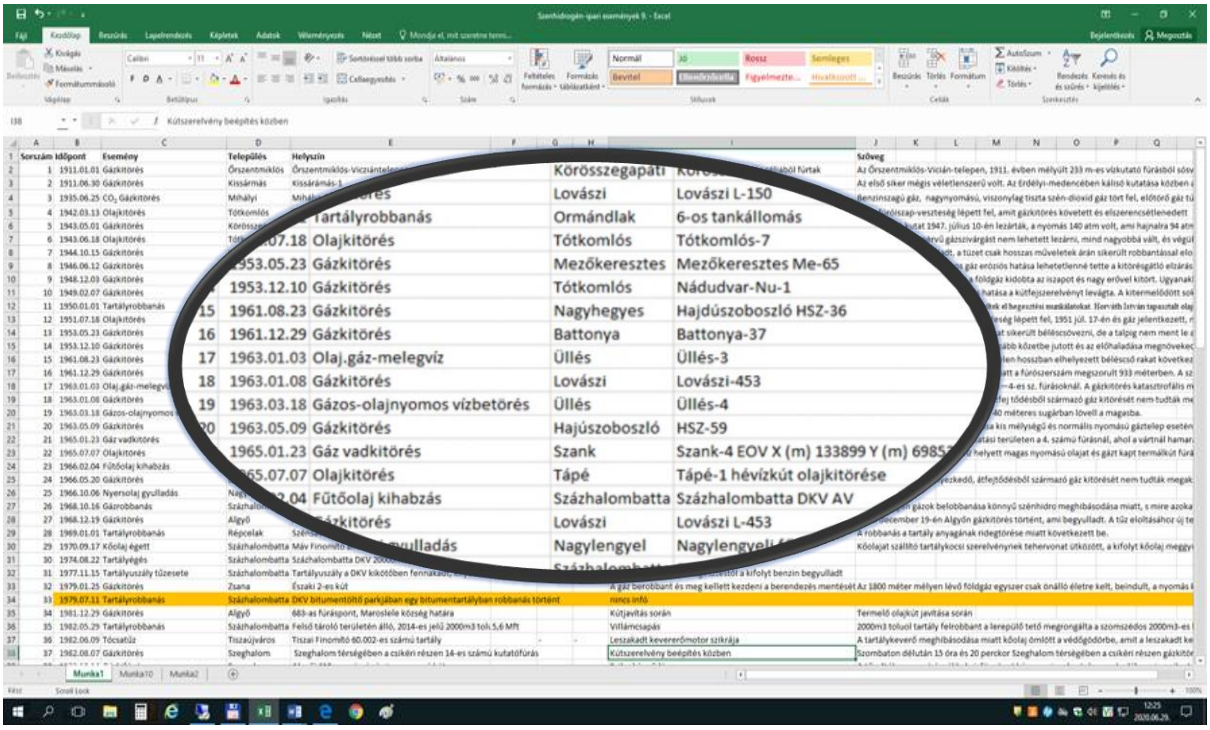
A választás azért is a nagyobb, programozói ismereteket igénylő Access adatbázisra esett, mert az új tábla felépítése azonos volt a kutatásom káresetei mellett korábban elkészített a természeti katasztrófákhoz kapcsolódó katasztrófatípusok táblájával, összekapcsolás után egy adatbázisban terveztem őket megjeleníteni. [111, p. 150] Az idő múlásával beláttam, hogy az adatbázisnak egyszerűbbnek kell lennie, az adatok kutathatósága, a statisztikai lekérdezés, valamint a szélesebb körű grafikus megjelenítés céljából.

A térinformatikai megjelenítéshez is szükséges volt az adatok egyszerűbb adattáblában történő kezelése, ezért a szénhidrogén-feldolgozás káreseteit Microsoft Excel (a továbbiakban: MS Excel) táblázatba exportáltam. [112, p. 269] Az adatbázisba rendezés az 1. számú táblázatban látható, elve a következő:

- a felvitt káresetek,
- település és helyszín, valamint keletkezési ok oszlop,
- személyi sérülés vagy haláleset és az anyagi kár mező,
- káreset teljes leírása mező,
- az utolsó oszlop a források pontos leírása.

[103] A Microsoft Access a Microsoft által fejlesztett relációs adatbázis-kezelő rendszer. Grafikus felhasználói felülettel rendelkezik, és kapcsolódik más adatforrásokhoz, lehetővé teszi táblák, lekérdezések, űrlapok, jelentések készítését, valamint programozási lehetőségeket biztosít.
[104] Structured Query Language – Strukturált lekérdezési nyelv

A táblázat alapján a helyszíneket az ArcMap[105] térinformatikai alkalmazásban rögzítjük. [113]



1. számú táblázat: A szénhidrogén-káresetek adatbázisa az MS Excel táblázatban
Készítette: a szerző

A táblázat oszlopai: Sor, Időpont, Esemény, Település, Helyszín, Anyagi kár, Sérült, Elhunyt, Káresemény oka, Szöveg. Az adatállományt a feltöltést követően a címsorra helyezett szűrő segítségével időrendi sorrendbe állítottam. Az adatbázis ebben a formában már a statisztikai elemzések módszerével következtetések levonására alkalmas. Az MS Excel programban az adatbázis szöveges lekérdezése mellett az események grafikus megjelenítésére is lehetőség van. Próbaképpen leszűrtem a „Gázkitörést", a szénhidrogénipar egyik legveszélyesebb eseményét, amely az eredmények alapján a legnagyobb számban előforduló káreset volt. A további vizsgálat megmutatta, hogy a 2000-es években történt meg utoljára.

Az események csoportját kiválasztva a „tartályeseményekre" szűrve a 73 káreseményből az 1911–2019 évek között, megjeleníti a 14 talált rekordot. A találatok között a tartályrobbanás, körgyűrűtűz, palástfelhasadás, tartályégés szerepel. A kapott eredmény az esetleírások tükrében további tudományos következtetések, ok-okozati összefüggések megállapítására alkalmas. Az események megjelenítése a teljes szöveges megjelenítés és esetleírások nélkül a 2. számú táblázatban látható.

[105] Az ArcMap és ArcGIS Desktop térinformatikai alkalmazások.

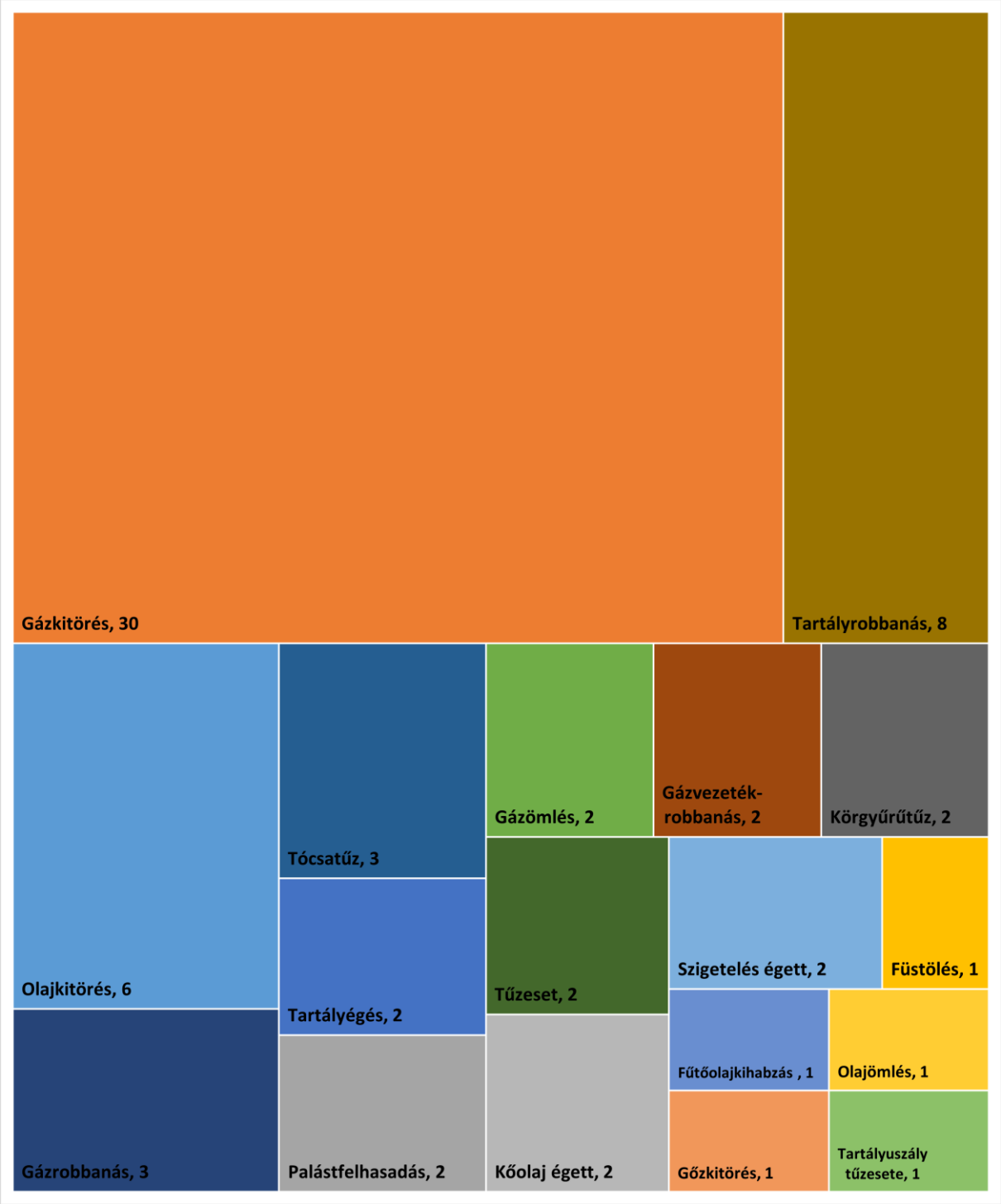
Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Anyagi kár	Sérült	Elhunyt
11.	1950.01.01	Tartály-robbanás	Ormándlak	6-os tankállomás	Hegesztés	–	1	1
28.	1969.01.02	Tartály-robbanás	Répcelak	Szénsavtermelő Vállalat répcelaki telepén folyékony szén-dioxid-tároló tartály robbanása	Hegesztési varrat melletti ridegtörés	–	6, majd 13	9
30.	1974.08.22	Tartályégés	Százhalombatta	Százhalombatta DKV 20 000 m^3 úszótetős nyersolajtartály	Villámcsapás	–	–	–
33.	1979.07.11	Tartály-robbanás	Százhalombatta	DKV bitumentöltő parkjában egy bitumen tartályban robbanás történt	Ismeretlen	–	–	–
35.	1982.05.29	Tartály-robbanás	Százhalombatta	Felső tároló területén álló, 2014-es jelű 2000 m^3 toluoltartály	Villámcsapás	5,6 Mft	–	–
43.	1985.05.08	Tartályégés	Százhalombatta	Dunai Kőolajipari Vállalat	Villámcsapás	–	–	–
53.	1997.08.15	Körgyűrűtűz	Százhalombatta	Körgyűrűtűz alakult ki a 40.002-es számú úszótetős tartályon	Villámcsapás	–	–	–
54.	1998.07.28	Körgyűrűtűz	Százhalombatta	Részleges körgyűrűtűz a 40.001-es számú úszótetős tartályon	Szabálytalan munkavégzés	–	–	–
63.	2006.11.20	Tartály-robbanás	Komárom	Tartálytisztítás közben egy 2000 köbméteres szloptartály[106] robbant fel és gyulladt ki	Szabálytalan munkavégzés	–	1, majd 1	–
64.	2007.01.01	Tartály-robbanás	Zalaegerszeg	Zalai Finomító T-312 tartályrobbanás	Ismeretlen	–	–	–
65.	2010.03.25	Tartály-robbanás	Csepel	A MOL Nyrt. csepeli üzemanyag-tároló telepén egy 5000 m^3-es, belső úszótetős benzintartály	Szabálytalan munkavégzés	–	–	1
66.	2012.02.02	Tartály-robbanás	Tiszaújváros	OKT-10001 szennyvíztároló tartály palást felhasadás	Ismeretlen	–	–	–
67.	2012.05.18	Tartály-robbanás	Zalaegerszeg	Zalai Finomító T-1006 tartályrobbanás	Technológiai hiba	–	–	–
68.	2012.06.26	Tartály-robbanás	Zalaegerszeg	Zalai Finomító T-506 tartályrobbanás	Technológiai hiba	–	–	–

2. számú táblázat: A szénhidrogén káresetek adatbázisból a tartályrobbanások, tűzesetek lekérdezése
Készítette: a szerző

Az összes káresemény grafikus megjelenítését az események viszonyának, rangsorának bemutatására alkalmas fatérképen, a 2. számú diagramon mutatom be. A káreseményeket a gázkitöréshez mint a legnagyobb eseményhez viszonyítom, a négyzetek arányával és az eltérő színek alkalmazásával szemléltetem.

[106] A kőolaj feldolgozásakor keletkező hulladék anyagok gyűjtőneve.

A diagramot megvizsgálva jól látható a gázkitörések uralkodó száma. A folyékony halmazállapotú szánhidrogének esetében a 8 tartályrobbanás és a 6 olajkitörés következik. A 3 tócsatűz már a finomított szénhidrogének baleseteit szemlélteti. Halmazállapot szerint a CO_2-gázkitörés, gázömlés, gázvezetékrobbanás, majd a palástfelhasadás (robbanás), tartályégés, körgyűrűtűz, szigetelés égett, kőolaj égett és tűzeset osztályban 2-2 esemény történt. A maradék 5 esemény 1-1 bekövetkezéssel a diagram jobb alsó sarkában látható.



2. számú diagram: A Magyarországon előfordult szénhidrogén-káresetek megjelenítése
Készítette: a szerző

Az adatok térinformatikai megjelenítéséhez az MS Excel adatbázisban rögzített, kék nyilakkal jelzett alapeseményeket még további, a térképi megjelenítés megkönnyítése érdekében és a nagyobb áttekinthetőség miatt az alábbi 8, narancssárgával kiemelt osztályba (rétegekbe) rendszereztük, amit a 6. számú ábrán szemléltetek.

6. számú ábra: Az ArcMap alkalmazáshoz a 8 osztályra szűkített szénhidrogén-káresetek adatbázisa
Készítette: a szerző

Pár mondatban bemutatom a katasztrófavédelmi térinformatikai rendszer kialakításának célját. A feladat egy olyan térinformációs rendszer kialakítása volt, amely alkalmas a hozzá kapcsolódó digitális alaptérképek fogadására. Képes az alaptérkép objektumait és a kapcsolódó adatgyűjtés eredményeit szabványosan ábrázolni, az adatbázisban tárolt adatokat transzformálni, szemléltetni, szelektálni, összekapcsolni, az adatok komplex térinformatikai elemzésére is alkalmas. A felsorolt adottságok szükségesek ahhoz, hogy a vezetési rendszerben egyszerre jelenlévő adatokból kiindulva a téves döntések kockázatát minimalizáljuk, növeljük a beavatkozó erők reakcióképességét, összességében növeljük a beavatkozás hatékonyságát.

Az első lépést 1995 körül a BM Polgári Védelem Országos Parancsnokság, a BM OKF elődszervezete tette meg, kliens licenceket vásárolt ArcView for Windows 3.0 térinformatikai alkalmazásra. Ezzel megkezdődött a katasztrófavédelmi térinformatikai rendszer kialakítása a veszélyhelyzet-kezelés informatikai biztosításának térinformatikai alapokra helyezésével. A komplex térinformatikai rendszer centralizált felépítésű. A területi szerveknek nagy önállóságot biztosít a helyben jelentkező igények kielégítésére, az országos igények egységes kezelése mellett. A katasztrófavédelem valamennyi szerve egységes informatikai infrastruktúrán futtatja az ArcGIS térinformatikai alkalmazásokat. Az adatokat MS SQL, illetve SQL Express adatbázisokban tárolják, amely biztosítja a szabványos adatkapcsolatot. A katasztrófavédelmi térinformatikai rendszer adatainak, eszközeinek és szolgáltatásainak alkalmazása hatékony segítséget nyújtott több katasztrófahelyzet védekezési munkálatainak megszervezésében, a valós veszélyhelyzetek értékelésében. Az elmúlt évek térinformatikai elemzésének eredményei beépültek a tűzoltósági, iparbiztonsági és polgári védelmi szakterület napi munkájába.

Az alábbiakban felsorolt feladatokban a térinformatikai eredmények támogatták a hatósági, megelőzési, veszélyhelyzet-kezelési és igazgatásszervezési munkát:

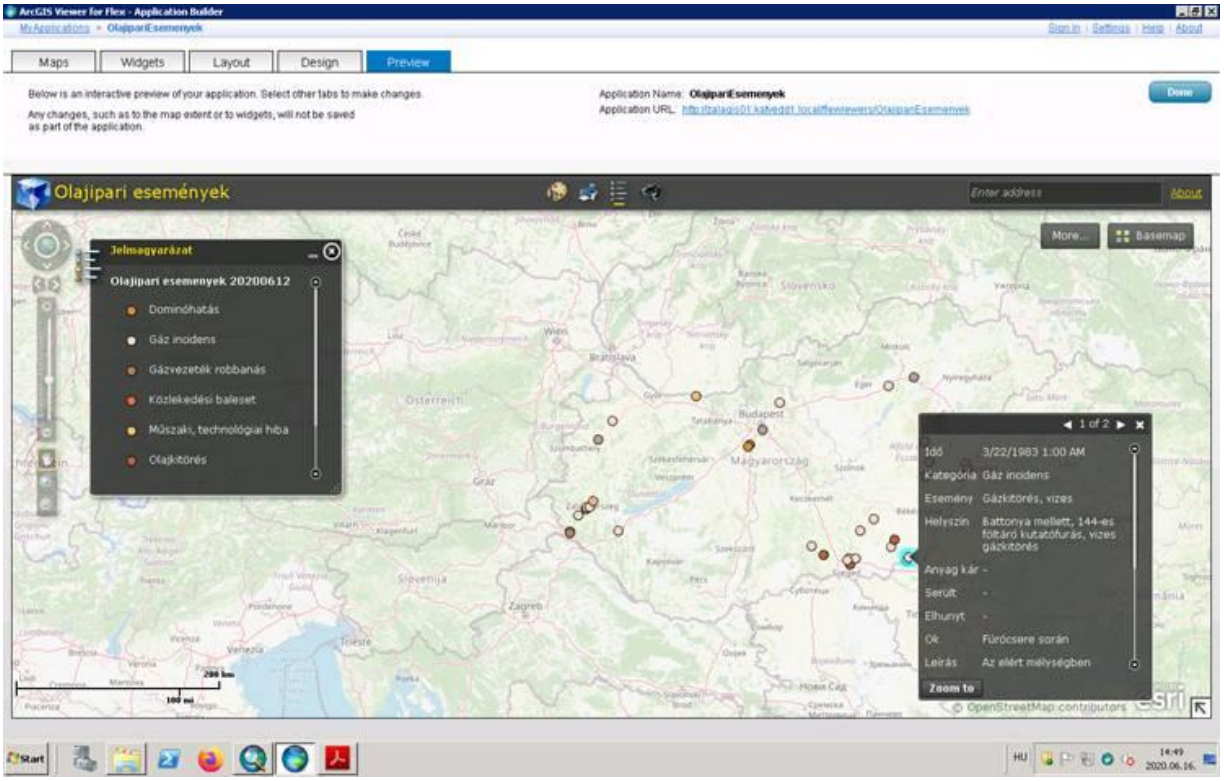
- tematikus (műveleti) térkép-összeállítások létrehozása és megjelenítése,
- területalapú és idősoros statisztikai elemzések készítése,
- erő- és eszközmozgások tervezése (szervezetek diszlokációja),
- távolságmátrix-készítés,
- veszélyességi övezetek meghatározása,
- övezet alapján népesség és intézményi adatok leválogatása,
- védelmi tervek térképi mellékleteinek kidolgozása,
- összehasonlító elemzések végzése (közigazgatási határok összevetése),
- objektumok helyének meghatározása cím, illetve koordináta alapján,
- objektumkövetés,
- objektum helyének tervezése földrajzi ismérvek vagy attribútum adat alapján,
- kockázatok elemzése, veszélyességi, hatás- és kockázati térképek készítése,
- előterjesztések, beszámolók, jelentések térképi mellékletének létrehozása,
- döntéshozó stratégiai döntéseinek támogatása,
- valós idejű térképi ábrázolás. [114]

Sorszam	Ido	Kategoria	Esemeny	Helyszin	X koordi-nata	Y koordi-nata	A-nya-gi kar	Serult	Elhunyt	Ok	Leiras
11.	1950. 01.01	Tartály-robbanás	Tartály-robbanás	Ormánd-lak 6-os tank-állomás	46,748 2160	16,764 8760	–	1	1	Hegesztés	Egy félig telt kőolajtartály tetején rendeltek el hegesztési munkálatokat
18.	1963. 01.08	Gázkitörés	Gázkitörés	Lovászi 453 kút	46,551 3430	16,557 7680	–	–	–	A kitörésgátló üzem-képtelensége	Egy felső szinttájon elhelyezkedő, átfejtődésből származó gáz kitörését nem tudta megakadályozni a kitörésgátló
19.	1963. 03.18	Gázkitörés	Gázos-olaj-nyomos vízbetörés	Üllés 4-es kút	46,347 8500	19,854 3710	–	–	–	A túlnyomásos rétegek megfúrása	Olajjal és vízzel kevert gáz mintegy 40 méteres sugárban lövellt a magasba
26.	1968. 10.16	Gáz-robbanás	Gáz-robbanás	Száz-halom-batta DKV AV-II	47,294 4569	18,871 2725	–	2 és 6	8	Technológi ai hiba	A könnyű szénhidrogén-gázok a csőkemencét elérve belobbantak
27.	1968. 12.19	Gázkitörés	Gázkitörés	Algyő 168-as kút	46,316 3619	20,184 3040	–	–	–	Gázkitörés begyulladt	A tűz eloltásához új technológiát fejlesztettek ki, amit Kuvaitban is sikerrel alkalmaztak
28.	1969. 01.01	Tartály-robbanás	Tartály-robbanás	Répcelak	47,355 4907	16,925 9427	–	6 és 13	9	Hegesztési varrat melletti ridegtörés	A robbanás a tartály anyagának ridegtörése miatt következett be
29.	1970. 09.17	Közleke-dési baleset	Kőolaj égett	Máv Finomító állomás és Száz-halom-batta között	47,311 5300	18,896 1850	több 10 MFt.	1	–	Szerelvény-nek tehervonat ütközött	Kőolajat szállító tartálykocsi szerelvénynek tehervonat ütközött, a kifolyt kőolaj meggyulladt

3. számú táblázat: A szénhidrogén káresetek adatbázisának részlete, átalakítva az ArcMap alkalmazásba beolvasáshoz (a fejlécben magyar ékezetes karakterek nélkül)
Készítette: a szerző

A szénhidrogén-feldolgozás káresetei MS Excel adatbázist térinformatikai megjelenítésre alkalmassá kell tenni. Ennek érdekében a „Helyszín” oszlop mellé az X és Y koordináták oszlopait beszúrva soronként megadjuk az esemény pozíciójának földrajzi hosszúság és szélesség számadatait, WGS-84 koordináta formátumban, a 3. számú táblázatban látható módon.

Az MS Excel adatbázist elmentjük a korábban használt „Excel 97-2003-as munkafüzet” formátumba. A Zala MKI Informatikai Osztály térinformatikai feladatok ellátásával megbízott munkatársnője az adatbázis bővítését és finomhangolását követően az ArcMap alkalmazással beolvasta az adatokat. [115] Geokódolást követően az ArcToolbox és az ArcCatalog programok segítségével a térképi szolgáltatást az interaktív webtérkép, az ArcGIS Viewer For Flex – Application Builder programmal jelenítettük meg a katasztrófavédelem térinformatikai rendszerében. A beolvasást követően a még nyers, webes felületet szemléltetem a 3. számú képen.

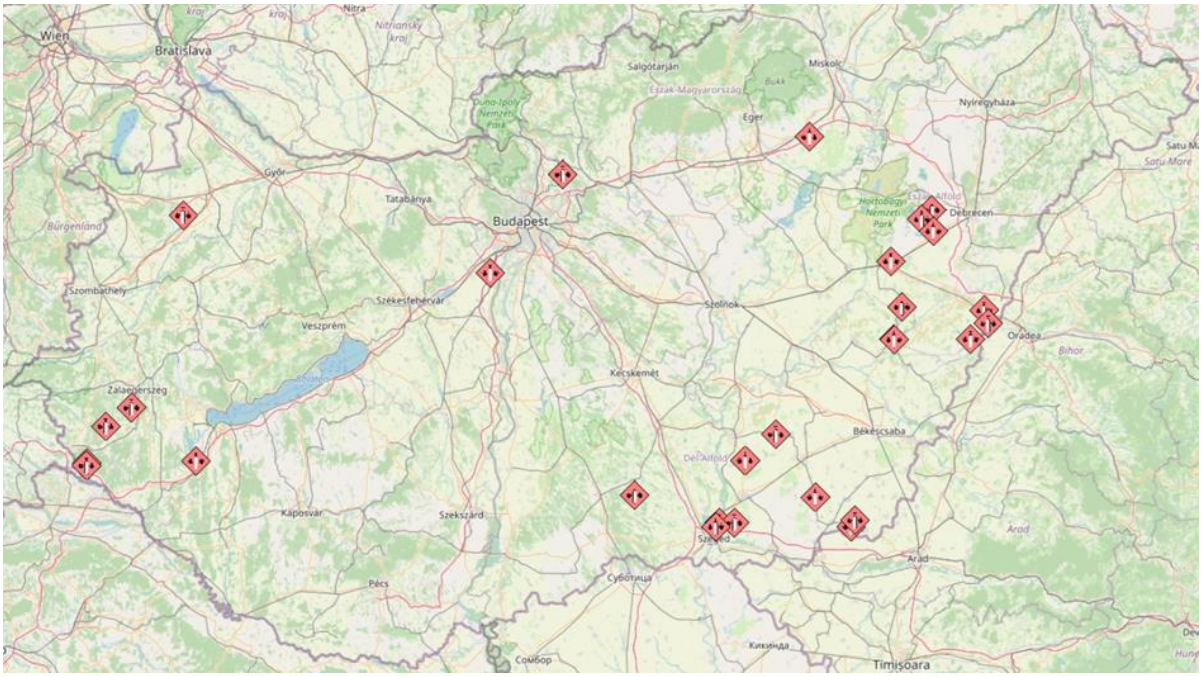


3. számú kép: A nyers webes felület előnézete a beolvasást követően, a kategóriák és ábrák definiálása előtt
Készítette a szerző, forrás: ArcGIS Viewer For Flex

A rétegkezelésben a rétegek átláthatósága állítható, láthatósága kikapcsolható, tehát külön-külön vagy egyszerre valamennyi esemény megjeleníthető, de több osztály is tetszés szerint beállítható. Az osztályokat piktogramokkal jelöltük és jelmagyarázat kapcsolódik hozzájuk. A térképen elhelyezett piktogramok: közlekedési baleset – „zöld alapon fekete személygépkocsit megállító rendőr”; műszaki, technikai hiba – „sárga alapon fekete aeroszolos doboz”; olajkitörés – „kék olajfúrótorony, előtte piros kézi olajozó”; tócsatűz, tűzeset – „neonrózsaszín lángnyelv”; dominóhatás – „neonzöld gyertyaláng”; tartálytüzek kategória – „fekvőhengeres égő olajtartály”; a gázincidens gyűjtőfogalom alatt található gázkitörések és gázvezeték-, valamint gázrobbanások – „piros alapon egy álló gázpalack”.

Rámutatok arra, hogy az ESRI[107] által fejlesztett szoftverek a térinformatika történetében hosszú múltra tekinthetnek vissza. [116, p. 3] Az ArcGIS programot a térinformatikai alkalmazók jelentős része használja, mivel könnyen kezelhető, a működtetése felhasználóbarát. Az interaktív térképfelületen elhelyezett „gázincidens” (gázkitörés és robbanás) réteget mutatom be a 4. számú képen.

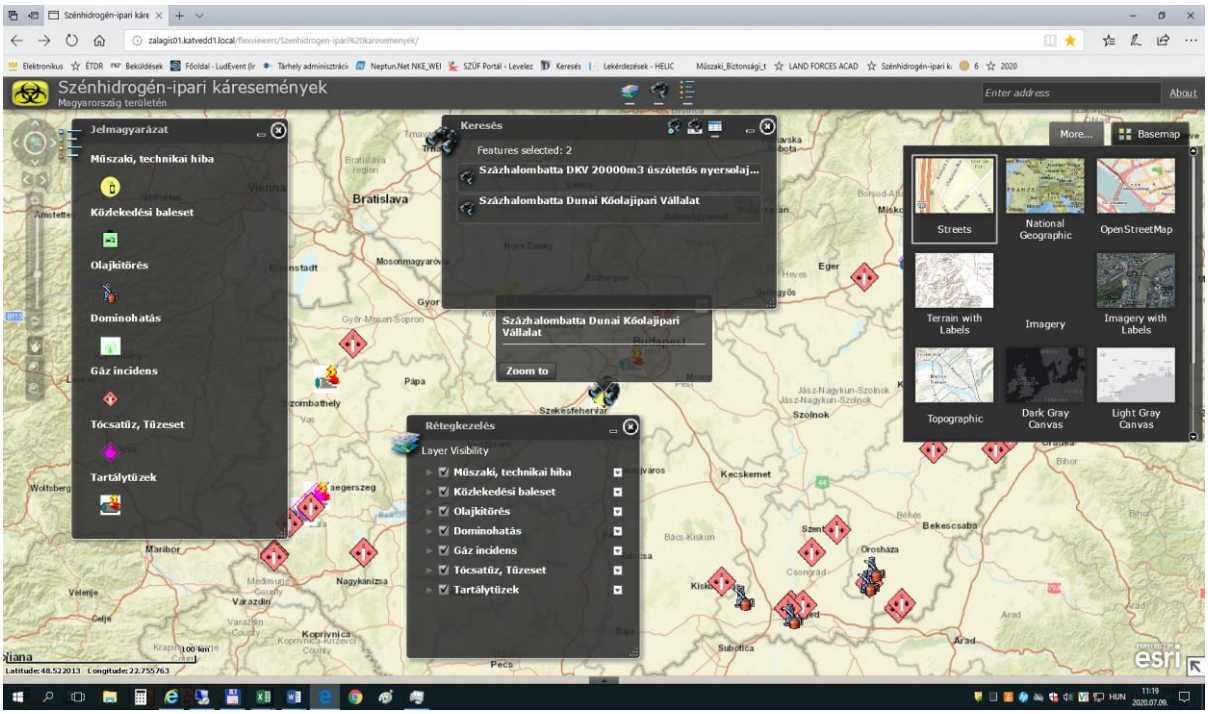
Megállapítom, hogy a katasztrófavédelemnél használt Online GIS-rendszer korábbi ESRI felület futtatókörnyezetének webes megjelenítésére nincs lehetőség, mivel az Adobe Flash Player támogatása 2020. december 31-én megszűnt. A fejlesztések a Flex for ArcGIS korábbi fejlesztőrendszer támogatásának végével a JavaScript alapú ArcGIS Web Appbuilder szoftverrel folytatódnak. A katasztrófavédelemnél használt alkalmazások JavaScript alapra történő áthelyezése folyamatos, várhatóan 2021. IV. negyedévi befejezéssel.



4. számú kép: A kész interaktív térképfelület, a gázincidens (gázkitörés és robbanás) réteg megjelenítése
Készítette a szerző, forrás: ArcGIS Viewer For Flex

A honlap funkciói: keresés tulajdonságra, névre, kijelölés lehetőség, négyzet alakú vagy poligon terület kijelölésen belül keresi meg a káreseményt. A „Streets” térképen az „olaj” szóra teszteltem a keresőfunkciót, majd a „Terrain with Labels” térképen az 1960-as években, a dél-alföldi régióban a szénhidrogén-bányászat során keletkezett kőolaj- és földgázkitörések megjelenítését. A kereséseket sikeresen megjelenítette a térkép, amit az 5. számú képen szemléltetek.

[107] Environmental System Research Institute – ESRI, a Környezetvédelmi Rendszer Kutatóintézet vektoralapú térinformatikai program családja.



5. számú kép: A honlap funkciói, a jelmagyarázat, a rétegkezelés és a keresés mező
Készítette a szerző, forrás: ArcGIS Viewer For Flex

A program grafikus felületén 10 alaptérképből lehet választani és rajtuk az eseményeket megjeleníteni. Az alaptérkép hátteret vagy vizuális környezetet biztosít a térképen megjelenő adatokhoz. Az utcákat ábrázoló alaptérkép szövegkörnyezetet biztosíthat a címadatokhoz:

- Open Street Map (nyílt utcatérkép)
- Terrain with Labels (terep címkékkel)
- Imagery (ábrázoló)
- National geographic (nemzeti földrajzi)
- Dark Gray Canvas (sötétszürke vászon)
- Streets (utcák)
- Topographic (térképészeti)
- Oceans (Óceánok)
- Imagery with Labels (ábrázolás címkékkel)
- Light Gray Canvas (világosszürke vászon)

Az egy-egy településen előfordult eseményt lekérdezve megjelenik a településsel kapcsolatos összes előfordulás időrendben. A nyilakra kattintva irányíthatunk és tájékozódhatunk a káreseményekről. Egy adott káresemény leírásából megállapíthatók a keletkezésének körülményei, melyek későbbi tudományos kutatások alapjául szolgálhatnak, a következtetések levonása emeli a szénhidrogén-feldolgozás biztonsági szintjét. A képen látható a piktogramok jelmagyarázata, amelyet pár használat után megjegyez a használó. A rétegkezeléssel kiválaszthatók a keresési kategóriák. A keresés mezőben egy adott esemény lekérdezése látható.

A kutatásom egyik célja ezzel teljesült, a káresetek adatbázisa elérhető a döntéstámogatást elősegítő térképi felületen. A végső célom a kutatás későbbi szakaszában a külső felhasználók, kutatók számára is elérhetővé tenni, internetes felületen elhelyezni az adatbázist. Regisztrációt követően az ellenőrzésen átesett adatbázisokat a kutatók saját káreseteik közzétételére, így a nemzetközi adatok térinformatikai megjelenítésére, a káresetekkel kapcsolatos következtetések levonására használhatják. Azt vallom, hogy a vizualizálással jobban fel lehet kelteni a téma iránt érdeklődők figyelmét, mint a leírt szöveggel. Természetesen a tudományos érdeklődők az események teljes leírását elemezhetik. A fejezetben bemutatott adatbázis a térinformatikai, vizuális megjelenítésével kiemelkedik a sorból. Az interneten található európai és nemzetközi katasztrófák adatbázisai az általam összegyűjtött és feldolgozott adatokat nem tartalmazzák. Az adatbázisuk kiegészíthetővé tehető a szénhidrogénipari balesetek adatbázisával a szélesebb körű európai eseménykutatáshoz.

2.6. A katasztrófavédelem döntéstámogatási rendszere és fejlesztése

A katasztrófavédelem egyik pillére, szakterülete, a polgári védelem a 90-es években még önálló szervezetként végezte tevékenységét. A kezdetektől alkalmazott különböző térinformatikai rendszereket, 2002-től döntéstámogató rendszert üzemeltetett. A katasztrófavédelem jelenleg használt döntéstámogatási térképe a DÖMI, amely a műveletirányítás számára nélkülözhetetlen adatokat könnyen átlátható, egyszerűen kezelhető, gyors térképes felületen jeleníti meg. Az események és a cselekménysorozat, a válaszlépések, valamint a visszajelzések alakulásával kapcsolatos tudnivalók folyamatosan frissülnek a PAJZS-rendszer[108] adatbázisából. A műveletirányító ügyeletek munkáját különböző eszközök segítik. Ilyen a szerállapotjelző, amelyen az összes jármű időszerű helyzetét megjeleníti: „riasztható”, „tűzesetnél”, „szertáron kívül”, „nincs létszám”, „üzemképtelen”. Az adatrögzítő berendezés, amely a fontos szolgálati adatokat rögzíti, tűzjelzés, riasztás, telefon- és rádióforgalom. Az adatrögzítés fontos szerepet játszik a tűzesetek utólagos elemzésénél, de büntetőjogi vagy polgári peres eljárások bizonyítékaként is szolgálhat. Fontosak a különböző adatbázisai, utcanévjegyzék, térképek, korlátozások, veszélyinformációk, tűzoltási tervek. Az önműködő riasztási rendszer adatbázisainak naprakészen tartása felelősségteljes feladat, kizárólag számítógépes eszközökkel eredményes. A riasztások során a tűzoltóságok legtöbb ügyeletén az önműködő szertárkapuk nyitásának ellenőrzésére ipari kamerákat alkalmaznak. [117, p. 112]

[108] A katasztrófavédelem műveletirányítási rendszere.

A katasztrófavédelem napi döntésfolyamata többezres nagyságrendű. A beérkező hatalmas mennyiségű információ szűrése, elemzése, a közöttük lévő kapcsolatok felismerése rutint és szakértelmet, valamint közös gondolkodást igényel. Az együttes munka sokszor túl ér a szervezetünk keretein, a szolgáltatók és a társszervek is segítenek a nagy mennyiségű adat feldolgozásában. Az adatok információvá alakítása a beavatkozó állományunk leghatékonyabb munkavégzéséhez szükséges.

A „Döntéstámogató rendszer" elnevezésű program célja az, hogy a legfrissebb, legaktuálisabb adatokból a lehető legrövidebb idő alatt jusson hasznos információhoz az állomány. A térinformatikai rendszerek sajátosságai közé tartozik az, hogy egy bizonyos felületre rögzítik az adatokat, amelyekkel később mindenki, a döntéshozók és a beavatkozók is a leghatékonyabban tudnak dolgozni. A térképre rögzített adatok különböző szempontok szerint szűrhetők, csoportosíthatók. Az infrastrukturális elemek, vízlelőhelyek, intézmények, közlekedési információk, földrajzi adatok megjeleníthetők.

A felhasználók pedig ezek figyelembevételével, rövid idő alatt tudnak dönteni arról, hogy adott helyzetben melyik válaszlépés a legkedvezőbb vagy legbiztonságosabb. A fejlesztés során megvalósuló rendszernek átfogó megoldást kell nyújtania a katasztrófavédelem tűzoltási és mentési, polgári védelmi és iparbiztonsági szakmai területei részéről felmerülő tervezési, hatósági, operatív igények térinformatikai kiszolgálására. Az informatikai fejlesztés összességében a szervezet operatív munkáját, ezáltal pedig az emberek életének, a természeti és épített értékeknek a védelmét támogatja.

A „Döntéstámogató rendszer" elnevezésű program keretében háromlépcsős képzéssorozatot végeztek el a hallgatók, amelynek első oktatási moduljában a nyílt forráskódú, szabadon hozzáférhető rendszerek alkalmazásával ismerkedtek meg a területi szerv térinformatikai rendszergazdái. A képzés célja, hogy a saját készítésű és a más szervezetektől beérkező adatok könnyen beépíthetők legyenek a katasztrófavédelem adatbázisába. Az adatok naprakészségéről és megbízhatóságáról folyamatosan gondoskodni kell. A szükséges ismeretek átadásához a belső oktatók képzését, a TTT-t[109] alkalmazzák. A képzésre további két tanfolyam épül, amelyek középpontjában a webes szolgáltatások és a szoftverfejlesztések állnak. [35]

Megállapítom, hogy a fenti programok fejlesztése és használata nélkül nem lett volna mód az általam elkészített szénhidrogénipari káresetek adatbázis GIS-rendszerbe integrálására és megjelenítésére. A katasztrófavédelem döntéstámogatásának fejlesztéséhez szervesen kapcsolódik az általam elkészített adatbázis.

[109] Train the trainer – TTT, a képzés során a résztvevők megtanulják a sikeres képzések felépítésének és megtartásának módszereit, elsajátítanak retorikai és kommunikációs módszereket.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzése céljából a katasztrófavédelmi hatóság engedélyezési, felügyeleti és ellenőrzési feladatainak keretében, a veszélyes tevékenységek katasztrófa-, tűz- és polgári védelmi felügyeletének hatékonnyá tétele érdekében iparfelügyeleti adatbázist hozott létre 2006-ban és azt működteti. A hatóság feladata a rendelet hatálya alá tartozó üzemekkel kapcsolatos – a társhatóságok által a feladat- és hatáskörük szerint elvégzett – engedélyezési, felügyeleti és ellenőrzési tevékenység során keletkezett engedélyek, ellenőrzési jegyzőkönyvek, védelmi tervek gyűjtése, valamint a társhatóságok részére történő elérhetőségének biztosítása a hatékony hatóságok közötti információcsere céljából. A társhatóságok a hatósági engedélyeket, jegyzőkönyveket, védelmi terveket a kiadásukat követően haladéktalanul feltöltik elektronikus formátumban az iparfelügyeleti adatbázisba.

Az adatállomány neve Iparbiztonsági Információs Rendszer (a továbbiakban: IBIR). Az adatkezelés célja a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemekről és a küszöbérték alatti üzemekről, az üzemeltetőktől kapott információkról, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos előírások végrehajtásáról nyilvántartás vezetése, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kivizsgálására vonatkozó műszaki, szervezési és vezetési információk gyűjtése, értékelése, továbbá a hatóságok közötti hatékony információcsere.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó és a küszöbérték alatti üzemek, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos előírások végrehajtásának információi, valamint a társhatóságok által a feladat és hatáskörük szerint elvégzett engedélyezési, felügyeleti és ellenőrzési tevékenység során keletkezett engedélyek, ellenőrzési jegyzőkönyvek, védelmi tervek alkotják az iparfelügyeleti adatbázis tartalmát:

a) üzem neve,

b) üzem székhelye,

c) telephelyének címe és GPS-koordinátája,

d) rendelet szerinti besorolása,

e) hatósági engedélyek társhatóságonként rendszerezve,

f) ellenőrzési jegyzőkönyvek társhatóságonként rendszerezve,

g) lakossági tájékoztatást szolgáló okmányok,

h) védelmi tervek vagy azok adatai,

i) védelmi gyakorlatok időpontjai, jegyzőkönyvei, eredményei, és

j) hatósági, társhatósági ellenőrzések tervezett időpontjai.

Az IBIR adatainak forrása: a katasztrófavédelmi hatósági eljárások adatai, valamint a társhatóságoktól kapott hatósági információk. Az adatkezelésért szervezeten belül az Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség Veszélyes Üzemek Főosztály a felelős. Az adatállományt kezelő, feldolgozó informatikai rendszer a Microsoft relációsadatbázis-kezelő lekérdezési nyelve (MS SQL[110]). Az adatok továbbítása az EU illetékes szerve felé történik. Az adatbázis minőségét az információk folyamatos feltöltésével tartják naprakészen. Az adatállomány kezelését és a feladatellátást kijelölő jogszabályok a Kat. 32. § (3)–(6) bekezdése és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 32., 41. és 43. §-a. [35]

A bevezetőben kitértem arra, hogy az eMARS adatbázisa már 1979-től gyűjti az információkat EU- és OECD-szinten iparágtípusonként, a súlyos és veszélyes balesetek megakadályozása és a lehetséges következmények enyhítése érdekében. Az általam elkészített adatbázis az idősík kiterjesztésével az 1911–2021 közötti időszakra, a szakmai szempontok szerinti keletkezési okok rögzítésével, valamint azzal tűnik ki az eMARS adatbázishoz képest, hogy a katasztrófavédelem döntéstámogatásánál grafikusan is igénybevehető a szénhidrogénipari események megismerése és megelőzése érdekében.

2.7. A szénhidrogénipari káresetek megelőzésének elve

Az eddig leírtak alapján a szénhidrogénipar és -feldolgozás káresetek megelőzésének legfontosabb eleme az az elgondolás, amely alapján megtörténik a káreseményre való felkészülés, majd a megelőzés. A koncepció előbb gondolati, majd papírra vetett alapja a felkészüléshez szükséges eszközök, lehetőségek és a cél elérése érdekében a lépések végiggondolása, leírása. A felkészülés egy cselekvés, amellyel késszé válunk valamire. A szükséges eszközök a kezünk ügyében vannak, cselekvésre készen. A felkészülés a katasztrófavédelem valamennyi integrált szakterületének munkáját érinti, a tűzvédelmi, iparbiztonsági és polgári védelmi, hatósági szakterületet, de a káreseti szituációk begyakorlása a készenléti állomány, a műveletirányítás KMSZ- és KML-tevékenységét nagymértékben megkönnyíti éles helyzetben.

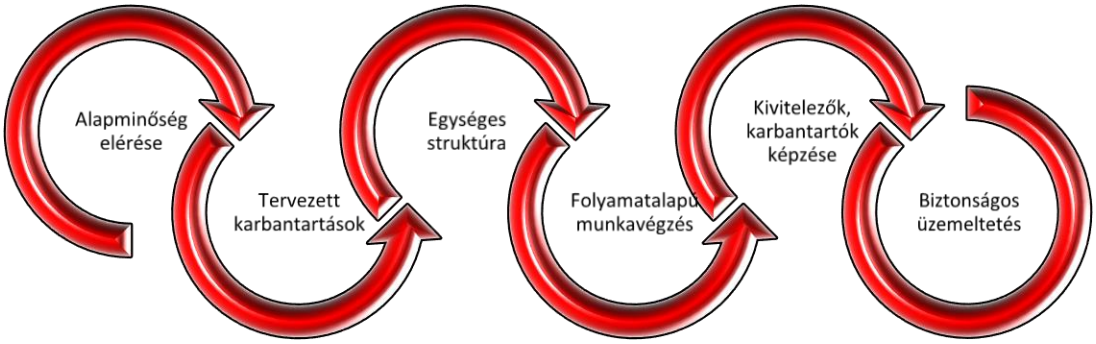
[110] Microsoft Structured Query Language – MSQL, a Microsoft relációsadatbázis-kezelő lekérdezési nyelve

Az ember és az alkalmazott technológia a megelőzés alapja. A hibás technológián lehet és kell finomítani, csiszolni, megérteni, felkészülni, cselekedni és megelőzni. A katasztrófák megértése, elemzése, kivédése, a következmények mérséklése csak úgy lehetséges, ha a fenti szempontok mindegyikét vizsgáljuk.

A katasztrófák leírása és a következtetések levonása nem egyszerű, nem mindenki képes arra, hogy átfogó módon, ok-okozati összefüggések láncolatán át lássa és érzékelje őket. Az elemzéshez több szakma ismerete és összekapcsolása szükséges. Az okok kiderítése néha áttekinthetetlenül bonyolult.

A szénhidrogénipar és -feldolgozás folyamatainak fejlesztése, valamint a biztonság növelése érdekében az alábbi javaslatokat teszem, amelyeket „a szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságosabbá tételének kör-nyíl folyamatábrájaként" definiálok és a 7. számú ábrán mutatom be:

- Az elvárt alapminőség elérése a folyamatok támogatásával.
- A karbantartások tervezett módon történjenek.
- Egységes szervezeti és gyártási szerkezet, kultúra kialakítása.
- Folyamatalapú munkaszervezés, munkavégzés.
- Kivitelezők, karbantartók folyamatos képzése.



7. számú ábra: A szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságosabbá tételének kör-nyíl folyamatábrája
Készítette: a szerző

A következtetésem alapján egyetlen végleges megoldás létezik a szénhidrogén-feldolgozók mint ember által üzemeltetett rendszerek káreseteinek elkerülésére a jogszabályi előírások és a technológiai folyamatok még szigorúbb betartásán felül. Az emberi döntésektől és hibáktól, egyszóval az élőmunkától mentes vezérlési rendszer és termelési folyamatok, ilyen az emberi hibáktól, döntésektől mentes vezérlési rendszer (foolproof)[111] vagy a hibaelkerülési

[111] Üzembiztos – foolproof, az emberi hibáktól, döntésektől mentes vezérlési rendszer.

(poka-yoke)[112] rendszerrel eltervezett és vezérelt folyamatok kialakítása és működtetése. Ez a veszélyes ipari tevékenységek során megvédené az embert, nem kellene a vegyi anyagok közelébe mennie, a háttérből nézné a rendszer által felügyelt folyamatokat.

A foolproof egy működő rendszerben kizárja annak a hibás emberi döntésnek a végrehajtását, amely egy vezérlőszelep kinyitásával robbanást idézhet elő. A program és az algoritmus folyamatosan elemzi a rendszer biztonságát, és nem engedi a művelet végrehajtását. A dolgozó kilép a vezérlőhelyiségből, odamegy és elfordítja a szelep nyitókarját, de az „üzembiztos" rendszer algoritmusa érzékeli a nyomásesést, leállítja a teljes folyamatot, így a robbanás elmarad. A rendszerrel nemcsak a hibás döntés, hanem egy szabotázs is kivédhető.

A poka-yoke megoldás megelőzi a hiba előfordulását azzal, hogy az előre megtervezett folyamatot elemezve felkészülnek és számítanak az emberi hibázás lehetőségére, ezért egy kizárólag elektronikusan vezérelhető szelepet építenek be a rendszerbe, amelyen nincs nyitókar, így mechanikusan nem lehet megnyitni, tehát a robbanás elkerülhető.

2.8. A második fejezet részkövetkeztetései

1. A kárelhárítók sikeres együttes munkáját és a katasztrófavédelem eseménykezelésének eredményét tükrözik az algyői, a zsanai és a pusztaszőlősi kútkitörések, valamint a nagylengyeli CO_2-kitörés elfojtása. Az események következményeként a szénhidrogénipari szakemberek és segítőik anyagi javak és technikai eszközök bevonásával a 1970-es évek elején jelentős mértékben fejlesztették a kitöréselhárítás elméletét és gyakorlatát.

2. Egy szénhidrogénipari üzem működése során a karbantartást végző külső és belső munkavállalók folyamatos képzése, az üzemben kialakított új berendezések, munkafolyamatok létesítése során a folyamatok biztonságának hatósági ellenőrzése az egyik legfontosabb feladat. Annak ellenére, hogy a jogszabályok előírják, és a vállalati stratégiák elmozdultak az emberi tevékenység ellenőrzésének irányába, a legtöbb baleset még mindig a nem megfelelő munkavégzésből fakad. A BIR-rendszerek továbbfejlesztése nem állhat meg, velük párhuzamosan alkalmazni kell a jól bevált biztonságtudományok által nyújtott lehetőségeket az emberi hibák kizárására.

[112] Hibaelkerülés – poka-yoke, a japán vállalatszervezési gondolatrendszer eleme, közel 0-ra csökkenti az emberi hiba esélyét.

3. A szénhidrogéniparban elvárt biztonság megvalósítható, amennyiben az alapminőség elérése a folyamatok támogatásával, a karbantartások tervezett módon történő elvégzésével kezdődik. Az egységes szervezeti és gyártási szerkezet, kultúra kialakításával a folyamatalapú munkaszervezéssel, munkavégzéssel, valamint a karbantartók folyamatos képzésével szinten tartható. Összegzésképpen elkészítettem a szénhidrogénipar és -feldolgozás folyamatainak fejlesztése, valamint a biztonság növelése érdekében „a szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságosabbá tételének kör-nyíl folyamatábráját".

4. A bemutatott két hibaelkerülési módszer közül az adott szénhidrogénipari területre legalkalmasabbat kell alkalmazni, ezáltal elérhető a legnagyobb biztonság. A módszerek szinte kizárják az emberi hibák miatt előforduló mulasztásokat, rossz döntéseket, a balesetek kialakulását és megismétlődését.

5. A szénhidrogénipar magyarországi katasztrófáinak felkutatása, tanulmányozása és adatbázisba rendezése az események keletkezési okának jobb megértésére irányul. A katasztrófavédelmi gondolkodásmód, elgondolás alapján könnyebb felkészülni a megelőzésre, és egyszerűbb elhárítani a káreseményeket. Nóvum, hogy az összegyűjtött magyarországi szénhidrogénipar és -feldolgozás káresetekből elsőként hoztam létre adatbázist, amelyben az esetek kereshetők, rendszerezhetők. Az események részletes leírásából a múlt hibái megismerhetők, elemezhetők. A káresemények okainak tanulságaival a későbbi balesetek előfordulásának valószínűsége és hatása tovább csökkenthető, megalapozva a jövő biztonságosabb szénhidrogéniparát.

6. Az alapadatbázis sorait az események GPS-koordinátáival kiegészítve az ArcGIS rendszerbe beolvasást követően a katasztrófavédelem térinformatikai felületén a káresetek lekérdezhetők. A katasztrófavédelem térinformatikai térképe további rétegekkel bővíthető, a kutatásom korábbi szakaszában feltárt természeti és ipari katasztrófák adatbázisa, valamint a nemrég elkészült vizek kártételeinek helyi adatbázisa a feldolgozását és beolvasását követően bemutatható. Magyarország szinte teljes katasztrófaveszélyeztetettsége megjeleníthető.

3. FEJEZET: A SZÉNHIDROGÉNIPAR ÉS -FELDOLGOZÁS TŰZVIZSGÁLATAINAK FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI

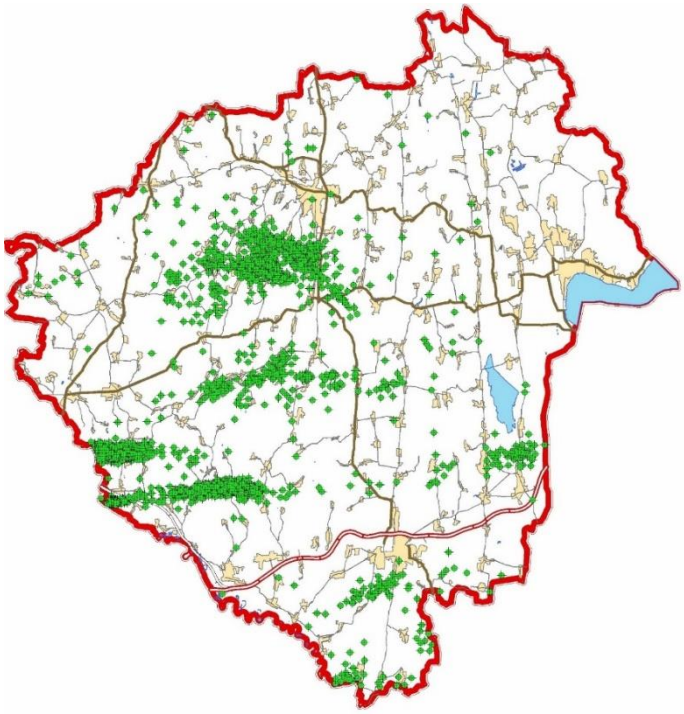
3.1. Magyarország tűzvizsgálati rendszere

Az értekezés harmadik fejezete a tűzvizsgálatról, a tűzvizsgálókról, azon belül a szénhidrogénipar és -feldolgozás tűzvizsgálati eszközeinek fejlesztési lehetőségeiről szól. A tűzkeletkezés vizsgálata közel egyidős az emberiséggel. Amíg elődeink nem ismerték a tűzgyújtás technikáját, figyelték, kutatták, hogyan és mitől keletkezett. A villámcsapástól, vagy mint a szavannákon, a harmatcseppen megtörő napsugártól? Őseink megtapasztalták, hogy a vulkánból kifolyt forró láva felperzselt, felemésztett mindent.

Kezdetben az ember a tüzet őrizte, ha kialudt, új „tüzet" keresett, várta a villámlást, vagy tűzért ment a vulkánhoz. Rájött, hogy az éghető anyag önmagában kevés, mindig kell a „nagy meleg" a gyulladáshoz, ezzel megalkotta saját elméletét a tűz keletkezési lehetőségeiről, majd elkészítette hozzá a szükséges „tűzszerszámot". Később már az őrzött tűz körül mindig adódott nehézség, elharapódzott vagy leégett, elégett valami, vagy megégetett valaki. Innen már csak egy kis lépés volt azt vizsgálni, ki nem figyelt a tűzre, mi történt, min kell változtatni annak érdekében, hogy legközelebb ne forduljon elő. Véleményem szerint így született meg a klasszikus tűzvizsgálat.

A fenti kérdésekre adott válaszokkal lényegében képet kaphattak egy pusztító tűz keletkezési okáról, ha csak a hőt, a hő útját keresték. A későbbi tűzmegelőzési tevékenység fontos alapeleme ez a megszerzett ismeret, amely iránymutatásként szolgált annak érdekében, hogy a tűzesetet milyen módon kerülhetik el. A mai tűzvizsgálatok is a fenti hívószavakkal kezdődnek. Áttekintettem és megvizsgáltam az ország 19 megyéjében tűzvizsgálatot ellátó KMSZ adottságait és a szénhidrogénipari és -feldolgozás balesetek elhárításához kapcsolódó lehetőségeit.

A vizsgálat alapja az első fejezetben tárgyalt tartályrobbanások tűzvizsgálati tapasztalatai, a fejlesztés időszerűségének magyarázatát többek között a Zala megyére javasolt szénhidrogén-koncesszió jövőbeni hatásai, a lezárt és a még működő olaj- és gázkutak és a velük történt különféle káresetek adják. [118, p. 60] A 6. számú képen Zala megye több száz szénhidrogénkútja látható.



6. számú kép: Szénhidrogénkutak Zala megyében
Készítette a Zala MKI térinformatikai munkatársa, Sárga Sándor a MOL Nyrt. forrásadatai alapján 2016-ban

Az országban jelenleg 43 azonosított veszélyes üzem található szénhidrogénipari területen. A kőolaj-finomítók, üzemanyag-bázistelepek mellett a tárolt veszélyes anyagok jellege miatt az erőműveket, valamint a repülőtereket is ide kell sorolni. [119, p. 44] A szénhidrogén-feldolgozók között található több alsó és felső küszöbérték közötti létesítmény, közülük néhány létfontosságú rendszerelemnek minősül.

Feltételezésem szerint azért fontos, hogy a tűzvizsgálati tevékenység egy magasabb színvonalú mérnöki munka legyen, mivel a veszélyes ipari és a szénhidrogénipari üzemek tűzesetei bonyolult rendszerek láncolatait érintik. A vizsgálóknak rendelkezniük kell azokkal a kompetenciákkal, amelyek a mérnökképzés alapjainál beleivódnak, logikus gondolkodásmóddal, a szakma szeretetével, a fejlődés igényével. A jól képzett tűzvizsgáló el tud vonatkoztatni, fel tud ismerni egy technológiai rendszer ellen indított túlterheléses kibertámadás következményeként kiégett helyszínt, utánajár a legapróbb részleteknek. A tanfolyami képzéseken tanultak alkalmazásával képes egy megfélemlített dolgozó bizalmába férkőzve felfedni, hogy a tűz szabotázs okaként keletkezett. A szénhidrogénipart érintő terrorcselekmények kialakulásának egyre nagyobb valószínűséggel bekövetkező veszélyeire és az erre való felkészülés vészhelyzeti forgatókönyvének létesítésére a magyarországi üzemek felkészültek. [120, p. 136]

A 2015. évi CLXXXVI. törvénnyel – a közigazgatási bürokráciacsökkentéssel összefüggő törvénymódosításokról – és a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről szóló jogszabály 2016. január 1-én hatályba lépett módosulásával bekövetkezett hatásköri változások a katasztrófavédelem rendszerét és a tűzvizsgálók jogi lehetőségeit is érintették. A 20. pontjában az 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról (a továbbiakban: Tvt.) módosítja:

„34. § (1) a Tvt »Tűzvédelmi hatósági feladatok« alcíme a következő… egészül ki: …”

A tűzesetek vizsgálatát a 259/2011. (XII. 7.) rendelet, tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról szabályozza. A Kormány a rendeletben kijelöli a tűzkeletkezést megállapító hatóságot.

„1. § (1) A Kormány elsőfokú tűzvédelmi hatóságként – a (2) és (3) bekezdésben, az 5. §-ban és más kormányrendeletben meghatározott kivételekkel – a katasztrófavédelmi kirendeltséget jelöli ki, amely […]

(2) A Kormány elsőfokú tűzvédelmi hatóságként a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területi szervét (a továbbiakban: területi szerv) jelöli ki, amely […]

l) lefolytatja a tűzvizsgálati eljárást […]”

A legfőbb változás tehát, hogy az eddig első fokon katasztrófavédelmi kirendeltségi hatáskörbe tartozó tűzvizsgálati eljárás a területileg illetékes szerv hatáskörébe került, amit a 17/2015 főigazgatói intézkedés[113] foganatosít. A szervezeti és működési szabályzatban nevesítették, hogy az elsődleges feladatok végrehajtását, a helyszíni szemlét a KMSZ látja el.

A BM országos katasztrófavédelmi főigazgató 5/2020. (XI. 13.) BM OKF utasítása a BM OKF Szervezeti és Működési Szabályzatáról meghatározza a feladatköröket a különböző szakterületek tekintetében, a tűzvizsgálati eljárások során szakmailag irányítja és ellenőrzi a tűzvizsgálat kapcsán a területi szervek feladat-végrehajtását.

„108.6. kidolgozza a szakterületét érintő tűzvizsgálati tevékenységre vonatkozó szabályozások, ajánlások tervezeteit;

108.7. közreműködik a tűzoltási, műszaki mentési, tűzvizsgálati tevékenységre vonatkozó jogszabályok, szabványok, direktívák kidolgozásában, segíti a minisztériumok, országos hatáskörű szervek, valamint az önkormányzatok tűzoltással, műszaki mentéssel kapcsolatos jogalkalmazó tevékenységét […]”

[113] A BM OKF Főigazgató 17/2015. számú intézkedése a katasztrófavédelem központi, területi és helyi szerveit érintő hatósági és szakhatósági tevékenység végzéséről.

A kutatás alapvető módszertana a témához kapcsolódó jogszabályok vizsgálata. A tűzvizsgálat szempontjából az eljárás minden szakaszában meg kell felelni a közigazgatás alapját képező jogszabályoknak, mint az Ákr.

A tűzvédelmi hatóság külön jogszabályban meghatározott esetekben a tűzesettel kapcsolatban tűzvizsgálati eljárást folytat le, és hatósági bizonyítványt ad ki:

*„Tvt. 1. § * (1) e) a tűzesettel kapcsolatban tűzvizsgálati eljárást folytat le és tűzeseti hatósági bizonyítványt ad ki."*

Az 1990. évi XCIII. törvény az illetékről (a továbbiakban: Itv.) 29. § (1) bekezdése alapján a hatósági bizonyítvány kiállításáért 3000,- Ft illetéket kell leróni. Amennyiben az ügyfél a tűzvizsgálat során keletkezett iratokról másolatot kér, akkor az Ákr. alapján laponként 100 Ft illeték megfizetésére kötelez az Itv. alapján:

„33. § [Az iratbetekintési jog] 4) Az iratbetekintés során az arra jogosult másolatot, kivonatot készíthet vagy – kormányrendeletben meghatározott költségtérítés ellenében – másolatot kérhet, amelyet a hatóság kérelemre hitelesít."

A Kormány az Alaptörvény 15. cikk (1) bekezdésében meghatározott feladatkörében eljárva a Tvt. *„47. § (1) Felhatalmazást kap, hogy rendeletben határozza meg:*

k) a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó eljárási szabályokat.

(2) Felhatalmazást kap a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter, hogy rendeletben határozza meg:

3. a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokat […]"

A tűzvizsgálati eljárásokat az alábbi rendeletek alapján kell végrehajtani:

- 490/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó eljárási szabályokról.
- A 43/2011. (XI. 30.) BM rendelet a katasztrófavédelmi kirendeltségek illetékességi területéről.
- Az OTSZ.
- 180/2005. (IX. 9.) Korm. rendelet a közigazgatási hatósági eljárásban a személyes költségmentesség megállapításáról.
- A 44/2011. (XII. 5.) BM rendeletben a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról

  „1. § A tűzvizsgálati eljárás során a tűzvédelmi hatóság vizsgálja

  a) a tűz keletkezésének, terjedésének körülményeit; a tűz keletkezésének helyét, idejét; a tűz keletkezéséhez vezető folyamatot; továbbá a tűzesettel kapcsolatos személyi felelősséget,

b) a tűz keletkezésének megelőzésére, továbbterjedésének megakadályozására vonatkozó tűzvédelmi előírások érvényesülését, valamint

c) a tűzoltás alapvető feltételeinek meglétét."

- A 2016. évi XXIX. törvény az igazságügyi szakértőkről.
- A 47/2011. (XII. 15.) BM rendelet tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályai alapján a tűzvédelmi szakértői tevékenység folytatása annak engedélyezhető, aki

  „a) tűzvédelmi mérnök, tűzvédelmi szakmérnök, építőmérnök, illetve építészmérnök tűz- és katasztrófavédelmi szakirányú végzettséggel, vagy

  b) területi építész vagy mérnöki kamarai tagsággal, felsőfokú állami végzettséggel és jogszabályban meghatározott felsőszintű tűzvédelmi szakmai képesítéssel rendelkezik."

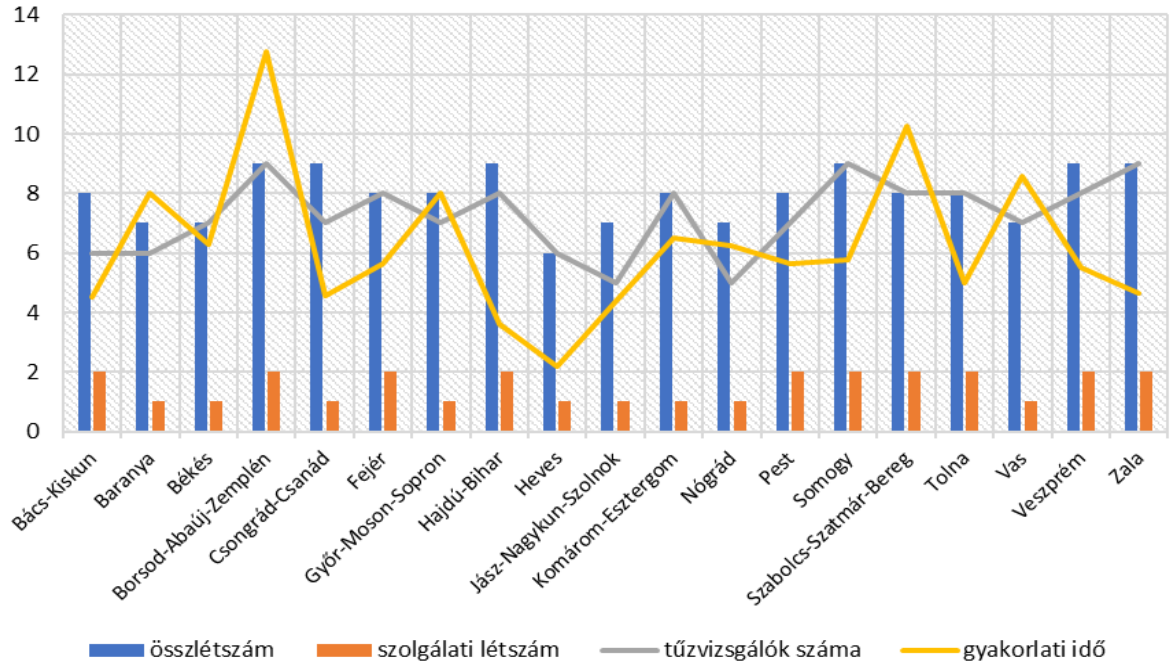
Az engedély kiadásához szükséges az adott tűzvédelmi szakterületen legalább ötéves szakmai gyakorlati idő igazolása, és a BM OKF által összeállított bizottság előtt a kérelmezett szakterületen eredményes vizsga tétele. Szakmai gyakorlati időn a kérelemben megjelölt tűzvédelmi szakterületen eltöltött gyakorlati időt kell érteni. Tűzvédelmi szakértői engedély több tűzvédelmi szakterületre is kérhető. Véleményem szerint az összegyűjtött és felsorolt, tűzvizsgálathoz köthető jogszabályok elősegítik és védik a magyarországi tűzvizsgálókat és a tűzvizsgálati rendszer épségét.

A szénhidrogénipart érintő tűzvizsgálatok tudományos megközelítéséhez szükség van a jogszabályi alapokon nyugvó tűzvizsgálói rendszer vizsgálatán felül a tűzvizsgálati eljárást lefolytató országos szervezeti egység, a KMSZ képességeinek felmérésére és kiértékelésére. A KMSZ munkatársai az állománytábla szerinti képzési követelményeknek országosan megfelelnek. A beosztáshoz előírt felsőfokú és/vagy szakmai végzettséget az NKE tűzvédelmi és mentésirányítási szakirányának vagy az Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar tűzvédelmi szakmérnök szakának (korábbi SZIE-YMÉK tűz- és katasztrófavédelmi mérnök szak), valamint a BM KOK OKJ-s végzettséget adó tűzvédelmi szervező szakának elvégzésével, valamint két év vonulási gyakorlat leteltével lehet megszerezni.

A tűzeseteket vizsgálóknak a „Tűzvizsgáló alaptanfolyamot", az I. modult, majd a tűzvizsgálat II. modult, „A tűzeseti helyszínelők továbbképző tanfolyamot", később a tűzvizsgálat III. modult, „A kriminalisztikai ismeretek tanfolyamot" kell elvégezniük. Az alaptanfolyamra a leendő vizsgáló egy gyakorlott tűzvizsgáló mellett több tűzeset vizsgálatát tanulmányozva készít egy vizsgamunkát, amelyet egy háromtagú bizottság előtt megvéd. Az alaptanfolyamra épül a helyszínelési ismereteket bővítő és a kriminalisztikai végzettséget elmélyítő tanfolyam.

Kijelentem, hogy egy kész, minden szakmai kompetenciával rendelkező, önálló tűzvizsgálatra alkalmas vizsgáló kiképzése – a két év tűzoltási gyakorlati időt is beleszámítva – a legideálisabb esetben is legalább 3 évet vesz igénybe, amennyiben a modulokra beiskolázott tűzvizsgálót gördülékenyen tudja fogadni a kiképző/oktató szervezet, vagyis a kiképzési idő nem húzódik el túlságosan. A KMSZ-ek tűzvizsgálattal összefüggő képességeit a 3. számú diagram szemlélteti megyénként az össz-, szolgálati, tűzvizsgálólétszám és a gyakorlati idő függvényében.

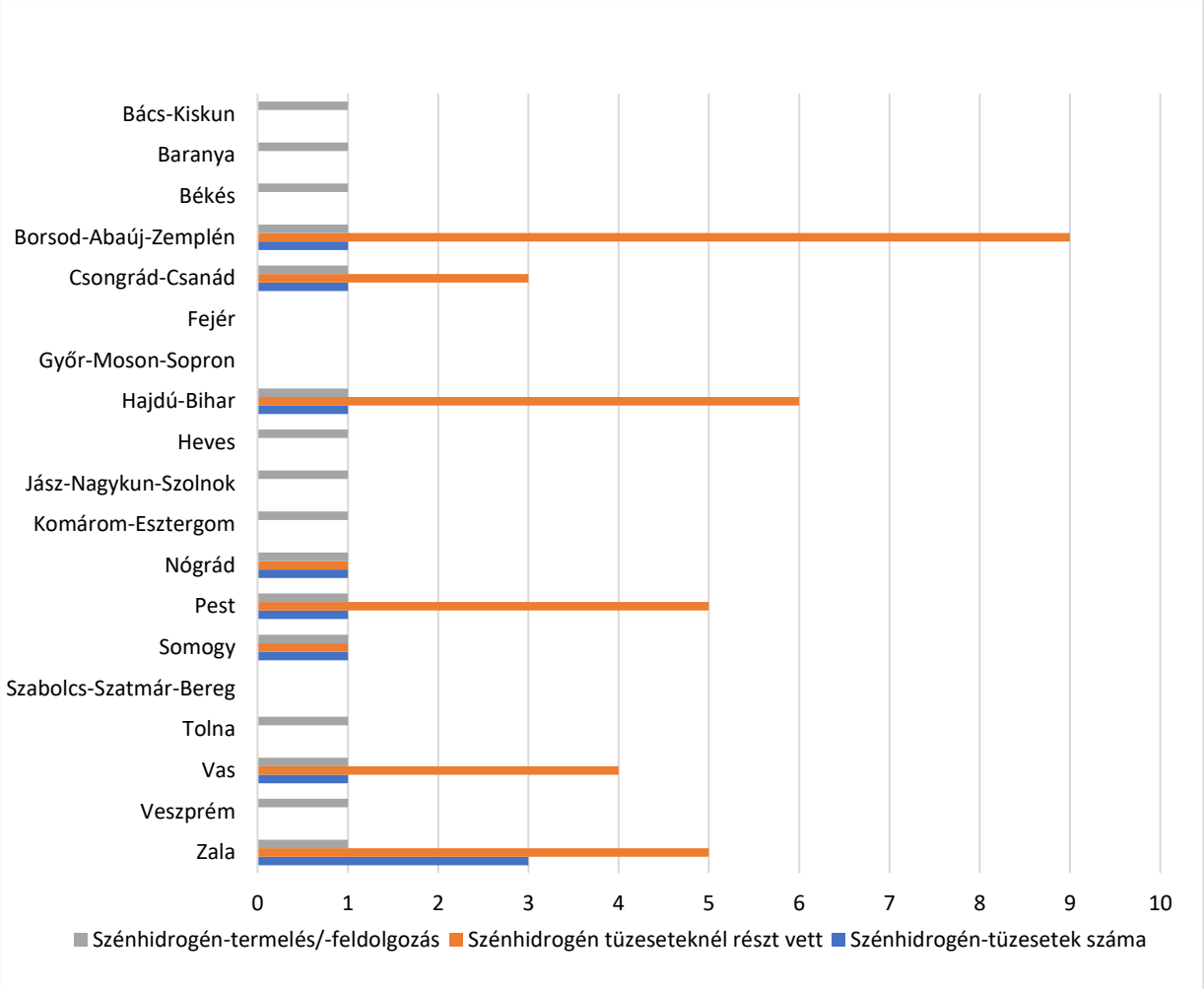
A szénhidrogénipar tűzvizsgálatával kapcsolatos fejlesztéseim első lépcsőjén kérdőíves kutatási módszer segítségével 23 pontban elektronikus űrlapon felmértem az ország megyeszékhelyein található, területi illetékességű KMSZ-ek 2019. év végi állapotnak megfelelő adottságait. A Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság Fővárosi Tűzvizsgáló Szolgálatát az országban egyedülálló, más szervezeti felépítés miatt nem vontam be a kérdőíves kutatásba.



3. számú diagram: A KMSZ összlétszáma és a tűzvizsgálók aránya, a gyakorlati idők és a szolgálati létszámok
Készítette a szerző, forrás: a tűzvizsgálatokkal kapcsolatos elektronikus kérdőíves felmérés

A kérdőívek kiértékelését követően egységesen elmondható, hogy a tűzvizsgálati helyszínek megközelítésére a KMSZ-ek különböző típusú és teljesítményű, de négykerék-meghajtású gépjárművel rendelkeznek. Minden KMSZ-gépjárműben megtalálható egy közepes teljesítményű mobil számítógép és nyomtató. A tűzvizsgálati „alap egységcsomag" területenként különféle, az adott megyére jellemző sajátosságú eszközökkel egészül ki. A 7. sz. mellékletben bemutatom a Zala KMSZ által kitöltött kérdőívet.

A KMSZ összlétszáma megyénként eltér, 6–9 fő közötti, a szolgálati létszám 2 fő. A 9 fős megyében 3 fővel is ki tudják adni a szolgálatot, de emberhiány esetén az 1 fős napi létszámmal is számolhatunk. A „Tűzvizsgáló alaptanfolyamot”, az I. modult végzettek aránya magas, több megyében megközelíti a teljes létszámot. A kérdőív kitöltésekor 6 megyében egy-egy fő várt a tanfolyamot követő vizsgára. A tűzvizsgálók gyakorlati éveinek számát vizsgálva az országos átlag 6,2 év. Az Országos Rendőr-főkapitányság (a továbbiakban: ORFK) Dunakeszi Oktatási Központban a tűzvizsgálat II. modulon, „A tűzeseti helyszínelők továbbképző tanfolyamon” az állomány tagjaiból összesen 102 fő vett részt. A tűzvizsgálat III. modult, „A kriminalisztikai ismeretek tanfolyamot” 80 fő végezte el a Miskolci Rendészeti Szakgimnázium szervezésében.



4. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás tűzesetei és az érintett megyék ábrázolása
Készítette a szerző, forrás: KMSZ elektronikus kérdőíves felmérés

Tovább folytatva a kérdőívek értékelését, hatósági, tűzmegelőzési területen korábban jártasságot szerzett országosan 19 fő, szintén 19 fő rendelkezik mérnök, tűzvédelmi mérnök végzettséggel. 16 megye területén van szénhidrogén-feldolgozással kapcsolatos tevékenység, és összesen 34 KMSZ-es vett részt szénhidrogén-tűzesetek felszámolásában/vizsgálatában, amit a 4. számú diagram mutat be.

A kérdőíves felmérésből kiderült, hogy a Nemzetközi Rendészeti Akadémia[114] (a továbbiakban: ILEA) robbantás tanfolyamán országosan 5, a Közép-európai Rendőr Akadémia[115] (KERA) bűnügyi helyszínelő, bűnügyi szemlebizottság-vezető tanfolyamán 3 fő vett részt, a Nemzeti Tűzvédelmi Egyesület[116] (NFPA) tanfolyamán nem vett részt senki. Korábban a katasztrófavédelem állományából az ILEA tanfolyamát a mért 5 főnél jóval többen végezték el. Az alacsony számból az következik, hogy a korábban a továbbképzésen részt vett tűzvizsgálók egy része a hatósági területen dolgozik, páran más területen, mint az iparbiztonság, vagy már nem a katasztrófavédelem állományába tartoznak.

Itt szeretném megjegyezni, hogy döntően a korábbi tűzvizsgálati rendszerben hatósági kiemelt főreferens, majd tűzvizsgálati és bevételelemzési kiemelt főreferens beosztásban, ezt követően hatósági osztályvezetőként közel 70 tűzesetet vizsgáltam. A hatósági munka mellett megterhelő volt egy-egy tűzeset vizsgálatának lebonyolítása, sokszor munkaidő után vagy éjjel került rá sor. A jelenlegi, KMSZ által fémjelzett tűzvizsgálati rendszer egy magasabb szintet és színvonalat képvisel. Javaslom, hogy ne csak külsős és a rendőrség által oktatott II., III. modulok legyenek, hanem a BM KOK és az NKE Katasztrófavédelmi Intézet kiváló oktatóinak és a hazai tűzvizsgálati eljárást kidolgozó nagyjaink meghatározott tematika és óraszámok alapján szervezett előadásain sajátítsák el tűzvizsgálóink e szakma rejtelmeit és szépségeit.

A kérdőív válaszainak rendezését követően a Tvt. tűzvizsgálattal kapcsolatos részeit elemzem. A Tvt. az alábbiakban meghatározza a tűzvizsgálat fogalmát:

„4. § f) tűzvizsgálat: a tűz keletkezési idejének, helyének és okának felderítésére irányuló hatósági tevékenység, amelynek célja olyan tűzmegelőzési, tűzoltási beavatkozási tapasztalatok megszerzése, következtetések levonása, amelyek alkalmasak a tűzmegelőzési ismeretek bővítésére és a mentési beavatkozási feltételek javítására […]"

A tűzvizsgáló végrehajtja a jogszabályban meghatározott adatgyűjtéseket (helyszíni szemlét folytat le, ügyfél-, tanúmeghallgatásokat végez), szakmailag értékeli a rendelkezésre álló iratokat, amelyek alapján elkészíti a szakmai értékelést, illetve az eljárás határozatát, a tűzvizsgálati jelentést. Javaslatot tesz az üggyel kapcsolatban további intézkedésre, eljárás megindítására. A káreset felszámolása közben másodpercek, percek állnak rendelkezésre az optimális döntés meghozatalára, addig egy helyszíni szemle lefolytatása órákban mérhető, így a cselekmények átgondolására is több idő áll rendelkezésre. [121, p. 13]

[114] International Law Enforcement Academy – ILEA, a Nemzetközi Rendészeti Akadémia.
[115] Közép-európai Rendőr Akadémia – KERA.
[116] National Fire Protection Association – az USA Nemzeti Tűzvédelmi Egyesülete, egy átfogó, önfinanszírozó nonprofit szervezet, amelyet 1896-ban hoztak létre, és amelynek célja a tűz, az elektromos és egyéb veszélyek miatti halálesetek, sérülések, vagyoni és gazdasági veszteségek felszámolása.

Már a beavatkozás és a tűzoltásvezetői szemle végrehajtásakor is elengedhetetlenül szükséges ismerni azokat a fizikai, kémiai átalakulásokat, amelyek a tűzesetek lefolyását jellemzik.
Elsődleges feladat a tűzvizsgálatot biztosító cselekmények végrehajtása:

- intézkedés a terület és a bizonyítékok biztonságos, változatlan állapotban történő megőrzéséről,
- jelentésben rögzíteni a helyszínre vonatkozó adatokat, információkat, helyszínrajzot, és lehetőség szerint kép- és filmfelvételeket készíteni,
- a tűzesettel érintett személyek kötelesek változatlanul hagyni és változatlan formában megőrizni a tűzeset helyszínét a kötelező adatgyűjtés elvégzéséig vagy a tűzvizsgálat helyszíni szemléjének befejezéséig, ettől eltérni csak közvetlen életveszély, az építmény helyrehozhatatlan károsodásának veszélye esetén, vagy a tűzeset helyszínén jelen lévő tűzvizsgáló vagy a tűzoltás vezetője engedélyével lehet.

A tűzvizsgálat hivatalból induló hatósági eljárás, az ügyfél kérelmére tűzvizsgálati eljárás megindítására a jogszabály nem ad lehetőséget. Az I. fokú tűzvizsgálati hatósági eljárás lefolytatására jogszabályban meghatározott esetekben a területileg illetékes katasztrófavédelmi igazgatóság jogosult.
A 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályait az alábbiak szerint hajtjuk végre:

„3. § (1) c) hivatalból tűzvizsgálati eljárást kell lefolytatni, ha:

a) a tűzesettel összefüggésben bűncselekmény gyanúja merül fel,

b) a tűzeset következtében haláleset történt,

c) a tűzeset minősített fokozata III-as vagy magasabb volt (a ténylegesen beavatkozó erőket kell figyelembe venni),

d) a hatóság vezetője szakmai szempontból indokoltnak tartja.”

A szénhidrogénipari tűzesetekhez, tűzvizsgálatokhoz vezető jellemző események:

1. A tűzesetek – az emberi tényező kizárása mellett – a gépek, szivattyúk, ipari centrifugák, szétválasztók meghibásodásának következményei, amelyet rossz tervezés, nem megfelelő anyagválasztás, megkeményedett tömítések vagy hibás elektromotorok okozhatnak.
2. Csővezeték-meghibásodást rozsdásodás, túlnyomás, az élettartam vége vagy a nem szakszerű tervezés okozhat.
3. A szelepek mechanikusan hibásodnak meg, tömítésük elkopik, kitöredezik, ennek oka lehet alulkarbantartottság, hibás kialakítás, alulméretezés.

4. A szénhidrogén-feldolgozókban alkalmazott hőcserélőket érő erős rozsdásodás, túl magas nyomás az egységek meghibásodásához vezet. Ha a hőcserélők meghibásodnak, az robbanásokhoz, tüzekhez és a létesítmény hosszú távú leállásához, hatóság általi felfüggesztéséhez vezet.
5. A kazánok a magas hőmérséklet következtében túl gyorsan rozsdásodhatnak, gőz- és üzemanyag-robbanásokkal járhatnak, vagy hibás beüzemelés következtében működés közben meghibásodhatnak.

A technológiai üzemek működése és a működésükkel járó kockázatok megértése kulcsfontosságú az adott létesítményben történt káresemények sikeres tűzvizsgálatához. Mint minden vizsgálat esetében, a siker kulcsa a létesítmény korábbi, működés közben látott tevékenysége, a tűzesetet követő adatgyűjtés, a két állapot összevetése, a dolgozók meghallgatása, a berendezések működésének tanulmányozása, megértése, az adatok elemzése, a tűzkeletkezés előtti adatok értékelése, értelmezése. A tűzkeletkezés pontos okának felderítése minden esetben függ a bizonyítás módjától, a tűzvizsgáló tapasztalatától és rátermettségétől.

3.2. A tűzvizsgálatok értékelése, fejleszthetősége

Az értekezés első fejezetében három, a szénhidrogén-feldolgozással összefüggő tűzesetet, a tűzvizsgálatok jogszerűségét, szakszerűségét, elrendelésének, lefolytatásának jogszabályi hátterét, a belső szabályozókat és a levont következtetéseket értékeltem. A szemrevételezett T-1006 és T-506 számú tartályok tűzvizsgálatát a hatályon kívül helyezett 123/2011. számú, tűzvizsgálatról szóló főigazgatói intézkedés és az 53/2012. számú tűzoltói beavatkozásokkal kapcsolatos adatgyűjtés és értékelés szabályozásáról szóló intézkedés alapján a katasztrófavédelmi kirendeltség tűzoltósági felügyelője hajtotta végre. Munkáját a területi szerv tűzvizsgálati és bevetéselemzési kiemelt főreferense szakirányítása mellett végezte.

Az átvizsgált okmányokból kiderült, hogy az ügyfelek nyilatkozatát, a tanúk meghallgatását az akkori gyakorlatnak megfelelően a tűzvizsgáló egyedül hajtotta végre, a helyszíni szemle jegyzőkönyvet egymaga készítette el. A hatályos főigazgatói intézkedésnek megfelelően és a megadott minta alapján az előírt tartalommal készültek el a tűzvizsgálathoz kapcsolódó dokumentumok, helyszínrajzok, jegyzőkönyvek, fényképek és a fényképmelléklet. A tűzvizsgáló egy előre eltervezett stratégia alapján folytatta le a szemlét és eljárást. Felügyelőként már a káreset helyszínén tartózkodott, a helyszíni szemlét alaposan végre tudta hajtani, az adatgyűjtésre elég idő állt a rendelkezésére, az ügyfeleket, tanúkat a beavatkozás során megismerte, információt gyűjtött.

Az összefoglaló jelentésben a gyújtóforrás megnevezése és a tűz terjedésére vonatkozó megállapítások helytállók. A létesítmény tűzvédelmi helyzetének értékelésébe bevonta a hatósági területen dolgozó munkatársait. A T-1006 számú tartály esetében beavatkozásról nem beszélhetünk, mivel az ott dolgozók a lánggal égést gőzzel eloltották, de a T-506 számú tartály esetében a beavatkozás szakszerűségének elemzését saját szakterületként otthonosan hajtotta végre. A vizsgálat során személyi felelősséggel kapcsolatos megállapításokat tett. A T-506 számú tartály robbanását követően a műveletirányítás, illetve a Finomító belső protokollja szerint a rendőrséget riasztották. Később a TEK pécsi egységét is bevetették a vizsgálat során. Elsődleges feladatuk külső behatás, szabotázs, terrorakcióval összefüggő robbantásra utaló nyomok felderítése volt, ezért szorosan együttműködtek a tűzvizsgálóval. Az ügyfélnyilatkoztatások és a tanúmeghallgatások külön-külön folytak. A szakterület és a hatóságok a saját eszközeiket, jegyzőkönyveiket és módszereiket használták. A tűzvizsgáló első lépésként megismerkedett a technológiai folyamatokkal, ahogyan azt Fentor László és Bartha Iván *A tűzvizsgálat alapjai* című könyvében leírja, [20, p. 38.] majd a Finomító részéről bevont független szakértők véleményét figyelembe véve megállapította a tűzeset keletkezésének körülményeit. Helyesen meglátta a két tartály tűzesete közötti összefüggést, azt, hogy az első eseményt követő javító szándékú technológiamódosításból következett a második káreset.

A T-1110 számú tartály tűzvizsgálatát a 4/2017. BM OKF Főigazgatói Intézkedés a KMSZ, a KML, valamint a Katasztrófavédelmi Sugárfelderítő Egység tevékenységének szabályozásáról és a 6/2016. (I. 24.) BM OKF Főigazgatói Utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról, továbbá a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó egyes eljárási kérdések szabályozásáról szóló 56/2016. BM OKF Főigazgatói Intézkedés alapján a KMSZ szolgálatban lévő két munkatársa végezte.

Az átvizsgált dokumentumokból kiderül, hogy az ügyfelek, tanúk meghallgatását a tűzvizsgáló a társával közösen hajtotta végre, a helyszíni szemle jegyzőkönyvet közösen készítették. A hatályos főigazgatói intézkedéseknek és utasításnak megfelelően a minta alapján az előírt tartalommal készültek el a tűzvizsgálathoz kapcsolódó dokumentumok, rajzok, jegyzőkönyvek és a fényképmelléklet. A tűzvizsgáló a korábbi káreseteknél közreműködő hatósági osztályvezető és a szakértő magánvéleményét is kikérte a tűzeset keletkezésének körülményeivel kapcsolatban. A tűz keletkezési okára, a gyújtóforrásra vonatkozó megállapítás értelmében a szigetelés alá befolyt forró bitumentől felhalmozódott hő hatására termikus bomlási reakció ment végbe, éghető gázok, gőzök szabadultak fel (mint a metán, etán, etilén, propán, i-bután, i-pentán).

A zárt térben a felszabadult éghető gázok túlmelegedtek, majd begyulladtak. Az égést elősegítette a kémiai reakció során visszamaradt szilárd anyagok kokszosodása. A tűzvizsgáló a szemlejegyzőkönyvben, később az összefoglaló jelentésben pontosan megjelenítette a tűz helyszínének általános leírását, rendszerezte a tűz keletkezéséhez vezető folyamatot. A tűzvizsgáló a tűz keletkezési helyére, idejére vonatkozó megállapításait jónak tartom. A tűzvizsgálónak a tűzeset okára és a gyújtóforrásra vonatkozó levezetése jó, de a bizonyító erejű megállapításhoz kevés. Minden kétséget kizáróan nem tudta bizonyítani, ezért helyesen ismeretlenként jelölte meg a feltételezett tűzkeletkezési okot. A tűz terjedésére vonatkozó megállapítások relevánsak. Személyi felelősséggel kapcsolatos megállapítások egyértelműen nem tehetők. A személyek, az anyagi javak és a természeti környezet veszélyeztetettségére vonatkozó megállapítások helyesek.

A tűzvizsgáló leírta, hogy a tűzeset kiváltó okaként szereplő túltöltésért a tanút terheli a felelősség, ugyanakkor meg kell említeni azt a tényt, hogy a vállalkozás tevékenységének e technológiai része nem rendelkezett a szükséges túltöltés elleni védelmi berendezésekkel. A tartályok töltöttségét az előkészítőben lévő monitorokon lehet figyelemmel kísérni, amely a bitumen átérését méri, majd jelez, ha a beállított mennyiség megérkezik. A rendszer a tartály túltöltése ellen nem véd. A kezelő telefonon tartja a kapcsolatot a Finomító gépkezelőjével, amikor a csővezetéken elindul az anyag, a vállalkozás kezelője a tartály tetején, a mérőnyíláson keresztül figyeli, hogy jó tartályba történik-e a töltés. A művelet végén ismét telefonon egyeztetnek a töltés leállításáról. A tartálypark kezelőjárdáján a beérkező csővezetéknél található egy analóg számláló, amely csak a beáramlott mennyiséget méri. A két üzemet összekötő térfelszín feletti vezeték nem minősül terméktávvezetéknek, így arra nem vonatkozik a szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek Biztonsági Szabályzata közzétételéről szóló 79/2005. (X. 11.) GKM rendelet, illetve ezen rendelet szerinti védelmi szint betartására sem kötelezett a vállalkozás a fentiek értelmében. A tartályokba történő betárolás szétválasztása, valamint a tartály töltöttségének jelzése nem felelt meg az NGM-nek. Az NGM 1. melléklete alapján a tárolótartályt túltöltés elleni védelemmel, túltöltést jelző vagy gátló szerkezettel kellett volna ellátni, üzemeltetni. A legegyszerűbb esetet alapul véve a csak túltöltést jelző berendezésnél előjelzés is szükséges, és elég időnek, legalább 10 percnek kell rendelkezésre állnia a beavatkozásra.

Felmerül a kérdés, hogy egy korábbi létesítés, az akkor hatályos „régi” rendelet hogyan, mikor és milyen módon kövesse az „új”, hatályos rendeletet. Ebben az esetben, ha ez „időben” megtörtént volna, akkor nincs az emberi figyelmetlenségből adódó túltöltés, tűzeset és kár.

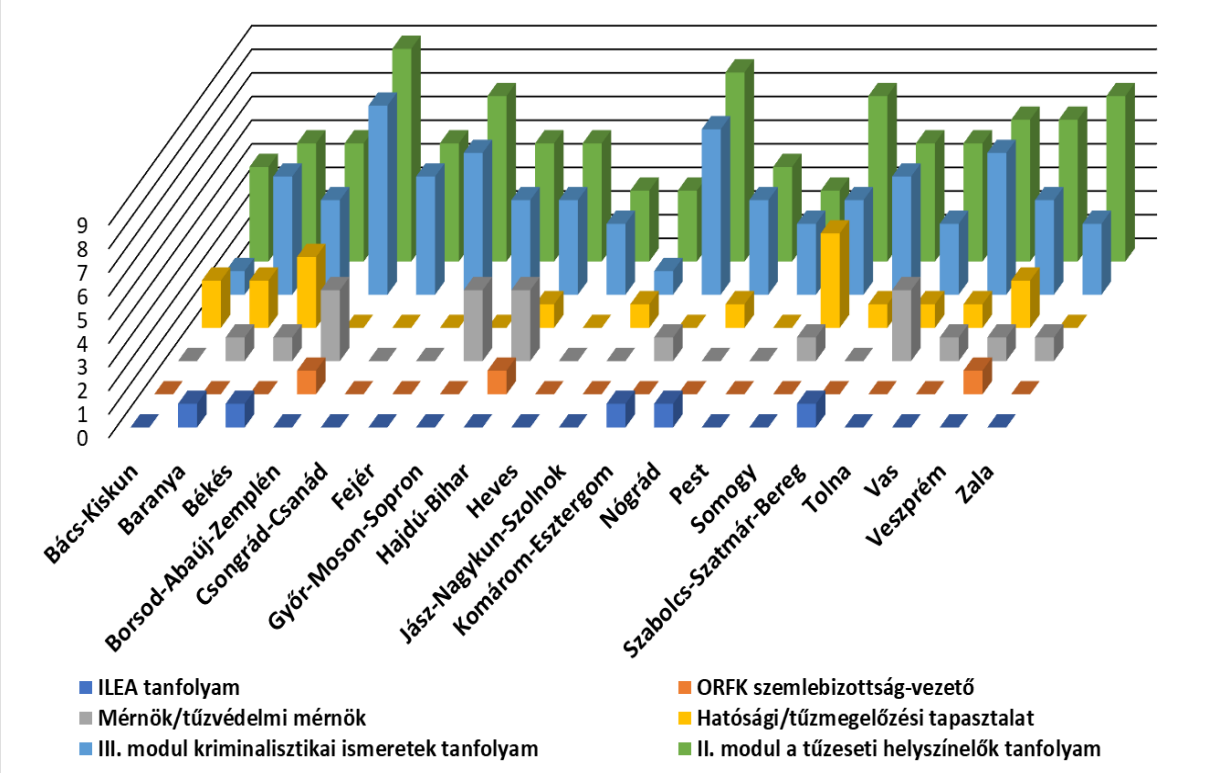
A tűzesetet követően a tartályok túltöltés elleni védelmét a fenti hatályos jogszabálynak megfelelő villamos aktuátorral[117] ellátott tolózárak beépítésével valósították meg. Mindhárom tűzvizsgálattal párhuzamosan az iparbiztonsági felügyelő is nyilatkoztatta az ügyfeleket, és tanúkat hallgatott meg az eseményekkel kapcsolatban. A harmadik tűzvizsgálatnál a KMSZ két munkatársa szinte szemlebizottságot alkotva aktívabban tudta az ügyfeleket nyilatkoztatni és a tanúkat meghallgatni. Legalább ketten jobb és hatékonyabb tűzvizsgálati stratégiával dolgoznak, mint a korábbi egy fő tűzvizsgáló. [21, p. 174]

Az elektronikus kérdőívek alapján összegyűjtöttem a tűzvizsgálók kompetenciáit, elemeztem a szénhidrogén-feldolgozáshoz kapcsolódó tűzesetek vizsgálatát. A kérdőívekből kiderült, hogy Magyarországon 16 megye érintett és veszélyeztetett a szénhidrogén-feldolgozás szempontjából. Megállapítom, hogy a szénhidrogénipari tűzvizsgálatokat végzők a megszokott hétköznapi tűzesetek közül bekerülnek egy teljesen új világba, ahol a szénhidrogénipari szakszavakból szinte szótárt kell nekik összeállítani annak érdekében, hogy megértsék és átlássák a technológiai folyamatokat, azután meg tudják állapítani a lehetséges tűzkeletkezéshez vezető történéseket. Kitűnik, hogy a tűzvizsgálók szakmai felkészültsége magas, a szénhidrogénipari eljárásokba beletanulnak, a technológiai folyamatokat a tűzvizsgálattal eltöltött hónapok alatt átlátják. Úgy gondolom, hogy azt a tűzvizsgálót, aki már számos szénhidrogénipari káresettel kapcsolatos tűzvizsgálatot lefolytatott, tanulmányozta a szénhidrogénipari eljárásokat, ismeri a jellemző technológiai folyamatokat, a múlt káreseteiből is felkészült, ismeri ennek a különleges szakterületnek a módszereit, ki kell emelni a szénhidrogénipari tüzek katasztrófavédelmi szakértőjének. A katasztrófavédelmi szakértőnek a tűzvizsgálati és igazságügyi szakértői jogosultság nem feltétele, de a szélesebb látókör miatt előnyös, ha ezzel a kompetenciával rendelkezik. A kérdőíves felmérés kiértékelése alapján a tűzvizsgálók átlagos gyakorlati ideje 6 év. A legtöbb válaszadó régen, volt, aki két évtizede vizsgált utoljára szénhidrogénipari tüzet és működött közre káresemény felszámolásában. Megállapítom, hogy szénhidrogénipari tűzesetek egyre ritkábban fordulnak elő Magyarországon. A katasztrófavédelmi szakértői módszertant tovább gondolva alkalmazni lehet az ipar valamennyi területén, az élelmiszer-, gyógyszer-, könnyű- és vegyiparban is. A tűzvizsgálóknak tisztában kell lenniük az illetékességi területükön elhelyezkedő üzemek berendezéseivel és a hozzájuk kapcsolódó technológiával. Ezt csak folyamatos képzéssel, az ipari üzemekben végrehajtott gyakorlatok, szemlék során, a tűzvédelmi, iparbiztonsági és polgári védelmi, hatósági szakterülettel közösen, egymást segítve tudják elsajátítani.

[117] A vezérlő algoritmus kimenő jeleit mechanikai elmozdulássá alakítja, és elzárja a bitumen áramlását.

3.3. Az oktatás és képzés korszerűsítése

A magyar tűzvizsgálók Európa élmezőnyébe tartoznak, Bérczi László és társa megállapítása szerint. *„Igényként merült fel a rendőrséget támogató szakértői munka mellett a tűzoltó szakma tapasztalatainak összefoglalása. Célként tűzték ki a tűzvizsgálatot végzők felkészültségének fejlesztését, illetve a tűzvizsgálattal nyert tapasztalatok hasznosításának lehetőségét."* [122, p. 43] 2019. december végén a tűzvizsgálat II. modul. „A tűzeseti helyszínelők továbbképzőt" és a tűzvizsgálat III. modul, a „Kriminalisztikai ismeretek tanfolyamot" a kérdőív tanúsága szerint a 138 tűzvizsgáló közül 102, illetve 80 elvégezte, ami 73,9 és 57,9%-os aránynak felel meg. Hesz József tű. ezredes a BM OKF főügyeleti főosztályvezetője nagy gondot fordít a tűzvizsgálati eljárás lefolytatásához szükséges tanfolyami modulokra történő beiskolázásokra és az éves terv elkészítésére – a megyei főügyeleti osztályvezetők segítségével – a tűzvizsgálók utánpótlása és folyamatos képzése érdekében. [123, p. 99] A kérdőíves felmérés alapján a mérnök végzettséggel rendelkezők száma országosan 19 fő, amit a legfontosabb képzésekkel közösen az 5. számú diagramon mutatok be.



5. számú diagram: A KMSZ tűzvizsgálóinak képzettsége és a mérnök végzettségűek ábrázolása
Készítette a szerző, forrás: a tűzvizsgálatokkal *kapcsolatos elektronikus kérdőíves felmérés*

Véleményem szerint az ipari üzemek, veszélyes üzemek és a szénhidrogénipar tűzvizsgálatainak magasabb szintű és színvonalú végrehajtásához szükség van az NKE Katasztrófavédelmi Tanszék felsőfokú képzéseire [124, p. 70] a most induló tűzvédelmi mérnökképzés keretében vagy ahhoz kapcsolódva. A tűzvédelmi mérnöki szakképzettség megalapozásához szükséges és a mérnöki tudáshoz nélkülözhetetlen a gazdasági és humán, természettudományos, tűzvédelmi mérnöki elméleti és gyakorlati ismeretek tanulása. Biztosítani kell a műszaki (mérnöki) felkészültséget igénylő feladatok teljesíthetőségét. [125, pp. 79, 166] Véleményem szerint a tűzvédelmi mérnökképzés keretében, az alapképzést követő szakosodással valósítható meg a tűzvizsgáló mérnökök képzése a tűzvédelmi szakértői területekhez kapcsolódva, a tűzvizsgálati szakértőkkel egy szinten, az NKE által készített képzésfejlesztési elképzelést tovább gondolva. [126]

Az alapoknál kezdve a KMSZ-be beosztottaknak elsődleges feladatai közé tartozik a tűzoltás, amelyhez magas fokú ismeret és jogosultság kell. A jogszabályból következik, hogy tűzvédelmi szakmai felsőfokú végzettség, tűzoltásvezetői jogosultság és 2 éves gyakorlati idő szükséges a KMSZ tagjának a beosztása betöltéséhez. A hivatásos katasztrófavédelmi szerveknél a szakmai képesítések követelményeiről és a szakmai képzésekről szóló rendelet 6. pontja szabályozza a tűzoltás, műszaki mentés vezetésére jogosító végzettségeket. [127] A 17. § Tűzoltás, műszaki mentés vezetését a hivatásos katasztrófavédelmi szervnél minimum tűzoltó II. részszakképesítéssel − vagy annak megfelelő, a rendeletben elismerhető szakmai képesítéssel −, a képesítés megszerzésétől számított minimum 5 éves, hivatásos tűzoltóságnál szerzett tűzoltási, műszaki mentési gyakorlattal, legalább középfokú iskolai végzettséggel, továbbá tűzoltásvezető I. tanfolyammal, vagy az 1. melléklet 1.2. alpontjában foglalt középszintű vagy felsőszintű képesítéssel rendelkező személy láthat el. A tűzoltásvezető I. tanfolyamot a KOK és a katasztrófavédelmi igazgatóságok szervezik, a képzés elvégzését igazoló okiratot a tanfolyam szervezője adja ki.

A rendelet 1. számú melléklete szerint a tűzoltósági szakterületen elfogadható képesítések:

- A rendészeti igazgatási alapképzési szak katasztrófavédelmi szakirány tűzoltósági szakterületen csak abban az esetben fogadható el, ha az illető rendelkezik legalább középszintű tűzoltás, műszaki mentés vezetésére jogosító végzettséggel.
- A tűzvédelmi szakmérnök szakképesítés tűzoltósági szakterületen csak abban az esetben fogadható el, ha az illető rendelkezik legalább középszintű tűzoltás, műszaki mentés vezetésére jogosító végzettséggel.

- A tűzvédelmi tervezési szakmérnök csak abban az esetben fogadható el, ha az illető rendelkezik legalább középszintű tűzoltás, műszaki mentés vezetésére jogosító végzettséggel.
- Katasztrófavédelem mesterképzési szak és legalább középszintű tűzoltás, műszaki mentés vezetésére jogosító végzettség.

A 9/2006. (II. 27.) IM rendelet az igazságügyi szakértői szakterületekről, valamint az azokhoz kapcsolódó képesítési és egyéb szakmai feltételekről 1. számú mellékletét alapul véve a minimum képesítési feltételek a tűzvizsgálati szakterület esetén:

a) tűzvédelmi mérnök,

b) műszaki szakoktató tűzvédelmi szakirányon,

c) az OKJ-ben[118] szereplő katasztrófa- és tűzvédelmi szervező (tiszt) szakképesítés,

d) egyetemi vagy főiskolai szintű alapképzésben szerzett végzettség és az OKJ-ben szereplő tűzvédelmi főelőadó szakképesítés,

e) katasztrófavédelem alapképzési szakon (katasztrófavédelmi műveleti, tűzvédelmi és mentésirányítási vagy iparbiztonsági szakirány) szerzett felsőfokú végzettség,

f) rendészeti szervező szakképesítés (katasztrófavédelmi szervező szakmairány, tűzvédelmi szervező szakmairány vagy iparbiztonsági szervező szakmairány).

Megállapítom, hogy a kérdőíves felmérés adatai alapján a 19 fő mérnök, tűzvédelmi mérnök végzettségű KMSZ tűzvizsgáló megfelel a jogszabályban leírt képesítési követelmények a) pontjának. A KMSZ munkakörökhöz és beosztásokhoz kapcsolódó b)–e) beosztások közül a tűzvizsgálók egy része tűzvédelmi szakirányú műszaki szakoktatói végzettséggel rendelkezik, a többségük az OKJ-ben szereplő katasztrófa- és tűzvédelmi szervező (tiszt) képzést végezte el, ami a munkakör betöltésére feljogosítja. Amint látjuk, a jogszabályban előírt tűzoltás vezetésére feljogosító alapvégzettségre épül rá a tűzvizsgálat és a kapcsolódó modulok.

A tűzvizsgáló mérnök szak kiválthatná ezt az egymásra épülő rendszert a tananyagba beépített alapkövetelményekkel és szerkezettel, a tűzkeletkezéstől kezdve a helyszíni szemlék lefolytatásán át az IoT-rendszerek alkalmazásáig a jelölt számos hasznos órát eltölthet a gyakorlati helyszíneken. A tananyag részévé tenném a tapasztalt tűzvizsgálók mellett, a tényleges tüzek vizsgálatával kiegészített gyakorlatot. A tűzvizsgálók mellett megkapnák a kellő szakmai jártasságot, és elsajátíthatnák az e-szemle alkalmazás szakszerű használatát.

[118] Országos Képzési Jegyzék.

A tűzvizsgáló mérnökképzés tematikáját a 4. számú táblázat szerint javaslom felépíteni.

Sorsz.	Követelmények	Tartalma	Előadás	Gyakorlat	Összes óraszám	Kredit
	Alapozó tárgyak					
1.	Tűzoltó technikai alapismeretek	A katasztrófavédelem tevékenysége során használatos gépjárművek, gépek, berendezések és különleges eszközök	20	44	64	5
2.	Tűzoltási és műszaki mentési ismeretek	A tűzeset helyszínének az oltás során történt jelentős megváltoztatásának és az oltóanyagok tűzre gyakorolt hatása	32	32	64	6
3.	Tűzkeletkezés és tűzvizsgálattan	A tűzeset keletkezési helye pontos körülhatárolásának ismerete, a tűzvizsgálat alapjai	48	16	64	6
4.	Iparbiztonságtan	Az ipari üzemek felépítése, működése és az ipari veszélyhelyzetek felszámolása	48	16	64	5
	Szakmai törzsanyag					
5.	Az e-szemle alkalmazás	Az e-szemle alkalmazás bemutatása, tesztverzió használata	64	0	64	5
6.	Szemlebizottság-vezetői alapismeretek	A helyszíni szemle lefolytatásának módszertana	64	0	64	5
7.	A helyszíni szemle lefolytatásának módszertana	A helyszíni szemle lefolytatásának jogi normái, erő és eszköz feltételrendszere, szakmai előírások alkalmazása	80	16	96	6
8.	Égésnyomok beazonosítása	A káreseti helyszínek különféle égésnyomainak és formáinak ismerete, beazonosítása	16	16	32	8
9.	A tűzvizsgálat XXI. századi módszerei	Digitális technológiával támogatott tűzvizsgálati módszerek	48	16	64	6
10.	Helyszínelési, nyomrögzítési, bizonyítékgyűjtési módszertan	Az alapvető helyszínelési technikák módszertana	48	16	64	6
11.	Kriminalisztikai módszertan	A kárhelyszín magasabb színtű vizsgálatának elsajátítása	48	16	64	6
	Szakmai gyakorlatok					
12.	Ügyfél- és tanú-meghallgatás gyakorlata	Az ÁKR alkalmazása, a nyilatkozatok rögzítésének módjai, meghallgatás taktikája	4	60	64	6
13.	Bizonyítási eszközök	Felderítése, összegyűjtése, biztosítása, az elektronikus bizonyítékok alkalmazása és felhasználása, elemzés, értékelés	4	60	64	8
14.	Az IoT-eszközök alkalmazásának gyakorlata	Az IoT-eszközök bemutatása alkalmazása a tűzoltás, tűzvizsgálat során	16	48	64	6
15.	Tűzeseti helyszínelés gyakorlata	A tűzeseti helyszínek vizsgálata	4	60	64	8
16.	Gyakorlati tűzvizsgálat	Az e-szemle alkalmazás használatával gyakorlati feladatok végrehajtása tényleges tűzvizsgálatoknál. A program eddigi alkalmazása során keletkezett ismeretek megosztása	4	60	64	10
	Mindösszesen:		**548**	**476**	**1024**	**102**

4. számú táblázat: A tűzvizsgáló mérnökképzés javasolt tematikája, kiemelt gyakorlati képzéssel
Készítette: a szerző

A saját tapasztalatom alapján emelni kell a tűzvizsgálók digitális és technikai, technológiai kompetenciáinak szintjét, mivel egy részük nem mozog otthonosan a kibertérben. A tűzvizsgálattal kapcsolatos tudományos ismeretek és az ezzel összefüggő tudásbázis egyre fontosabb szerepet kap a védelmi szférában. [128, p. 9] Álláspontom szerint ezt a fontos és kiemelkedő módszertant be kell illeszteni az egyetem katasztrófavédelmi képzési rendszerébe. [129] Az oly sokat citált egyetemi tudásszinthez szükséges gyakorlati képzéseket a BM KOK Laktanya utcai objektumában és a hatvan-nagygombosi gyakorlóbázison lehetne megvalósítani. A tűzvizsgálók a tűzkeletkezés és az égés fizikáját, kémiáját jól ismerik, de a tűzkeletkezéshez vezető kémiai vegyületek kialakulása és a kémia magasabb szintű ismerete létfontosságú lehet számukra a minőségi tűzvizsgálat és az okok pontos feltárása érdekében.

Dobor József korábban már hangsúlyozta, hogy a katasztrófavédelmi képzésen belül elengedhetetlen a vegyészeti jellegű tantárgyak által közvetített tudásanyag, az általános kémiai ismeretek és a hozzá kapcsolódó speciális teória oktatása, amelyek együttesen biztosítják a képzésből kikerülő hallgatók szakértelmét. [130, p. 227] A vegyészet a mélyebb kémiai ismeretek és a tűzesetek okának megértésében, felderítésében adott segítségen felül a veszélyes, tűzveszélyes anyagok környezetbe kerülése esetén a semlegesítésükre szolgáló matériák, valamint eljárások kiválasztásában, a semlegesítő anyagok pontos mennyiségének meghatározásában nyújt hathatós segítséget.

A képzések korszerűsítéséhez módosítani szükséges a hivatásos katasztrófavédelmi szerveknél, az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságoknál, az önkéntes tűzoltó-egyesületeknél, valamint az ez irányú szakágazatokban foglalkoztatottak szakmai képesítési követelményeiről és szakmai képzéseiről szóló 9/2015. (III. 25.) BM rendelet előírásait.

3.4. A tűzvizsgálói eszközök, felszerelések modernizálása

A tűzvizsgálóknak országosan közel egységes eszköz- és informatikai rendszer áll rendelkezésükre. A megyére jellemző tűzvizsgálat típusához és megkönnyítéséhez, valamint a pontos tűzkeletkezési ok meghatározásához szükséges speciális és extra kiegészítő eszközöket is alkalmazhatnak. A KMSZ-ben ideiglenes szolgálatot adok, így a személyes megítélésem alapján a következő, kutatásom során fellelt eszközöket javaslom a tűzvizsgálati helyszíni szemlék és a tűzvizsgálatok lefolytatásának javítása érdekében.

A fotoionizációs[119] érzékelővel szerelt kéziműszereket arra tervezték, hogy egy tűzesetet követően az illékony szerves vegyületek beazonosítását könnyen végre lehessen hajtani. Bűncselekmény gyanúja esetén a tűzvizsgálókészlet kimutatja az égésgyorsító szereket és a szénhidrogén-vegyületeket, többek között a benzint, a kisebb reakciókészségű alkánokat és a gyűrűs szerkezetű cikloalkánokat. A műszerek robusztus kialakításúak, a bekapcsolást követően azonnal készen állnak a használatra, és tűzoltó-védőkesztyűben is könnyedén kezelhetők. A tűzvizsgáló készlet fajtái magukban foglalják a piacvezető fotoionizációs technológiát és a szabadalmaztatott elektródavédelmi rendszert. A fejlett háromelektródás kialakítás ellenáll a párának és a szennyeződéseknek, ezzel biztosítva a megbízhatóságot és pontosságot a használat során. A tűzvizsgáló készletet a 7. számú kép szemlélteti.

7. számú kép: Tiger tűzvizsgáló készlet
Forrás: ION Science [131]

8. számú kép: Red Hawk hőszkenner, 955L modell
Forrás: Dyn-Optics [132]

A Red Hawk 955L hőszkenner a legújabb és legfejlettebb példánya a Dyn-Optics által gyártott hőszkennerek sorozatának, amely évek óta segíti az amerikai tűzoltók munkáját. A vörös lézer a forró részek pontos helyének meghatározására szolgál. Hő észlelése esetén hangos figyelmeztetést ad, és a hőkamerával ellentétben nincs szüksége keresőre, amely elvonhatja a tűzoltó figyelmét az eseményektől. A fejlett technológia lehetővé teszi a hőszkenner számára, hogy erős napfényben is maximális érzékenységgel működjön. Nagyon apró hőforrásokat, akár egy égő cigarettát a meleg aszfaltos úton, erős napfényben is képes kimutatni. A hőkameráktól és az infrahőmérőktől eltérően a hőszkennert a nap fénye nem akadályozza az érzékelés során, így kültéren kimagasló teljesítményt nyújt.

[119] A gázkisülési cső emittálja a fotont a nemesgázzal (Xe, Ar, Ne) töltött csőben. Az UV-fény hatására egyes szerves vegyületek (aromások) kis hatásfokkal ugyan (kb. 0,1%), de ionizálódnak, töltéshordozók keletkeznek, így nő az áram. Nincs szükség segédgázra ezért lehetőséget ad helyszíni mérésekre. Az aromás vegyületeket szelektálja.

Az egyik legfontosabb előnye a hőkamerákhoz képest, hogy az üvegfelületeken keresztül is alkalmazható. Zseblámpaként tartva és egy gyanús terület felett mozgatva gyorsan megtalálja a forró pontokat, és hangos riasztással azonnal figyelmezteti a kezelőt. A riasztás hangmagassága növekszik, amikor az eszköz közelebb van a forró ponthoz, így a tűzoltó gyorsan megtalálja a hőforrásokat anélkül, hogy levenné a tekintetét a vizsgált területről. A készülék minden egyes bekapcsolásakor teljes öntesztet hajt végre egy belső infrasugárzó bekapcsolásával. A készülék tartalmaz egy „segítségre szoruló riasztást", a főkapcsoló gyors kétszeri be- és kikapcsolásával hangos, folyamatos riasztás lép működésbe, hogy a többi tűzoltót figyelmeztesse, segítségre van szükség. A hőszkenner a 8. számú képen látható.

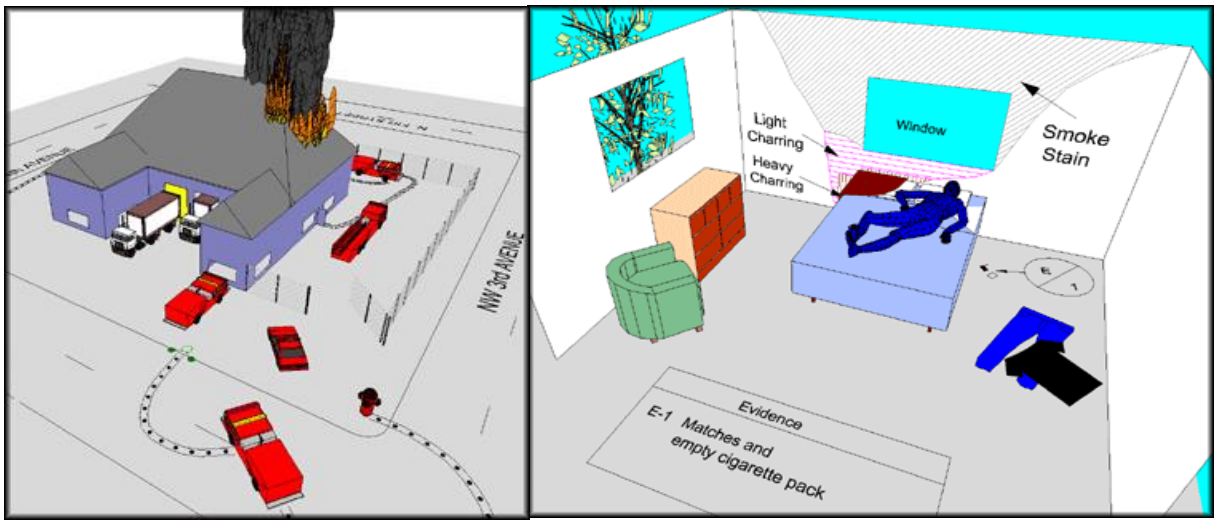
A Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet a tűzvizsgálathoz szükséges szisztematikus tűzvizsgálói módszertan eszközeit tartalmazza. A 6 külső zsebbel ellátott taktikai hátizsákba csomagolt eszközök egy-két kivétellel megegyeznek a mai KMSZ által is használt egységcsomag részeivel, és biztosítják a tűzvizsgálók számára a helyszín dokumentálását. A magyarországi KMSZ eszközeit nagyrészt kofferekben és ládákban helyezték el, az egységcsomagból a hátizsákot emelném ki, mivel a gépjárművel nehezen megközelíthető helyszínen jól használható, háton gyalogosan a vizsgálandó területre vihető. A készlet hátizsákja a 9. számú képen látható. A készletből az ujjlenyomat-rögzítő garnitúrát és az infravörös hőmérőt ajánlom rendszeresítésre a KMSZ számára.

9. számú kép: Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet
Forrás: Arrowhead Forensics [133]

A régebb óta tüzet vizsgálók az összetettebb esetekhez időnként használták a tűzvizsgálatot támogató 3D-alkalmazásokat.[120]

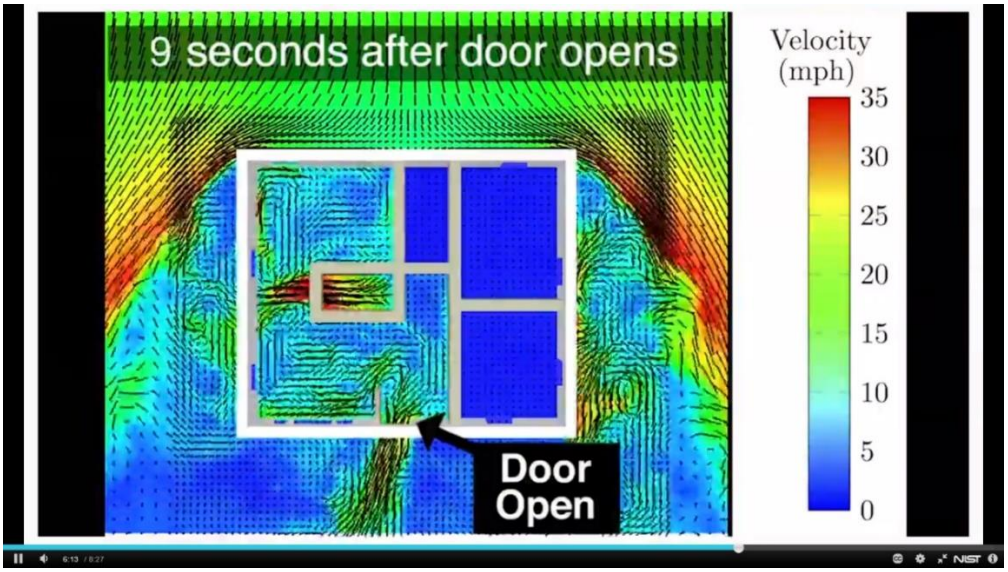
[120] A háromdimenziós tér egy geometriai beállítás, amelyben három, x, y, z értékre van szükség az elem helyzetének meghatározásához. A modellek lehetnek önműködően generáltak és kézzel készítettek. A 3D szkennelés során a program egy tárgy több különböző szögből készített fényképe alapján generál egy poligonhálót, amely ennek a tárgynak az arányait jelképezi. A geometriai adatok létrehozása és modellezése hasonlít a térbeli plasztikák, szobrok készítéséhez.

A 2016 előtti tűzvizsgálatokhoz egy több modulból álló ausztrál grafikus programot használtak, köztük egy rajzszoftvert, amely lehetővé tette a szükséges tűzvizsgálati információkkal ellátott rajzok gyors és egyszerű létrehozását. A kiegészítésekkel különféle berendezési tárgyakat, eszközöket, tárgyakat, formákat lehetett a rajzhoz adni, letöltésük, használatuk ingyenes. A tűzzóna rajzprogram a 10. számú képen látható.



10. számú kép: 3D tűzzóna rajzprogram
Forrás: Fire Safety Services S. A. [134]

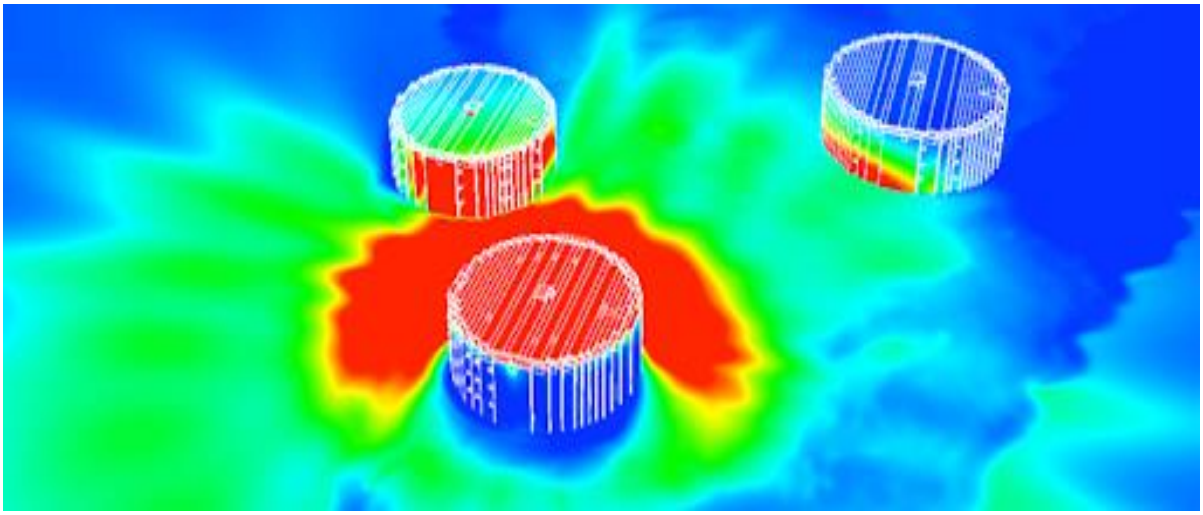
A modern létesítést és tűzvizsgálatot támogató programok közül a tűzvizsgálók számára ingyenesen elérhető a tűzdinamikai és füstterjedés-szimulátor[121] (a továbbiakban: FDS-SMW). [135] A szoftvert az Amerikai Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézete fejlesztette ki a Finn VTT Műszaki Kutatóközponttal együttműködve.



11. számú kép: Egyszintes lakóház tűzesetének modellezése
Forrás: NIST Fire Dynamics Simulator [136]

[121] Fire Dynamic Simulator and Smokeview – Tűzdinamikai és füstterjedés szimulátor.

Az FDS-SMW szimulátor egy kifinomult tűzmodellező szoftver, a tűzvizsgálók számára azért jó, mert a tűzesetet követően a megfelelő paraméterek megadásával vizsgálhatják, modellezhetik vele a tűz kifejlődésének dinamikáját. [137, p. 6] A 11. számú képen egy egyszintes családi ház tüzét mutatják be, amelyben két amerikai tűzoltó súlyosan megsérült. A Thunderhead Engineering szoftverfejlesztő cég három számítógépes szimulációs programot készített tudományos alkalmazás és a mérnökök számára. Az alkalmazások a létesítés, használat és a tűzvizsgálat során hasznos segítséget nyújtanak a tűz- és füstterjedés, a kiürítés szimulálásával. A PyroSim program segítségével gyorsan elkészíthetik az FDS-SMW modelleket. A próbaverzióban az internetes, telefonos tanácsadás és a támogatás fizetős. [138]



12. számú kép: A Fire & Risk Alliance által bemutatott tartálytűz hősugárzás-modellezése
Forrás: Advanced Modelling & Simulations [139]

A tűzfejlődés és füstterjedés szimulációját, a robbanási túlnyomás és károsodás következtében kijutó gyúlékony és mérgező gázok felhőjének szétterülési ábrája megjelenítését ígéri szimulációs modellezés segítségével a Fire & Risk Alliance. Teljes választékú folyadékáramlással kapcsolatos problémák elemzésére[122] (CFD-alapú) tűz-, füst-, köd- és robbanásmodellezés valamint -szimulációt végeznek. A legfrissebb, legfejlettebb szoftverekkel rendelkeznek: 3D-folyadékdinamikai eszközökből álló csomag[123] (FLACS), a levegőkibocsátás és a tüzek, robbanások hatásainak modellező szoftvere[124] (Breeze), a legátfogóbb folyamatveszély-elemző szoftverrendszer[125] (PHAST), FDS-SMW. A tartálytűz hősugárzás-modellezését a 12. számú képen mutatom be.

[122] Computational fluid dynamics – a számítási folyadékdinamika a folyadékmechanika egyik ága, amely numerikus elemzési és adatstruktúrákat használ a folyadékáramlással kapcsolatos problémák megoldására.
[123] FLame ACceleration Simulator – 3D folyadékdinamikai eszközökből álló csomag, amely egy sor szabványos modullal és további kiegészítőkkel rendelkezik, amelyeket a speciális követelményeknek megfelelésre terveztek.
[124] „Szellő” – modellező szoftver a levegőkibocsátás, a tüzek és a robbanások hatásainak felmérésére.
[125] Process Hazard Analysis Software Tool – a legátfogóbb folyamatveszély-elemző szoftverrendszer a folyamatbiztonság kezeléséhez a tervezés és az üzemeltetés minden szakaszában.

A holisztikus szemlélet szerint a lényeg mindig a részletekben rejlik. Mit nevezünk részletnek, mik azok a részletek? Véleményem szerint aprólékos munkával szétválasztani a lényegest a lényegtelentől. A feltárt részletek azok, amelyeket egy tűzvizsgálat során az egyik vagy másik serpenyőbe helyezve végül a megoldás felé billentik a mérleg nyelvét. Egy tűzvizsgálat sikere mégis sokszor a legkisebb részleten múlhat. A tűzvizsgáló képes minden mástól megkülönböztetni a lényeget, a folyamatos, részletekre történő odafigyeléssel a vizsgálat egésze alatt. Előfordul olyan tűzvizsgálat, amely az első pillantásra egyszerűnek tűnhet, de a vártnál több idő és erőfeszítés szükséges a részletek pontos feltárásához. A részletek különfélék lehetnek, mikroszkopikus méretűek vagy épület nagyságúak, illékony anyagúak, holisztikusak. A tűzvizsgálat maga is holisztikus, mivel a részleteket felsoroljuk, táblázatba foglaljuk és rendszerbe állítjuk, mint ahogyan a hadtudomány a katasztrófaelhárítás során alkalmazza a holisztikus elméletet. [140, p. 16]

A rendőrség a bűncselekmények még hatékonyabb felderítéséhez és bizonyításához, az alapos és precíz helyszíni szemle végrehajtásához már 2017 óta alkalmaz 3D szkennelést. A helyszín pontos, minden részletre kiterjedő feltérképezése a későbbi teljes körű visszaállítás, megtekintés és modellezés érdekében szükséges. A tetthelyet jegyzőkönyvben, álló- és mozgóképen, helyszínrajzon és vázlaton rögzítik. A szkennelés lényege, hogy a visszanézés során bármilyen és egy adott pontból, magasságból szinte milliméter pontosan megtekinthetők a helyszínek, akár az események szereplőinek szemszögéből. Kiemelt helyszíneken vetik be a 3D lézerszkennert és a 3D kézi szkennert. A készülék működése a fotogrammetrián[126] alapul. Az egyes mérési pontok önműködő egyesítése érdekében targeteket[127] helyeznek el. A későbbi eljárásokhoz fontos, hogy az eredeti, nyers adatállomány minden esetben megmarad, a szerkesztett képet egy új állományban tárolja és menti a rendszer, kizárva a helyszín módosításának, valamint a bizonyítékok eltüntetésének lehetőségét. A lézerszkenner 150 méter távolságig pontosan mér, ezért nagyobb szabad terület felmérésére is alkalmas. A helyszíni szemléken tárgyak, járművek térbeli helyzete kifogástalanul ábrázolható, a lőirányok pontosan meghatározhatók. A lövedéknyomból kiszámítja a fegyver elsütési helyzetét. [141] A parlament 2020-ban elfogadta a rendőrség NOVA e-Szemle alkalmazás 2.0 verziójának használatához, fejlesztéséhez kapcsolódó új tabletek, nyomtatók beszerzését és a programmal

[126] A fotogrammetria a távérzékelt felvételek mennyiségi kiértékelésén alapuló eljárás. A helyi geoinformatikai rendszerekben a távérzékeléssel együtt elsődleges adatgyűjtési szerepet tölthet be. A fotogrammetria szoros kapcsolatban áll a raszter- és vektoralapú geoinformatikával, a képfeldolgozási módszerekkel és a felületmodellezéssel. A fotogrammetria egy olyan korszerű tudományterület, amely a méréseinek alapjául az adatokat nem közvetlenül a terepről kapja, hanem az arról készített felvételről. A fotogrammetria lehetőséget ad a tér átfogó vizsgálatára, milliméteres pontosságú mérésére, amelyhez a lézertechnológiát alkalmazza.
[127] Négy fekete-fehér körcikkből álló tábla.

összefüggő további modulok kifejlesztésének pénzügyi támogatását. A NOVA e-Szemle alkalmazás 2.0 verziójának fejlesztése során vizsgálják az elkövetési helyszíneken a 3D szkennelés alkalmazhatóságát, szakmai szükségét, továbbá szorgalmazzák a Leica Geosystem által fejlesztett RTC-360 és BLK360 típusú 3D szkennerek, valamint szoftverek integrálását és az eszközök beszerzését as hatékony helyszíni szemlék lefolytatása érdekében. [142, p. 16]

3.5. A katasztrófavédelem elektronikus jegyzőkönyve és a tűzkeletkezés táblázata

Kutatásom korábbi szakaszában megállapítottam, hogy a HAMAR-rendszer[128] bevezetését követően a cél a katasztrófavédelmi szakterületek által végrehajtott, további nyomtató és papír nélküli helyszíni szemlék végrehajtása. A végső cél a tűzvizsgálók munkájának megkönnyítése érdekében a digitálisan elkészített helyszínrajz és szemlejegyzőkönyv közvetlenül a HAMAR-rendszerbe integrálása, rögzítése. A szoftveres fejlesztés óhatatlanul magával vonja a hardveres fejlesztés igényét. A tudományos kutatás első éveiben informatikus mérnök szemmel megvizsgáltam az Onyx BOOX Note és a Sony DPT-RP1/CP1. valamint a reMarkable, legújabb fejlesztésű e-papír kijelző méretű tabletjét, phableteket, iPadet. Tesztelésre mégis a legjobb megoldásnak az érintőképernyős laptopot tartom, mivel a mezők gyors kijelölése és a káreseti helyszín pontos megrajzolása az érintőképernyőn történik. Véleményem szerint az ügyfelek, tanúk adatainak felvétele és a helyszín szöveges rögzítése gyorsabb egy billentyűzeten, mint az érintőképernyőn gépelve. A gondolatomat alátámasztja a rendőrséggel közös helyszíni szemlék lassúsága az általuk bevezetett rendszer tökéletlensége miatt (a mobilkártyák gyenge térereje, a helyszín gyors vázlata az irodában pontosan megrajzolható, adatgyűjtés noteszbe, hagyományosan). Véleményem szerint erős informatikai eszközökre és új szoftverekre lesz szükség, mert a kitöltött jegyzőkönyvek szabadkézi karaktereinek rögzítése, esetleg felismerése, a helyszínrajzok elkészítését követő fájlok nagysága, az eljárásban részt vevő tanúk, ügyfelek, hatósági tanú aláírásának rögzítése, digitalizálása, fényképezése, a háttérben futtatott karakterfelismerő programok alkalmazása erőforrásigényes, nagyobb tárolókapacitást vagy széles sávszélességet kíván, mivel az adatokat a központi szerveren tároljuk. A katasztrófavédelem komplex tűzvédelmi, iparbiztonsági és polgári védelmi feladatainak végrehajtása során az ügyfelek, tanúk meghallgatására szánt időt jelentősen le lehet rövidíteni, a hatékonyságot pedig növelni a fenti digitális eszközök segítségével.

[128] A BM OKF fejlesztés alatt álló digitális hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszere.

Meggyőződésem alapján a minőségi vizsgálatok lefolytatásához szükséges egy forradalmian új káreseti jegyzőkönyv létrehozása. Egy alap kérdéssorra elkészített, digitálisan kitölthető jegyzőkönyvet kell alkotni, de a nóvum a jegyzőkönyv további részében rejlik, a szakterületeknek az adott káresettel kapcsolatos további szakmaspecifikus kérdései: a tűzmegelőzési, iparbiztonsági, polgári védelmi, hatósági szakterület vonatkozásában nem kell külön-külön jegyzőkönyvet felvennie a kárhelyparancsnoknak vagy a tűzvizsgálóknak és a szakterületek további munkatársainak.

A helyszíni szemle jegyzőkönyvet alkalmassá kell tenni arra, hogy az ügyfélnyilatkozat és tanúmeghallgatás jegyzőkönyv elektronikus/digitális sorai, kérdései a rögzítést követően a HAMAR-rendszerbe bekerüljenek, és az adatok az érintett szakterületek saját felületén megjelenjenek. Az alapjegyzőkönyv lehet a kiindulópontja az ügyféllel szemben megindítható hatósági eljárásnak. Amennyiben a káresettel kapcsolatos kérdésekre adott válaszokból a lakosság életét, testi épségét veszélyeztető hatás állapítható meg, akkor a rendszer automatikusan riasztja a főügyeletet, majd elzárkózás elrendelésére is sor kerülhet.

Az eljárás megindítását követően a hiányzó vagy a további pontosításra szoruló adatokat már a szakterület ügyintézője kéri be az ügyféltől elektronikusan. Az elképzelés megvalósítása egy sor szabályzó módosítását vonja magával, többek között a 3/2019. sz. BM OKF Főigazgatói Utasítást, valamint a BM OKF Szervezeti és Működési Szabályzatának a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, a küszöbérték alatti üzemek hatósági ellenőrzése, továbbá a veszélyesáru-szállítás körében bekövetkező balesetek, üzemzavarok körülményeinek kivizsgálására vonatkozó pontjait.

A jövő új irányvonala a katasztrófavédelmet is megérintette, a tűzvizsgálattal kapcsolatos kutatásaim közben, 2020 elején a katasztrófavédelem 30 darab tabletet, wifis nyomtatót és headsetet vásárolt. Év végén a területi szervek KMSZ-állományánál rendszeresítettek egy-egy Samsung Galaxy Tab 10.1 T515 LTE típusú tabletet a tűzvizsgálati helyszíni szemlék lefolytatásának támogatására. Az időközben kidolgozott eljárásrend alapján megindult az e-szemle tableteken futtatott 1.1.0.1 programjának használata, amely online módon kapcsolódik az ORFK Informatikai és Fejlesztési Főosztálya által fejlesztett Robotzsaru NEO Integrált ügyviteli és ügyfeldolgozó rendszerhez. A tűzvizsgálati helyszíni szemle során egy elektronikus jegyzőkönyvet kell kitölteni, amely az ábécé betűit, a számokat, írásjeleket azonosítani tudja és kézírás-felismerő programmal is rendelkezik a tűzvizsgálati idő csökkentése érdekében. A katasztrófavédelemnél alkalmazott tabletek kiválasztásánál a tudatos vásárlók elve érvényesült, mivel az eszközöknek a magas igénybevétel miatt elsősorban strapabírónak és üzembiztosnak kell lenniük.

Tűzzel érintett, kormos, az oltás során nedvessé vált kárhelyszíneken, jellemzően 6–10 tűzvizsgáló használja őket. Az eszközök megóvása, biztonságos üzemeltetése feltételének biztosítása érdekében ütéstompító tokkal rendelkeznek, mérsékelten vízállók. Az elvárás velük szemben:

- hosszú működési idő,
- gyors, akár a KMSZ-autóban történő feltöltés lehetősége,
- vezeték nélküli billentyűzet hozzáadása a hatékonyabb szöveges bevitelhez,
- vezeték nélküli gyors nyomtatás lehetősége,
- érintő beviteli eszköz használatának lehetősége,
- jó mikrofon a hangrögzítéshez,
- áttekinthető, közel A4 lapméretű, jó felbontású kijelző,
- nappal is megfelelő fényerővel rendelkezzen.

A kutatásaim során Lou F. Bilancia tűzmátrixát vettem alapul a tűzvizsgálat fejlesztéséhez. A tűzvizsgáló által kitöltött táblázat az összes gyújtóforrást és a közelében lévő éghető anyagokat figyelembe véve megmutatja, hogy közülük melyik az elsődleges gyújtóforrás, ahonnét a tűz továbbterjedt. [143] A tűzvizsgálat tudományos alapokra helyezésében a táblázatnak is jelentős szerepe volt, az elektromos tüzek keletkezésének vizsgálatához használták. [144, p. 23]

		Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás					
		rádiós óra	mobiltelefon-töltő	cigaretta	gyertya	kompakt fénycső	konnektorba dugható légfrissítő
Első számú éghető, tüzet fokozó, terjesztő anyagok	Csipke éjjeliszekrény-fedő	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen, terjedhet	1. igen (a, c) 2. nem, távol 3. 4. igen	1. 2. igen, közel 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. igen 3. talán 4. igen	1. igen (a, c) 2. igen 3. nem (d) 4. igen, gravitáció	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	Ágynemű vagy ágyneműhuzat	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. igen, gravitáció	1. igen (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. 4.	1. igen (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. nem	1. igen (a) 2. igen, közel 3. 4.
	Függöny	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. igen, terjedhet	1. igen (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. 4.	1. igen (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. igen, árnyék	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	Műanyag virágok	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4.	1. igen (a, c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. nem	1. nem alkalmas 2. 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. nem (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. igen, árnyék	1. nem (a, c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem
	Lámpaernyő	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. nem (d) 4. igen, terjedhet	1. igen (a, c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. nem	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. közvetetten 4. igen, terjedhet	1. nem (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. nem (c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem

1. Megfelelő gyújtóforrás I / N?
2. Az éghető anyagok közelében keletkező gyulladás I / N?
3. Bizonyíték a gyulladásra I / N?
4. A gyulladás előtt meglévő tűzterjedés lehetősége I / N?

Színleírás
Piros = lehetséges és valószínű
Kék = nem lehetséges
Sárga = lehetséges, de kizárt

Jelölések
T = lángcsóva vagy kiteljesedett tűz
V = volt szemtanú
L = nyílt láng
N = nincs áram

Jegyzetek
a. ha az eszköz meghibásodott
b. ha az éghető anyag könnyű cellulózos szerkezetű
c. csak nyílt lánggal
d. az eszköz ép volt

5. számú táblázat: A tűzkeletkezés mátrixa
Szerkesztette a szerző, forrás: [144]

A tűzkeletkezés mátrixát az 5. számú táblázatban mutatom be. A táblázat módszeresen összehasonlítja az összes lehetséges tűzkeletkezési gyújtóforrást és az éghető, tüzet terjesztő, fokozó anyagokat a helyiségben. Kiértékeli és dokumentálja, hogy ezek közül melyik képes az adott sorban lévő éghető anyag meggyújtására.

- A táblázat felső sora a lehetséges gyújtóforrásokat, oldala az elsődlegesen éghető anyagokat tartalmazza.
- A középső négyzetek az egyes éghető anyagok és a gyújtóforrások közötti kölcsönhatások közös, páros értékelése.

A tűzkeletkezéssel kapcsolatos feltételezések:

a) Képes-e a gyújtóforrás az éghető anyagot meggyújtani?

b) A gyújtóforrás elég közel van-e az éghető anyaghoz?

c) Van-e bizonyíték a gyulladásra?

d) A gyújtóforrástól az égés kifejlődésére van lehetőség?

Színkódok: piros = lehetséges és valószínű; kék = nem lehetséges; sárga = lehetséges, de kizárt.

A tűzvizsgálókat és a kutatókat arra ösztönzi a táblázat, hogy vegyenek fontolóra minden lehetséges feltételezést, és mérlegeljenek.

A táblázatot Haynes is alkalmazta, és tudományos kiegészítéseket tett hozzá, mint az alternatív feltételezések széles körét, majd vizsgálta:

- a hőkibocsátás sebességét,
- a hőáramot,
- az elválasztási távolságokat,
- a termikus tehetetlenséget,
- a tűz terjedésének útjait.

A vizsgálatok során megállapította azt, hogy egy vélemény megbízhatósága függhet a tesztelt és kizárt feltevések számától. [145, p. 67]

Véleményem szerint a táblázat gyakorlati haszna, hogy a tűzkeletkezési okok gyors felvázolását és táblázatba rendezését követően a tűzvizsgáló szinte azonnal látja és egyben bizonyítja a tűzkeletkezés legvalószínűbb okát, amelyet papír vagy elektronikus formában a helyszíni szemle jegyzőkönyvhöz csatol.

Az eredeti mátrix alapján elkészítettem a harmadik tűzeset, a T-1110 számú bitumentároló tartály tűzkeletkezés-táblázatát, amelyet az 6. számú táblázatban mutatok be. A lehetséges gyújtóforrások és az éghető anyagok beírása után, a feltételezések kitöltését követően a kipirosított négyzetben megjelent a lehetséges tűzkeletkezési forrás.

		Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás				
		páravezeték olaj-származékainak kémiai folyamatai	**nafténes bitumen VOC komponensei**	**a tartálypalástra folyt bitumen termikus bomlása**	**statikus feltöltődés**	**fém-fém ütéstől/ elmozdulástól keletkező szikra**
Elsődleges éghető, tüzet fokozó, terjesztő anyagok	**hőszigetelés**	1. nem 2. igen, közel 3. nem (c) 4. igen, terjedhet	1. nem 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. nem 2. igen, közel 3. nem (c) 4. nem	1. nem 2. igen, közel 3. nem 4. igen, csősurlódás	1. nem 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	bitumennel átitatott hőszigetelés	1. igen 2. igen, közel 3. talán 4. igen, terjedhet	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. igen 2. nem 3. nem 4. nem	1. igen (a) 2. igen, közel 3. 4.
	a kifolyt bitumen	1. igen 2. igen, közel 3. talán 4. igen, terjedhet	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. 4.	1. igen 2. nem 3. nem 4. igen	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	hőközlő olaj vezetéke	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem 4. nem	1. nem alkalmas 2. 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. nem (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. igen, árnyék	1. nem (a, c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem
	aluminium-szigetelés	1. nem 2. nem, távol 3. nem 4. nem	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. közvetetten 4. igen, terjedhet	1. nem (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. nem (c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem

1. Megfelelő gyújtóforrás I / N?
2. Az éghető anyagok közelében keletkező gyulladás I / N?
3. Bizonyíték a gyulladásra I / N?
4. A gyulladás előtt meglévő tűzterjedés lehetősége I / N?

Színleírás
Piros = lehetséges és valószínű
Kék = nem lehetséges
Sárga = lehetséges, de kizárt

Jelölések
T = lángcsóva vagy kiteljesedett tűz
V = volt szemtanú
L = nyílt láng
N = nincs áram

Jegyzetek
a. ha az eszköz meghibásodott
b. ha az éghető anyag könnyű cellulózos szerkezetű
c. csak nyílt lánggal
d. az eszköz ép volt

6. számú táblázat: A T-1110 számú tartály tűzkeletkezés-táblázata
Készítette a szerző, forrás: tűzvizsgálati dokumentumok

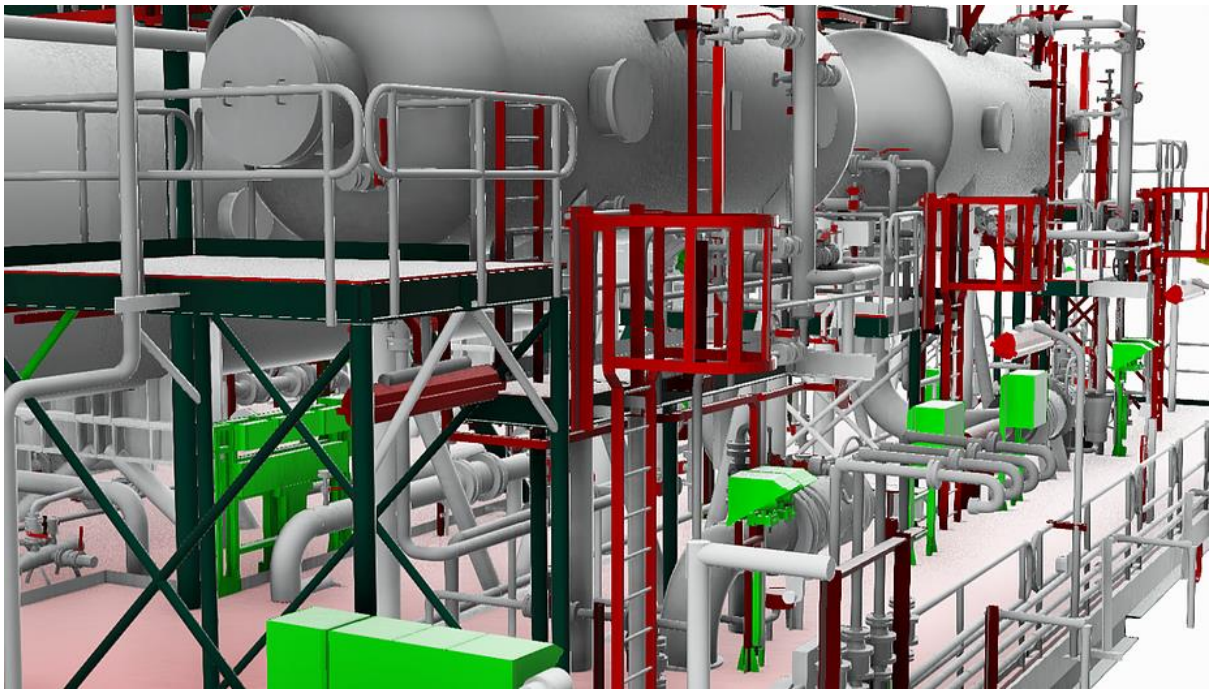
A tűzkeletkezés forrása és az éghető, tüzet fokozó terjesztő anyagok közé beillesztettem a hőközlő olaj hőáramához és a termikus tehetetlenség tudományos vizsgálatához szükséges sorokat. A táblázat kitöltését követően a rendelkezésre álló adatok alapján a hőfluxus-definíció[129] szerint kiszámolható, hogy a hővezető anyagban adott keresztmetszeténél egy időegység alatt a hőmennyiség mennyivel változott meg, és okozhatta-e a tűz kifejlődését.

A tűzkeletkezés-táblázatot Tűztáblázatnak nevezem el. A Tűztáblázatot egy táblagépen, MS Excel programban kitöltve azonnal látható a tűzkeletkezés lehetséges oka. Online rendszeren országosan megosztva a Tűztáblázat további következtetések levonására is lehetőséget ad, tűzvizsgálók, szakértők kapcsolódhatnak a vizsgálatba. A rögzített adatok, mint a keletkezési okok, tűzterjedés stb. a tűzvizsgálók számára lehetőséget biztosítanak a korábbi tapasztalataik megosztására, tudásmegosztás, kompetenciafejlesztés céljából a hasonló esetek felismerésére, feltárására, ezáltal a tűzvizsgálat hatékonyságának és pontosságának növelésére.

[129] A különféle hőáramsűrűségek elnevezése. Az energiamegmaradás törvénye szerint a kimenő és bejövő hőáramsűrűségek előjeles összege 0.

3.6. A szénhidrogénipari létesítmények kialakítása, tűzvizsgálata 3D eszközökkel

Hatósági ismereteim alapján egy üzem létesítése során a megvalósulási tervdokumentáció a modern 3D technológiával pontosabban és gyorsabban elkészíthető. A gyártás során a folyamattervezéssel kapcsolatos feladatokat megkönnyíti a 3D technológia alkalmazása. A technológiai rendszerek tervezésénél, átalakításoknál, karbantartásoknál, illetve új beruházásoknál is széles körben használható. Az Autodesk programok segítségével tökéletes pontosságú 3D tervek készíthetők, virtuális séták, animációk és fényképtérképek készülhetnek. A karbantartás szempontjából lényeges információk pontfelhőben jelennek meg, így a valódi térben koordináták segítségével pontosan megtalálható a kívánt hely. Ilyen lehet egy soron következő szűrőcsere cserélési utasításokkal ellátott megjelenítése. Az útmutatóhoz kapcsolódnak fényképek, valamint a szűrő helyzetének, elhelyezkedésének pontos paraméterei. [146] A 3DS Technologies Inc. kifejlesztette a felhők új nemzedékét. Egy felületen vagy felhőn oszthatják meg a munkatársak 3D-s modelleket. Akár több partner is együttműködhet egymással. Az adatokkal VR-környezetet hoznak létre, és akár sétálhatnak is benne. [147]
Egy 3D-s szénhidrogénüzem modellje látható a 13. számú képen.



13. számú kép: A TreisTek 3D által készített szénhidrogénüzem modellje
Forrás: treistek.com [148]

A szénhidrogén-finomítók mai menedzsmentjének alapvető hiányossága, hogy az üzem tevékenysége során kapott adatokat, ábrákat és dokumentumokat nem kellő módon értelmezik. A kézi és félig automatizált rendszerek és módszerek, amelyeket a kihívások legyőzésére alkalmaznak, jellemzően nem gazdaságosak.

A 3D-s modellek lehetővé teszik a csövek színkódolását, hogy megmutassák a gyors rozsdásodással szembeni ellenálló képesség magas, közepes és alacsony tartományait, jelezve a rozsdásodás által bekövetkező üzemzavar pontos helyét.
A tervezők a 3D-s modellek segítségével felülvizsgálatokat hajtanak végre, megoldják a problémákat, és optimalizálják a rendszert. A modellek az „önműködő ellentétérzékelést" használják a 3D csővezetékrendszerben, a tartószerkezeten, a berendezésen és az elektromos csatlakozásokon keresztül, ami lehetővé teszi a hibák azonnali észlelését, csökkentve a kockázatot, és növelve a pontosságot. [148]

Az olaj- és gázipar sikerének alapja a naprakész tényeken alapuló képalkotó és feltérképező adatok integrálása 3D lézerszkennelés technológiával annak érdekében, hogy valós idejű BIM-modelleket[130] készítsünk a finomítók átalakításához, a csövek kiépítéséhez és a fúrótornyok modernizálásához. A LIDAR-szkennelés[131] lehetővé teszi a régi adatok és az új szkennelések összehangolását valós idejű másolatok létrehozása vagy új tervek készítése céljából.

Vizuális eszközkezelés, a HDS-letapogatás[132] a teljes berendezést digitálisan képes rögzíteni 3D-ben, megkönnyítve a helyszíni vizsgálatok elvégzését és az előrehaladás nyomon követését az irodából. A beolvasásokat ezután meg lehet osztani a felhasználók között a vállalati intraneten. A vizuális eszközkezelő szoftver segítségével a karbantartási dokumentumok összekapcsolhatók a digitális 3D modellekkel. [149]

A 3D lézerszkennelés viszonylag új technológia, amelyet többfajta olaj- és gázipari infrastruktúra tervezéséhez, építéséhez és javításához használnak. A 3D lézerszkennelési technológia alkalmazásának előnyei között szerepel az „ütközések észlelése" az új tervek és a meglévő feltételek között, valamint a csövek bekötési pontjainak és távolságának pontos azonosítása. A szerkezeti eltérések figyelése és a precíz adatok megadása a mérnöki csapatok támogatására szintén ideálissá teszi a különféle tervezési projektekben. [150]

Az olajipari tartályok deformációinak mérése lézerszkenneléssel történik. A lézerszkennelés fő előnye, hogy a tárolótartály-felméréseket követően megkönnyíti a szóban forgó tartály átfogó elemzését, mivel a tartály teljes felületéről képet kapunk. A szkennelés lehetővé teszi a teljes tartályhéj deformációjának ellenőrzését. [151]

[130] Building Information Modeling – épületinformáció-modellezés.
[131] Light Detection and Ranging – lézer alapú távérzékelés.
[132] High Definition Survey – nagy felbontású felmérés.

A folyamattervezés modern eszközei a 3D lézerszkennerek és a hozzájuk kapcsolódó Autodesk programok. A lézerkamera segítségével, tökéletes pontossággal végezhetnek térszkennelést. Több millió pontból álló pontfelhőt generál és több száz fényképet készít, amelyeket később gömbpanorámaképpé illeszt össze. A térszkenner lézersugarak segítségével helyez el pontokat a térben. A pontokból egy pontfelhőt állítunk össze, amely milliméter pontosan megegyezik a vizsgált területtel. A szkennelés előtt magunk állíthatjuk be a kamera által felmért pontok sűrűségét, ami fontos tényező, hiszen ezen múlik a felmérésünk pontossága és részletessége.

Véleményem szerint a tűzvizsgálat szempontjából lényeges, hogy a vizsgált nagyobb magyarországi szénhidrogénipari létesítmények rendelkezzenek a fentiek alapján elkészített 3D felméréssel, a meghatározott területnek vagy egy részletének a pontos leképzésével és az adatok elektronikus tárolásával. A káreseményt követő 3D modellezés dokumentálja a helyszínt, és a bizonyítékok gyűjtése érdekében lehetővé teszi a helyszín valós idejű áttekintését.

A tűzvizsgálatot segítő szakértők és elöljárók számára lehetőséget biztosít arra, hogy a korábbi 3D-s modelleket összehasonlítsák a tűzesetet követő állapottal, így nagy távolságból is vizsgálhatják az eseményeket, nem kell elhagyniuk az irodájukat. Az ezredfordulót követően a szórakoztató- és játékipart kibővítve több iparág, köztük az olajipar, építészet, oktatás, egészségügy, turizmus, sport számára fontos fejlesztőeszközzé vált a VR és a kiterjesztett valóság[133] (a továbbiakban: AR). A robottechnikában a VR segítségével lehetőség nyílik arra, hogy a veszélyes területeken robotok dolgozzanak emberek helyett, hiszen irányításuk nagyon könnyűvé vált. [152, pp. 120-123]

A jövő irányvonala pedig azok az úgynevezett standalone, azaz különálló eszközök lesznek, amelyekhez már számítógép és konzol sem kell, a sisakban, szemüvegben benne lesz minden szükséges elem, egyszerűen csak fel kell rakni a fejre. [153] A 2020-as év legújabb fejlesztése, a Panasonic VR-szemüvege már a sisakot is mellőzi, és egy hegesztőszemüvegre emlékeztet. 2,6K-os mikro OLED paneleket tartalmaz, nagy dinamikus tartományú HDR-képességgel. A két kijelző 10 bites színvezérléssel működik, vagyis UHD[134] minőségű képet ad, a pixelesedés megjelenését elkerülve.

[133] Augmented Reality – AR.
[134] Ultra High Definition – UHD, natív felbontása 3840 × 2160 képpont, azaz 4K.

A 2021. évi Szórakoztató Elektronikai Kiállítás, a CES[135] a világ legbefolyásosabb technológiai eseménye, az áttörést jelentő technológiák és a fejlesztők, feltalálók bizonyításának helyszíne. Az értekezésben is megjelenített pandémia[136] hatására a CES átköltözött a digitális térbe, ennek apropóján felvonultatta a legújabb VR-headsetet, fejlett AR okos szemüveget, egy nagy felbontású HDR[137] VR-szemüveget és tapintásérzékelő öltönyt és kesztyűt. Az eszközök egy részét a szénhidrogéniparban és a tűzesetek vizsgálata során is alkalmazni lehet.

A Vuzix vállalat új AR-szemüvege egy új mikro LED[138] intelligens szemüveg. A mikro LED-kijelzők az utóbbi években az OLED-képernyők alternatívájaként jelentek meg. Az okos szemüveg mindkét oldalára ultra kicsi, de nagy teljesítményű kijelzővetítőket szereltek be a szemüvegekbe, így megteremtették annak lehetőségét, hogy a hétköznapokban is kényelmesen lehessen viselni. Egy ilyen kis méretű eszközt a bevetési sisak vagy a légzőálarc alá is fel lehet venni. A Vuzix waveguide[139] technológiájával és a kijelzőmozgató optikájával kombinálva a kép az üveg belsejére vetíthető. Térhatású színes kép vetíthető mindkét lencsére, különböző pixelsűrűséggel[140] és felbontással. Az okos szemüveg előnyeit a negyedik ipari forradalom, a digitális forradalom (a továbbiakban: ipar 4.0) megoldások és az egész feldolgozóipar élvezheti, az emberek készségbeli hiányosságai ebből kifolyólag kiküszöbölhetők. Az AR intelligens szemüvegek segítik a feldolgozóipari képzést és a folyamatos személyzetfejlesztést. A szemüveg átlátszó, tehát a tűzvizsgálat során a valóságot, a kiégett helyiséget és a helyiség korábbi, lézerszkennerrel letapogatott, digitalizált képét is láthatja maga előtt a viselője. A falon lévő kormozódásra a szemüveg rávetíti a korábban rögzített és a tűzeset során elégett tárgyat. A látott képre rávetíthetjük akár a kamera által rögzített, a tűz előtti legutolsó állapotnak megfelelő képkockát, és a tűzkeletkezés oka a vizsgáló számára máris láthatóvá válhat ebben az AR-t és MR-t megelevenítő térben. A 14. számú képen a Vuzix által fejlesztett Next Generation Smart Glass szemüveg látható.

---

[135] Consumer Electronics Show – CES, a Consumer Technology Association (CTA) által szervezett éves kiállítás. Januárban, az egyesült államokbeli Nevadában, Winchesterben, a Las Vegas-i Kongresszusi Központban tartott rendezvény a szórakoztató elektronikai ipar új termékei és technológiái bemutatóinak színtere.

[136] A pandémia olyan fertőző betegség okozta járvány, amely sok embert fertőz meg nagyon nagy területen, akár több kontinensen vagy világszerte.

[137] High Dynamic Range – nagy dinamikatartomány, lényege a szín, a kontraszt és a fényerő.

[138] A mikro LED-kijelzőkben minden képpont mögött fénykibocsátó diódák találhatók. Ezek mindegyike egyedileg vezérelhető, tehát külön-külön szabályozható a fényerejük, vagy kikapcsolhatók. Működési elvük hasonlít a plazmára és az OLED-re, viszont jelentősen eltér az LCD-től, hiszen itt a fény magukban a pixelekben keletkezik.

[139] A hullámvezetők minden egyes lemeze kb. 1 mm vastag, átlátszó, optikai alkatrész, amelyek a kivetített virtuális tartalommal kibővített képet továbbítják a szemünk előtti lencsére.

[140] Képpont, négyzet alakú, és a legkisebb alkotóeleme a digitális képeknek. Minél több, sűrűbb pixelből áll egy kép, annál élesebb.

14. számú kép: A Vuzix által fejlesztett Next Generation Smart Glass
Forrás: vuzix.com [154]

A Pollen Robotics a korábbi humanoid robotjával jelentkezett, hozzáadta a teleoperációs funkcionalitást a VR-beállításaihoz. A VR-vezérlőket a robot karjainak mozgatására használják a pick and place[141] műveletekhez, így felhasználható többek között a robotfeladatok elvégzésének betanítására.

A Haptic VR Suit testérzékelő ruházatot az ipari szimulációk valós visszajelzéseire használhatjuk. A bHaptics TactSuit az első, tapintási érzékeléssel ellátott ruházat, amely az intelligens tapintásérzékelés visszacsatolásának köszönhetően összeköti a felhasználókat a látszólagos valósággal. Az eszköz Bluetoothon és audiocsatlakozón keresztül is kommunikál.

A SenseGlove Nova egy tapintásérzékelővel ellátott kesztyű. Az erő-visszacsatolás exoskeleton[142] legújabb változata, amely a formáktól és ütközéstől kezdve a merevségig és az ellenállásig mindent képes szimulálni a VR-ban. Az eszközt az üzemek használhatják a veszélyes anyagok megfelelő kezeléséhez, valamint arra, hogy az összetett berendezések és gépek használata során a virtuális térben a digitális tárgyakkal kölcsönhatásba lépjenek. A kesztyű a 15-ös számú képen látható.

Megállapítom, hogy a bemutatott eszközökkel nagy lépést tettek a fejlesztők a látszólagos és a valóság közötti kapcsolatért. Az eszközök magas ára miatt úgy gondolom, elsősorban az ipari alkalmazása terjed el a VR-fejlesztés és az AR-technológia eszközeinek. [155]

---

[141] Fog és rak robotműveletek.
[142] Mesterséges külső vázszerkezet, amely az ember testére csatolva kiegészíti vagy helyettesíti az illető saját izmait.

15. számú kép: SenseGlove Nova tapintásérzékelővel
Forrás: Senseglove.com [156]

3.7. Virtuális valóság alkalmazása a tűzoltó-, tűzvizsgálóképzésben

Az éghajlatváltozás miatt a természeti katasztrófák egyre gyakoribbá válnak, a tűzoltók új technológiákhoz fordulnak, hogy segítsenek az elhárításukban. Ausztrália és az Egyesült Államok tűzoltói a VR-t kezdték el használni a tűzoltók kiképzéséhez. Az ausztráliai székhelyű FLAIM Systems egy VR-tréning-szimulátort készített a tűzoltóknak. Az eszközt viselők olyan helyzetekbe kerülnek a virtuális térben, amelyek túl veszélyesek lehetnek az igazi világban történő végrehajtáshoz.

A VR-tréning lényege, hogy a tűzoltók kipróbálják a veszélyes helyzeteket, döntéseket hozzanak és következmények nélkül hibázhatnak is. A közreműködők olyan hőöltözetet viselnek, amely megjeleníti az egyes forgatókönyvek alapján a mért pontos hőmérsékletet. A vezérlőszoftver meghatározza a tűz közelségét és irányát, valamint azt, hogy ez hogyan hatna az egyénre.

Az Ausztrál Országos Tűzoltóság kísérleti jelleggel használta az újítást, bár a szélesebb körű felhasználását még nem hagyták jóvá. 2019. októberben a kaliforniai Cosumnesi Tűzoltóság a RiVR és a Pico Interactive VR-fejlesztőkkel közösen létrehozta saját képzési rendszerét. A 20 újonc tűzoltóval indult próba sikeres volt, és a kiképzők továbbra is használni szeretnék a VR-t a képzési programjukban. [157]

Jónak találom és javaslom a tűzvizsgálóképzésben is bevezetni a virtuális eszközök alkalmazását. A VR és MR is jó alternatívák, mivel mindkettő a valóságos környezetre épít, de az MR-t részesítem előnyben, mert a tűzvizsgálók a valós környezetet egyszerre észlelik a virtuális világgal. A kiégett szobában látják az eredeti szoba berendezéseit, jobb és pontosabb tűzkeletkezési hely- és okmeghatározást eredményezve.

16. számú kép: A Cosumnesi Tűzoltóság újoncainak képzési programja VR-eszközök segítségével
Fordította és szerkesztette a szerző, forrás: [157]

Az ipar 4.0 megváltoztatja a termékek előállításának és az emberekkel folytatott kommunikáció módját, ahogy az AR megváltoztatja a körülöttünk lévő világ szemléletmódját. Ebben az új információs korszakban a gépek és az emberek mindig kapcsolatban állnak, elősegítve az ipari folyamatokat. A negyedik ipari forradalom nem egy technológiától függ, hanem többtől, e technológiák kombinációja valóban javíthatja az iparágak módszereit és hatékonyságát. Az AR-technológia lehetővé teszi a felhasználók számára egy kibővített világ megismerését a virtuális információk átfedésével a való világban. Így a felhasználó kapcsolatba léphet mind a valós, mind a virtuális világgal, és valós idejű adatokat fogadhat.

Az ipar 4.0 az ipari üzemek számára számos előnnyel járhat. A virtuális eszközök alkalmazása tökéletes módja lehet a releváns információk bemutatásának a műszaki szakemberek és a vállalat munkavállalói számára, lehetővé téve, hogy valós idejű információkat lássanak az elvégzett munkákról. A technikusok információt kaphatnak a gép meghibásodásáról, lehetőséget adva számukra a felhasználói útmutató megtekintésére, vagy akár egy szakértővel valós idejű kapcsolatfelvételre. Az AR további nagy előnye az ipari képzés és tanulás fejlesztésének lehetősége, a kockázatok és a költségek csökkentése. [158]

A kiterjesztett valóság a (AR) digitális eszközök segítségével, a VR elemeinek a valós világra történő rétegezésével jön létre Ronald Azuma definíciója szerint. [159, p. 356.] Az AR-képhez egy egyszerű szemüveg kell, amely tartalmaz egy átlátszó képernyőt. A képernyőn keresztül látható az alkalmazások által megjelenített kép (VR), de azon átnézve látja a valós világot. Tehát az AR lényege, hogy a valós és virtuális világ elemeit egyszerre tartalmazza. A két elem egymással kölcsönhatásba van, ha elfordítom a fejem, a szemüvegre vetített kép is elfordul. Az üres szobában a szemüvegre vetített tűz képével a szoba közepére nézve egy égő tüzet látok. A virtuális objektumok lehetnek állandók vagy időben változók. A virtuális világból származó hozzáadott tartalom segítheti a valós világban lévő tárgyak megértését.

Az AR-ben található virtuális objektumokkal történő interakciót a felhasználó a valós világban meglévő érzékelők és kijelzők segítségével tudja elvégezni. Ha önmagában a virtuális szó jelentését vesszük alapul, igen szabadon, talán túlontúl önkényesen is dönthetjük el, hogy mit tekintünk VR-nak, lehet az tényleges, nem valós, látszólagos, lappangó vagy lehetséges. [160, p. 129.] Steve Mann szerint a közvetített valóságok két fő csoportját a módosított vagy csökkentett valóságok és a kevert valóságok (MR) alkotják. A kísérletei során termálérzékelővel ellátott egylencsés szemüveget épített, amellyel a füstben is lehet tájékozódni, elkerülve a forró részeket. [161] Az MR-ok jellemzője, hogy nem feltétlenül és egészében virtuálisak, de virtuális technológiához kötődnek. [162] Az MR magában foglalja a kiterjesztett valóságot, amelynek része a VR is, amely így a megfelelő eszközök és alkalmazások bevonásával, használatával a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatában alkalmazható. Haig Zsolt és szerzőtársa szerint az információs környezetben az információs műveletek tervezői a különféle valóságelemekről és entitásokról kapnak adatokat, és azokkal kapcsolatban fejtenek ki különböző információs szaktevékenységet. Véleményük és a tudomány álláspontja szerint

- való vagy létező világ (Real Reality – RR),
- kibővített valóság (Augmented Reality – AR),
- virtuális valóság (Virtual Reality – VR),
- állatvilági valóság (Animal Reality – ANR),
- robotvalóság (Robotic Reality – ROR),
- paravilág[143] létezik. [163, pp. 48-50]

[143] Az érzékszerveken túli érzékelésnek a humán szférával kapcsolatba hozható valóságvilága, a megváltozott tudatállapottal (tudatmódosító, pszichoaktív anyagokkal és szerekkel előállított tudati állapottal) kapcsolatos érzékelési világ, amellyel a kísérleti parapszichológia foglalkozik. A parapszichológia egyes, az emberi tapasztalással kapcsolatos szokatlan jelenségek természettudományos és bölcseleti vizsgálata. Ezek a képességek a gondolatátvitel, megérzés, tudat befolyásolás, távolba látás, tárgyak mozgatása.

A valóságok feltérképezését követően eljutottunk a mesterséges intelligenciához. Palkovics László szerint a mesterséges intelligencia (a továbbiakban: MI) mint technológia a mindennapi élet részévé vált. Úgy véli, hogy az MI-re épülő technológiák gazdasági viszonyokba történő beépülése egyre gyorsul. A technológia térnyerésével járó változások komoly lehetőséget jelentenek a magyar gazdasági növekedés szintjének emelésére, a magyar vállalati szektor versenyképességének javítására, a felhasználók érdekében történő fejlesztésére, a legmodernebb technológiák által támogatott elérésére.

Az MI-t – a digitalizációs törekvések egyik ágát – az általános fejlesztési célok szellemében, a modern technológiák nyújtotta lehetőségek mértékében a környezetünk védelme érdekében ki kell használnunk. [164]

Az MI alapjait Neumann János Lajos és társai tették le 1956-ban. Az öntanuló, önfejlesztő gépek adatokból tanulnak, nem okosak az emberhez képest, de az erejük, hatalmuk viszont nagy. A mesterséges intelligencia lehetőségei szélesek, és ennek veszélyei már láthatók. Társadalmi-politikai hatásait tekintve a kisebb országokat hozza kedvező pozícióba. Az erőkoncentráció nagyobb előnyöket biztosít a nagy országoknak és az óriás technológiai nagyvállalatoknak. Katonai célokra a világon kb. 100 ország használja az MI-t. Az MI egyben program és platform.

A HR-szektorban egy online felületen történő állásra jelentkezésnél a végzettségek ellenőrzését már MI végzi, ellenőrzi az adott feltételeknek megfelelést, és aki a legtöbb feltételnek megfelel, az esélyes a személyes elbeszélgetésre. A munkahelyek leépítése történhet meg az MI térnyerésével. A futárokat drónokra lehet cserélni, a kamionsofőröket önvezető kamionokra. A mesterségesintelligencia-kutatás veszélyei már most bizonyított tényként értelmezhetők, nem elhanyagolható előnyeiért pedig még rengeteget kell dolgozni, mégis meghatározó része a jelennek és a jövőnek. [165, p. 1]

Véleményem szerint is az MI már az életünk része, az okostelefonok kamerájának felvételfelismerő alkalmazása adatot elemez és dönt. Az elemzés alapján eldönti, hogy portré, éjszakai vagy makró módot „lát”, és eldönti, milyen zársebesség, fókusztávolság és blendenyitás, valamint vakuhasználat szükséges a legtökéletesebb digitális kép elkészítéséhez. Ugyanezt az MI-t használja a tűzvizsgálók digitális fényképezőgépe és a tabletje. A gondolatmenetet folytatva lassan elérkezik az idő, amikor a fenti AR-szemüveget használó tűzvizsgálónak segítve a MI felismeri, mutatja és jelzi a korábban már citált, falon lévő kormozódásból a tűzkeletkezés lehetséges helyét és okát.

3.8. A harmadik fejezet részkövetkeztetése

1. A magyarországi tűzvizsgálat, azon belül a szénhidrogénipari tűzesetek vizsgálatának helyzete az IoT-eszközök fejlődésével és bevonásával folyamatosan javul, felzárkózik az előttünk járó, technológiai nagyhatalmakkal rendelkező országokéhoz. A helyszíni szemlék végrehajtásához használjuk az e-szemle alkalmazást, amely ugyan meghosszabbítja a helyszíni szemle idejét az aprólékos műveletekkel, de a tűzvizsgálatra fordított összes idő valamelyest lerövidül.

2. A tűzvizsgálati helyszíni szemle hatékony és szakszerű lefolytatásához szükséges lenne a legalább 2 fős napi szolgálat, de célszerűbb lenne a 3 fős KMSZ-szolgálat, vagy régiónként egy 8 órás tűzvizsgálói csoport létrehozása, amely csak a tűzvizsgálatokkal foglalkozik. A kétfős csoport esetén az egyéni kompetenciák figyelembevételével a tűzvizsgálói feladatokat az alábbiak szerint célszerű elosztani: 1 jegyzőkönyvvezető (e-szemle alkalmazás kezelője), 1 kérdező vagy bizonyítékgyűjtő és dokumentáló.

3. A szénhidrogénipari és -feldolgozó üzemek tűzvizsgálata sokkal nagyobb szaktudást, magasabb színvonalú munkát igényel, mint a gazdaság egyéb szereplőinek esetében. Véleményem szerint a hatósági ismeretekkel nem rendelkező tűzvizsgálói csoportok támogatására hatósági területről 1 főt kell biztosítani a szemle dinamikus szakaszában.

4. Célszerű, hogy a szénhidrogénipari üzemek és -feldolgozók tüzeinek vizsgálatában a korábban hasonló káresetekben gyakorlatot szerző, lehetőleg tűzvédelmi, vegyész, gépészmérnök legyen a szemlebizottság vezetője. Amennyiben a területi szerv nem rendelkezik megfelelő szénhidrogénipari tapasztalattal rendelkező tűzvizsgálóval, abban az esetben egy másik megyéből megfelelő szaktudású munkatárs „szakértő” az online tanácskozás lehetőségét (Microsoft Teams) kihasználva élő adásban bekapcsolódhat a testkamerával végrehajtott tűzvizsgálatba, vagy helyszínre vezényléssel is részt vehet abban.

5. A tűzvizsgálati tevékenység fontos része a katasztrófavédelem komplex rendszerének. A feltárt tűzkeletkezési okok és a megszerzett ismeretek a tűzvédelmi jogszabályok, belső szabályzók létesítéssel, tűzoltással kapcsolatos finomhangolását követően visszahatnak a tűzvédelemre, az iparbiztonságra és a polgári védelemre. Az új létesítések, az üzemeltetés, valamint a lakosság védelme egyszerűbbé, pontosabbá, biztonságosabbá válik.

6. Megállapítom, hogy a területi szervek tűzvizsgálati eredményeinek online tudásmegosztása, valamint a tűzvizsgálói képességek és alkalmasság kompetencia fejlesztése érdekében célszerű lenne létrehozni a „Tűzvizsgálati Tapasztalatok Adatbázisát” a tűzesetek tanulmányozására és a jó gyakorlatok megismerésére. Térinformatikai megjelenítéssel kibővítve alkalmassá válhat egy több megyét érintő gyújtogatássorozat, [166] valamint a tüzet okozó műszaki hibás termékek [167] kiszűrésére.

7. A KMSZ tűzvizsgálati tevékenységének továbbfejlesztési lehetőségei az elektronikus oktatások, képzések, valamint a bemutatott tűzvizsgáló és IoT-eszközök. A Tűztáblázat alkalmazását javaslom integrálni az e-szemle alkalmazásba, annak részeként digitálisan kitöltve segítené a tűzvizsgálók munkáját, tovább csökkentve a tűzvizsgálatra fordított időt. Bemutattam a negyedik ipari forradalom, a 3D-s technológiák vívmányait, elsősorban a szénhidrogénipari és -feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához alkalmazható VR és AR, valamint MR, továbbá a mesterséges intelligencia bevonásának lehetőségét.

4. FEJEZET: A KÉRDŐÍVES KUTATÁS KIÉRTÉKELÉSE, BEMUTATÁSA

4.1. A kérdőíves kutatási módszer

A kutatás során a szénhidrogén-feldolgozás területén dolgozó külföldi és hazai szakemberek, valamint a katasztrófavédelem és a társhatóságok szakemberei, munkatársai részére kvalitatív módszer segítségével egy nem reprezentatív kérdőívet készítettem. A kérdőívkészítés célja a fenti célcsoportok szakmai ismereteire támaszkodva a kitöltött kérdőívek kvantitatív eredményeinek segítségével a kutatásom során felállított hipotézisek megfelelőségének és a leírt védekezési módok hatékonyságának igazolása.

Vizsgálom, minőségi és mélységi elemzésnek vetem alá a munkatársak és a dolgozók által javasolt teendőket. Összehasonlítom saját következtetéseimmel, kidolgozott elképzeléseimmel a fejlesztésre szoruló területeket és a kérdőíves felmérés eredményeit, valamint a szöveges válaszok tartalmát. Egy szénhidrogénipari létesítés során – épület kivitelezése nélkül – az MMBH jár el, és bevonja a katasztrófavédelmi kirendeltség hatósági osztályát. Ennek tükrében alapvetően két online űrlapot dolgoztam ki, az egyik a katasztrófavédelem és az MMBH közös kérdőíve, a másik a szénhidrogénipari és EBK-szakemberek számára készült, ezt a külföldi szakemberek számára angol, valamint szlovák nyelven tettem közzé.

Az online kérdőívek elkészítése során arra törekedtem, hogy a kérdések által a szénhidrogén-feldolgozás fejlesztési irányait a tudományos kutatásom során elért részcélokkal összevessem, megerősítsem, vagy elvessem, illetve bizonytalanság esetén további vizsgálatokat végezzek. Az online kérdőívekkel a szakemberállomány adott területen eltöltött idejét és műszaki ismereteit is vizsgálom. A megszokott kérdőívektől eltértem, kizárólag a szakmaspecifikum és a kutatásomhoz illeszkedés dominál. A nem releváns adatok, mint a kitöltők neme, életkora, lakcíme, nem szerepelnek a kérdőíveken. A Google Űrlapok szolgáltatással elkészített kérdőívek személyre szabható online felületen elérhető önkitöltős kérdőívek, a katasztrófavédelem szakterületeinek 15 kérdést, a szénhidrogénipari üzemek munkatársainak 16 kérdést tartalmaztak. Előnyük, hogy a kitöltők által beküldött űrlapok adatai azonnal láthatók, kiértékelhetők. A kérdőívek hatékonyan kitölthetők, nem kell sorrendet tartani, színvonalas megjelenésűek, képeket, ábrákat is tartalmazhatnak. A válaszok alapesetben már egy diagramon jelennek meg, az eredmények táblázatba küldhetők, más jellegű és formátumú lekérdezési lehetőségek is rendelkezésre állnak.

A kutatás célcsoportjai számára egyszerű, online internetes kitöltési lehetőség, akár mobiltelefonon, tableten is elvégezhető, így talán a válaszadási hajlandóság valamelyest nő. Az illetéktelen kitöltés lehetőségét a célirányosan, előre kigyűjtött e-mail-címekre küldött megkereséssel és az űrlap internetes kitöltési címének kiküldésével zártam ki. A katasztrófavédelem szakterületi vezetőinek és az MMBH vezetőinek megyénként, valamint a szénhidrogénipari üzemek vezetőinek, a külföldi szénhidrogén-feldolgozók munkatársainak a velük közös tűzvédelmi projektben dolgozó magyar munkatársuk küldte el a kitöltendő űrlapot. Az alkalmazott módszerrel célcsoporton kívüli személyek nem férhettek hozzá az űrlaphoz.

A külföldi szénhidrogén-feldolgozók munkatársai részére készítettem egy angol és egy szlovák nyelvű űrlapot. Fontos volt számomra, hogy az online módon kitölthető kérdőívek fejlécét követő sorokban 5-6 mondatban tájékoztassam az embereket arról, hogy névtelen módon zajlik a kitöltés, az adatokat kizárólag kérdésenként összesítve elemzem úgy, hogy az egyéni információk sehol nem azonosíthatók, a GDPR-irányelveknek megfelelően.

A kérdőívek elkészítése a kutatás fontos eleme volt. A pilottesztnél tapasztaltam, hogy az önálló vélemény formálásának lehetőségét legtöbb esetben kihagyták a válaszadók akkor, ha a feleletválasztási opciók között nem volt megfelelő válasz. A végső kérdőívek elkészítésekor meghagytam a válaszadás lehetőségét szöveges kiegészítés vagy vélemény írásával. Arra törekedtem, hogy az önálló véleményeket tényleges kérdéshez kössem, és kifejtős válaszadás formájában reagáljanak a megkérdezettek. Ennek érdekében a kérdések többségénél szerepel az „egyéb” mező.

4.2. Szénhidrogén-feldolgozás káresetek megelőzésének fejlesztése

A felmérés az alábbi 10 fő kérdéskörről akvirál adatokat 15 kérdés formájában:

1. a szakmai tapasztalat években kifejezve (a pontos szakterület kiválaszthatóságának lehetőségével),
2. a HAMAR-rendszer bevezetése, működése, összekapcsolása a szénhidrogén-feldolgozókkal,
3. a szénhidrogén-feldolgozás ellenőrzés alatt tartásához szükséges informatikai eszközök jósága,
4. a szénhidrogénipari üzemben használt technológiai utasítások szabályozottsága,
5. a magyarországi szénhidrogén-feldolgozás káreseteit összefoglaló online adatbázis hasznossága,

6. a szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző/vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs mérnöki végzettségének előnye,
7. mely szénhidrogénipari területeken csökkenthető a káreset, és milyen formában (választós és kifejtős kérdés),
8. milyen katasztrófavédelmi szakterületen belül fejleszthető a káresetek csökkentése,
9. a szénhidrogénipari szakterületeken belül milyen módon csökkenthető a káresetek száma (szöveges választ kértem),
10. a Covid-19-vírus hatása a munkahelyre, a szakterületre és a szénhidrogén-feldolgozó iparra.

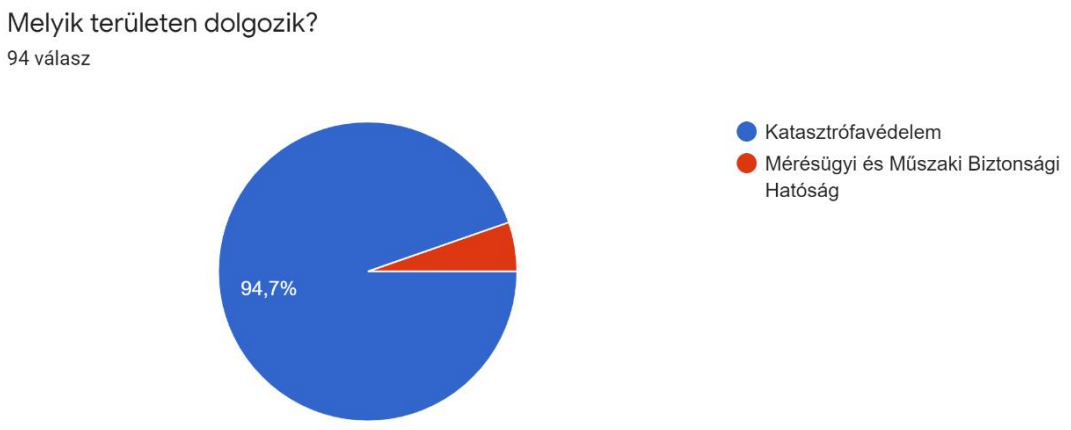
A választott kérdőíves kutatási módszer kvantitatív, és egy-egy szűk szakmai réteget vizsgált. Az elektronikus kiértékelés során pontosan szétbontható az egy-egy szakterület által adott válasz vagy szöveges magyarázat, és tovább vizsgálható.

Az online kérdőíves kutatás általános célja a szénhidrogén-feldolgozás fejlesztési igényének felmérése a katasztrófavédelem komplex hatósági rendszere és a társhatóság szemszögéből. Kutatásom céljának eléréséhez az igényfelmérésen túl megerősítést és új ismereteket vártam a válaszadó szakemberektől. A tudományos alátámasztáshoz lényegesnek tartom megismerni és megvizsgálni, hogy a szakterületükön feladatokat ellátók mennyire érzik fontosnak a szénhidrogénipar és -feldolgozás fejlesztését, biztonságosabbá tételét, milyen jobbító és segítő ötleteik vannak ennek a célnak az eléréséhez.

A felmérés elméleti célja eredményül adhat egy elvi alapot a változtatás igényének és az igény megvalósítása érdekében kidolgozandó távlati cél elérésének.

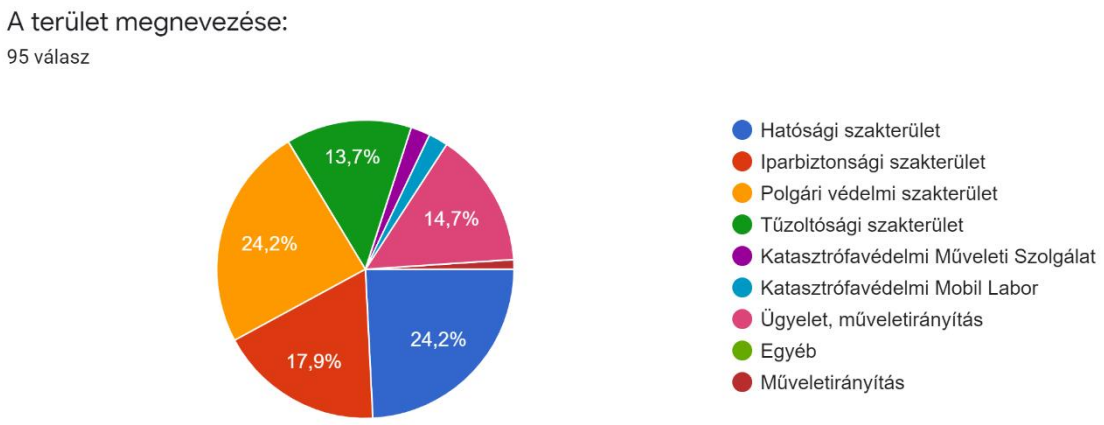
A felmérés gyakorlati célja a katasztrófavédelem komplex rendszerében dolgozók munkakörülményeinek javítása, a hatósági, szakhatósági folyamatok egyszerűbbé és biztonságosabbá tétele, fejlesztése. A felmérés eredményei megmutatják a jelen állapotot és a fejleszthetőség irányát.

A felmérés módszertani célja, hogy átfogó képet mutasson a katasztrófavédelemben dolgozók prevenciós hajlamáról, az új informatikai megoldások elfogadásának szemléletéről, valamint hogy a valószínűségszámításra épülő kapcsolódási pontokat találjak, amivel hatékonyabbá tehetem a döntéshozatalt.



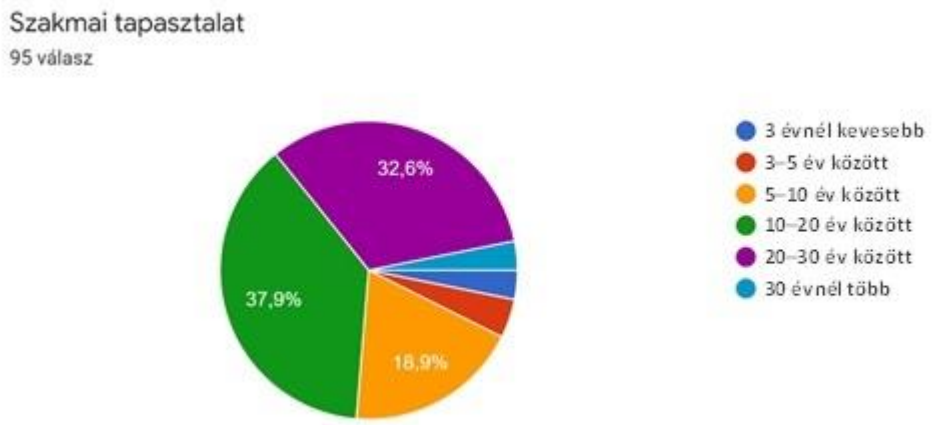
6. számú diagram: A kérdőívet kitöltő szervezetek aránya
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 6. számú diagramon jól látszik, hogy a szénhidrogén-feldolgozás káresetek megelőzésének fejlesztése című online kérdőívet összesen 94 szakterületi dolgozó töltötte ki, a katasztrófavédelem állományából 89 fő, az összes válaszadó 94,7%-a, és az MMBH 5 munkatársa, azaz 5,3%.



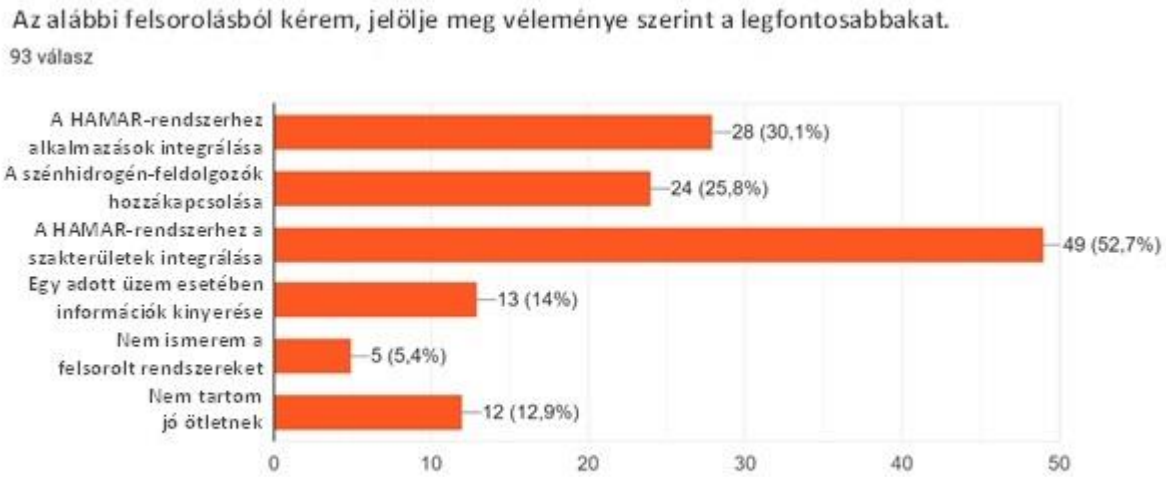
7. számú diagram: A katasztrófavédelem szakterületekre bontása
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 7. számú diagram a szakterületek arányának feleletválasztásos kérdéssora. A hatósági szakterületen dolgozók száma és aránya 23 fő, arányuk az összes válaszadót tekintve 24,2%. Az iparbiztonsági szakterületet 17 fő kitöltő képviselte 17,9% arányban. A polgári védelmi szakterület a hatósági szakterület arányszámaival egyezik meg. A tűzoltósági szakterület a tűzvizsgálók és a beavatkozó állomány kivételével 13 fő, azaz 13,7%. A KMSZ és KML is képviseltette magát 2-2 fővel, 2,1%-kal. A megyei ügyeleteket 14 fő, 14,7%, és 1 fő, 1,1% a műveletirányítókat képviselte.



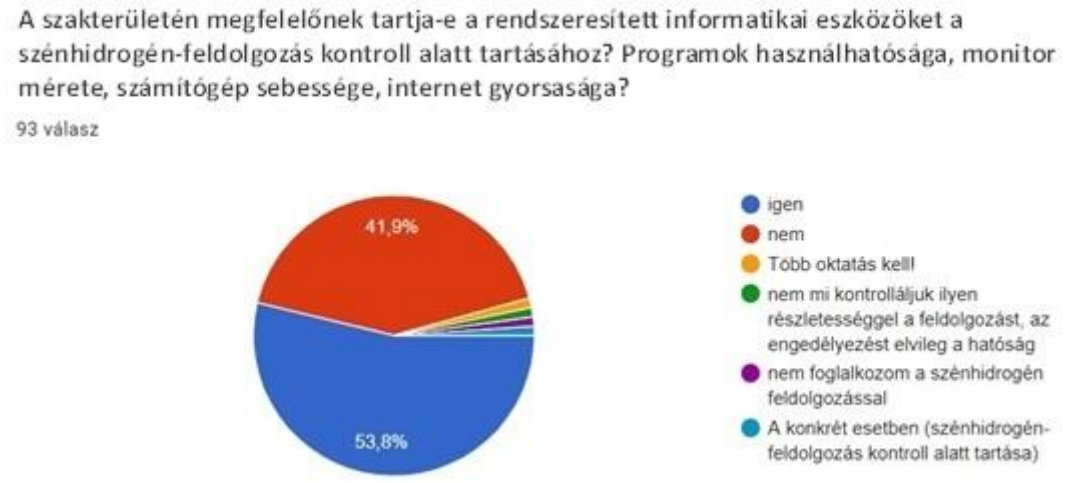
8. számú diagram: A szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalata években mérve
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 8. diagram esetében intervallumokat alkalmaztam, amelyek nagyságrendenként mutatják a szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalatát feleletválasztós kérdéssorként. A hat lehetséges opciót a 0–3 < 3–5 < 5–10 < 10 – 20 < 20–30 < 30 – ∞ képlettel jelenítem meg. Három évnél kevesebb szakmai tapasztalattal 3 fő, 3,2% rendelkezett. 3–5 év közöttivel 4 fő, 4,2%, 5–10 év közöttivel 18 fő, 18,9%, 10–20 év közöttivel 36 fő, 37,9%, 20–30 év közöttivel 31 ember, 32,6%, 30 év feletti szakmai tapasztalattal már csak 3 fő, 3,2% található. Már a vizuális elemzésből egyértelműen látszik, hogy magas szakmai ismerettel rendelkeznek a szakterületek munkatársai.



9. számú diagram: A válaszadók véleménye a HAMAR-rendszer bevezetéséről
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

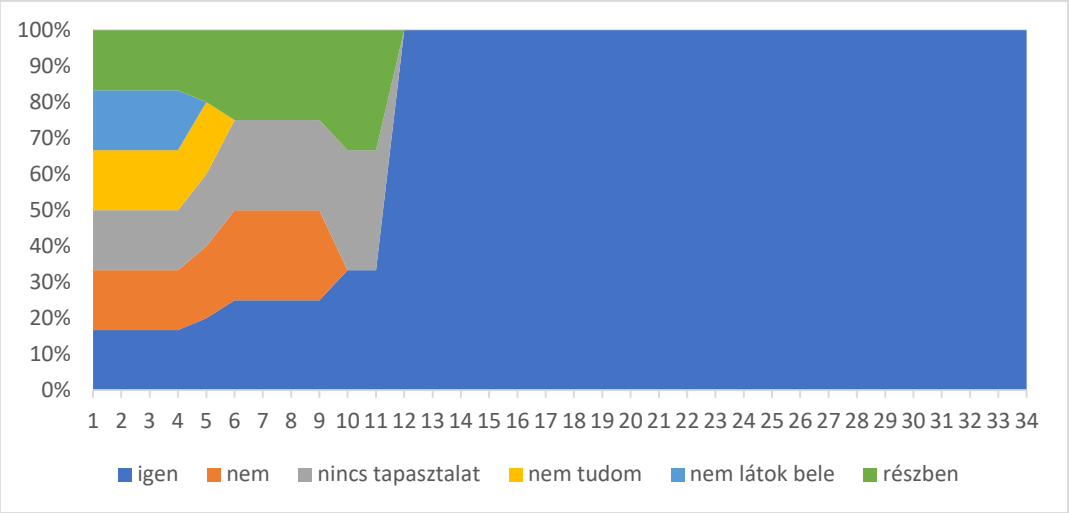
A 9. számú diagram a HAMAR-rendszer bevezetésével kapcsolatos válaszokat jeleníti meg. A kidolgozás során arra törekedtem, hogy a hat választható lehetőségből és az egy válaszra érkezett jelölések számából, azokat sorba állítva eldönthető legyen a rendszer bevezetésének jósága és felhasználásának legnagyobb jelentősége a kitöltők szemszögéből. A válaszokat nagyságrendek szerint rendezve mutatom be. Az összes válaszadó közül a legmagasabb számban, 49-en, 52,7% arányban a „A HAMAR-rendszerhez valamennyi szakterület integrálása az egységes kezelés és lekérdezés érdekében" választ jelölték meg. A második legtöbb választ, 28-at, amely 30,1%-os arány, „A HAMAR-rendszer elindítása, a hozzá kapcsolható különálló alkalmazások integrálása" kapta. Harmadik elemként „A HAMAR-rendszerhez a szénhidrogén-feldolgozók biztonsági irányítási rendszerének lekérdezés szintű hozzákapcsolása" jelent meg 24 válaszadóval, ami 25,8%. A negyedik, „A HAMAR-rendszerből egy adott üzem esetében egységes időszerű információk kinyerése, mint az alkalmazottak száma, életkora, tapasztalata" 13 kitöltőt érintett meg, az ügyelet, 4 főt a főügyelet és a polgári védelem területéről, 3 főt a hatósági és 2-őt az iparbiztonsági szakterületről, ami a megkérdezettek 14%-ának felel meg. Eggyel kevesebb válaszadó, 12 fő, 12,9% választotta a „Nem tartom jó ötletnek, hogy az üzem belső életébe, rendszerébe a hatóság belelásson" lehetőséget. A „Nem katasztrófavédelmi dolgozó vagyok, nem ismerem a felsorolt rendszereket" választ 5 fő, 5,4%, a társhatóság munkatársai jelölték meg.



10. számú diagram: Az informatikai eszközök jósága
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

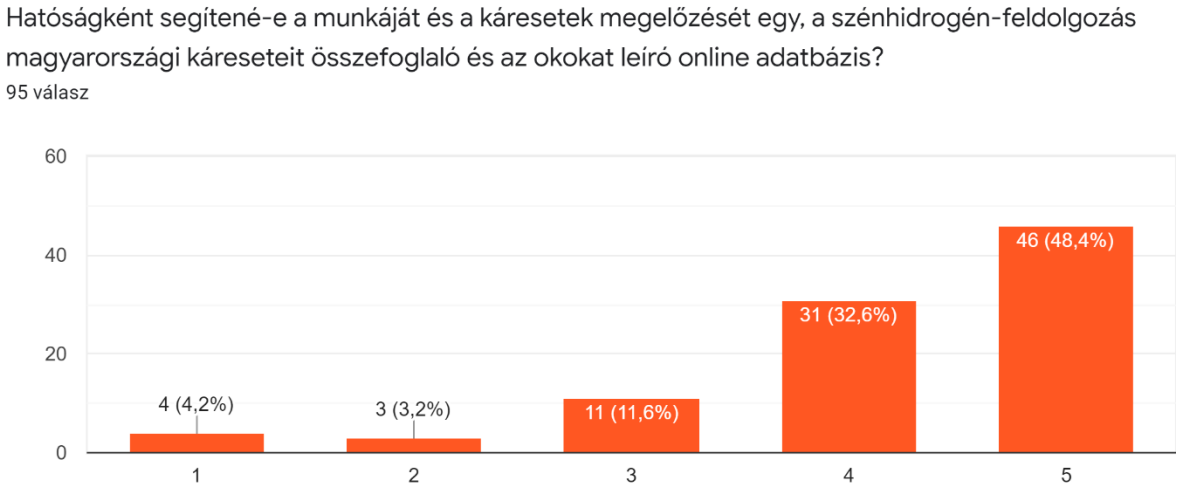
„A szakterületén megfelelőnek tartja-e a rendszeresített informatikai eszközöket a szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához? Programok használhatósága, monitor mérete, számítógép sebessége, internet gyorsasága?" Az összetett kérdéssor célja a szénhidrogén-feldolgozáshoz használt informatikai eszközök és programok összességének

jósága a felhasználó szemszögéből. A 10. számú diagramból kitűnik, hogy az igen-nem eldöntendő válaszra 50 válaszadó (53,8%) igen, 39 kitöltő (41,9%) nem választ adott. Az egyéb válaszadás lehetőségével 4 felhasználó élt, 2 az igen válaszokat erősítette, 1 megkérdezett a „Több oktatás kell!!!" felkiáltással talán a nemleges válaszokat erősíti. A maradék 1 válaszadó nem foglalkozik a szénhidrogén-feldolgozással, válaszát semlegesnek tekintem. A kördiagram vizuális vizsgálatából megállapítható, hogy a dolgozók több mint fele meg van elégedve az informatikai rendszerek nyújtotta lehetőségekkel, és elegendőnek tartja a szénhidrogén-feldolgozás ellenőrzés alatt tartásához.



11. számú diagram: A szénhidrogénipari üzemekben alkalmazott technológia használhatósága
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok, hatósági dolgozók kérdőív 5. sz. szöveges kérdése alapján

A 11. számú 100%-ig halmozott terület diagramon elemzett, összetett mondatos kifejtős kérdés célja a szénhidrogénipari üzemekben alkalmazott technológiai utasítások használhatóságának vizsgálata, valamint az ügyintézők szakértelmének összegyűjtése, további elemzése. A 74 kifejtős választ feldolgozva 6 feleletválasztós kategóriát definiáltam. A többmondatos válaszokat tartalmuk alapján soroltam a fenti 6 kategóriába. A 100%-ig halmozott diagramon jól látszik, hogy „A tapasztalata alapján a szénhidrogénipari üzemekben alkalmazott technológiai utasítások használhatósága, jósága, felülvizsgálat lehetősége, felülvizsgálat gyakorisága megfelelő, az utasítás minden esetben biztonságos?" kérdésre adott igen válaszok száma 34. A jobb láthatóság érdekében a „részben jónak" tartók válaszát a diagram első felében jelenítem meg, további 11 fővel emelve a pozitív válaszadók számát. 11 fő „nincs tapasztalat", 4 fő „nem látok bele", 9 fő „nem" tartja biztonságosnak a szénhidrogénipari üzemekben alkalmazott technológiát, 5 fő „nem tudja" választ adott.



12. számú diagram: Segítené-e a munkáját a szénhidrogén-feldolgozás kareseteinek adatbázisa?
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A kérdőív 7. kérdéssorát Charles E. Osgood 5 fokozatú szemantikus differenciálskálájával alakítottam ki. A feleletválasztós kérdés „nem" válasza az 1, az „igen" válasza az 5 értéket kapta. A kitöltők a két érték közötti számokkal fejezhették ki véleményüket, vagy maradhattak semlegesek a kérdés tekintetében. A megszokott 7 fokozatú skála helyett elégnek tartottam az 5 fokozatú változatot, mivel a 7 fokozatúhoz hasonlóan rendelkezik semleges, középső értékkel, viszont gyorsabb, határozottabb válaszadást eredményezett. A kérdéssoron csak egy választ lehetett megjelölni. A 12. számú diagram megmutatja, hogy a válaszadók közül 46, 48,4%, valamint 31 kérdezett, 32,6% ért egyet a kérdés tárgyával: „Hatóságként segítené-e a munkáját és a káresetek megelőzését egy, a szénhidrogén-feldolgozás magyarországi kareseteit összefoglaló és az okokat leíró online adatbázis?" Úgy gondolom, hogy a 4 és 5 érték összevonható, mert egyértelműen az igen válaszokat erősíti, vagyis 31 + 46 = 77 kitöltő, ennek alapján 32,6% + 48,4% = 81% ért egyet. A 3-as értéket jelölte meg, semleges maradt 11 fő, 11,6%, egyébként a válaszadók közül 4 fő az 1-es értéket, vagyis a nemet, 3 fő a nem igazán válasznak megfelelő 2-es értéket jelölte meg, ami 4,2 és 3,2%-ot tett ki, elég kevesen gondolták úgy, hogy nem segítené a munkájukat az adatbázis.

13. számú diagram: A mérnöki tudás, szemlélet az eljárások és a káresetek vizsgálatok során
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 8. kérdés jellegéből adódóan a kialakítás során ismét egy 5 fokozatú szemantikus differenciálskálát készítettem. A feleletválasztós kérdés „nem fontos” felelete itt is az 1, a „nagyon fontos” válasz az 5 értéket kapta. A kérdezettek a két érték közötti számokkal fejezhették ki véleményüket, vagy maradhattak semlegesek a kérdés tekintetében. A kérdéssoron itt is csak egy választ lehetett megjelölni. A 13. számú diagram bemutatja, hogy a válaszadók közül 39, 41,5%, valamint 36 kitöltő, 38,3% fontosnak tartja, hogy „[…] az adott szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző, a káresetet vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs rendelkezzen mérnöki tudással vagy vegyész, gépész, esetleg olajipari végzettséggel a folyamatok jobb megértése érdekében”. A 4 és 5 érték itt is összevonható, mivel egyértelműen a pozitív válaszokat erősíti, vagyis 36 + 39 = 75 válaszadó, ami alapján 38,3% + 41,5% = 79,8% tartja fontosnak a kérdésben foglaltakat. A 3-as értéket jelölte meg, semleges maradt 16 fő, 17%. A kérdezettek közül 0 fő jelölte meg az 1-es értéket, vagyis a nemet, és 3 fő, 3,2% a nem igazán válasznak megfelelő 2-es értéket, egyértelműen kevesen voltak a nemmel válaszolók.

14. számú diagram: A fejlesztendő szénhidrogénipari területek megnevezése
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

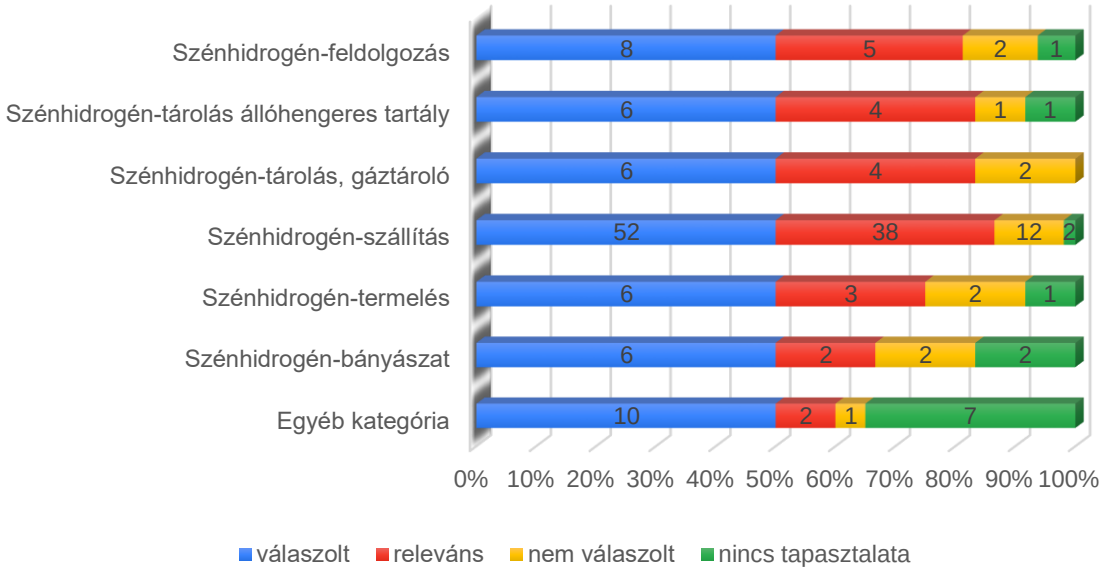
A 9. kérdés: „A hatósági ellenőrzések tapasztalata és a hatályos jogszabályok ismeretének tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő szénhidrogénipari területeket emelne ki a káresetek csökkentése, megelőzése érdekében?” A kérdés kidolgozása során hat választható jellemző szénhidrogénipari területet határoztam meg, de megadtam a lehetőséget egyéb szénhidrogénipari területek felvitelére:

- szénhidrogén-bányászat,
- szénhidrogén-termelés,
- szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.,
- szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló,
- szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás,
- szénhidrogén-feldolgozás.

A kérdéshez több választ is be lehetett jelölni. A 14. számú diagramon a sorba állítást követően látszik a megkérdezettek szerint leginkább fejlesztendő terület. A válaszokat nagyságrendek szerint rendezve, a legtöbb jelölést 58 válaszadóval, 63,7%-kal a „Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.” kapta. A második legtöbb válasz a „Szénhidrogén-feldolgozásnak” jutott, 39 fő, 42,9%, a harmadik helyen a „Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás” végzett 36 válasszal, 39,6%-kal. A negyedik elem a „Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló” 35

kitöltővel, 38,5%-kal. Az ötödik helyre a „Szénhidrogén-termelés” került 10 fővel, 11%-kal, és a hatodik helyen a „Szénhidrogén-bányászat” áll 6 válaszadóval, 6,6%-kal.

Az egyéb kategóriába az alábbi válaszok érkeztek, egy-egy megkérdezettet, 1,1%-os arányt képviselve: „Az általam ismert üzemekben több éve nem történt olyan káresemény, ami a technológia avultságára lett volna visszavezethető”; „felhasználás helye”; „Nincs szénhidrogéniparral kapcsolatos tapasztalatom”; „Nincs megfelelő tapasztalatom a kérdés megválaszolásához”; „Mindegyik fontos” „Egytől egyig”; „Nincs hatósági tapasztalatom, nincs rálátásom a fejlesztendő területekre.”



15. számú diagram: A választott szénhidrogénipari terület fejleszthetősége
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok, hatósági dolgozók kérdőív 10. sz. szöveges kérdése alapján

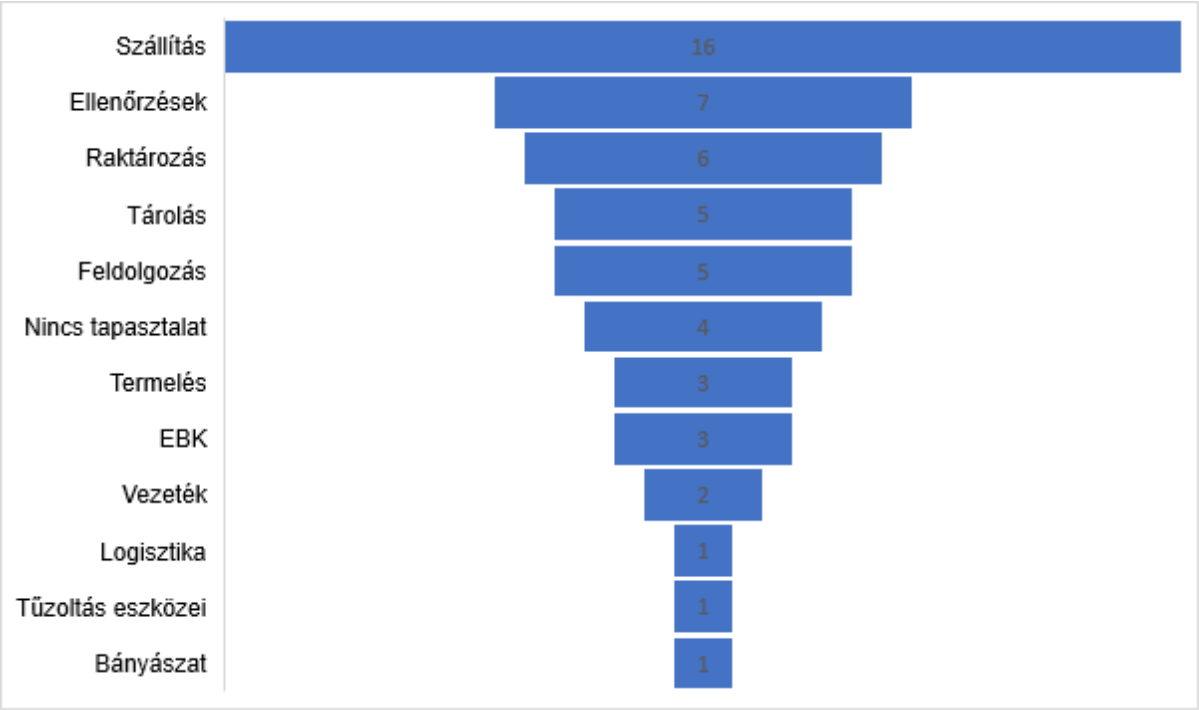
A 10. kérdés a 9. témájára épül: „Kérem, fejtse ki pár mondatban a kiválasztott területtel kapcsolatos fejleszthetőség lényegét.” A kiválasztott szénhidrogénipari területek tökéletesítési lehetőségeinek kifejtését kértem a kitöltőktől. A válaszokat a 9. kérdésben megadott kategóriákra lebontva dolgoztam fel, kiszűrtem a korábbi kérdés sorrendállításához szükséges és a több választási lehetőségből adódó többletet, csak a legtöbbször megjelölt kategóriákkal számoltam, és elkészítettem a 15. számú diagramot. A kitöltők az első helyen végzett, legnagyobb számban választott szénhidrogén-szállítás tevékenység fejleszthetőségéhez kapcsolódó javaslatot 38 esetben tettek. A szénhidrogén-feldolgozás fejlesztéséhez 5, a tartályos (benzin, gázolaj, bitumen) és a föld alatti gáztároló szénhidrogén-tárolása 4-4, a szénhidrogén-termelés 3, a szénhidrogén-bányászat és az egyéb kategóriában 2-2 fejlesztési lehetőséget javasoltak a megkérdezettek.

16. számú diagram: A fejleszthető katasztrófavédelmi területek megnevezése
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 11. kérdés arra keresi a választ, hogy: „A hatályos jogszabályok és belső szabályozók alapján milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a szénhidrogénipari káresetek csökkentése, megelőzése érdekében a katasztrófavédelem szakterületein belül?” A kérdés kidolgozása során a négy választható katasztrófavédelmi szakterület kiválasztásának lehetőségét szabtam meg:

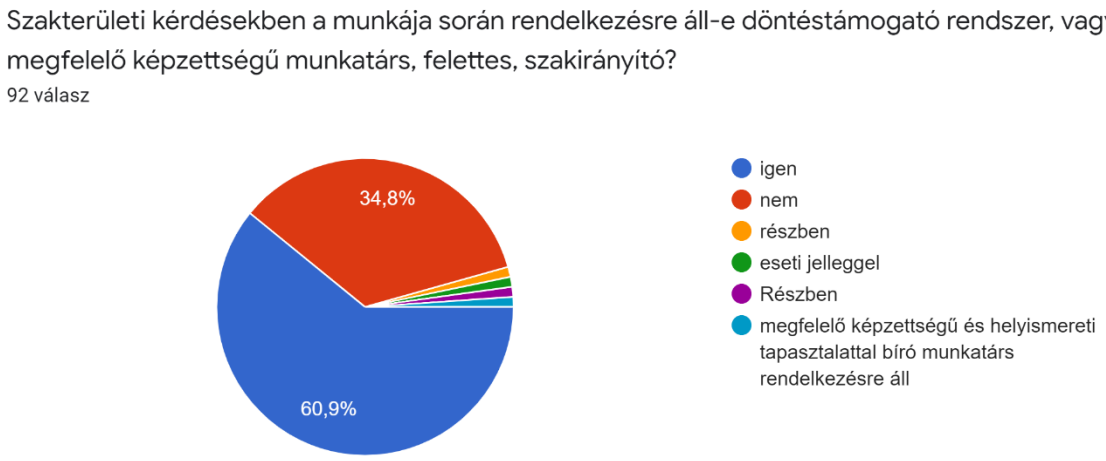
- tűzoltási,
- iparbiztonsági,
- polgári védelmi,
- hatósági.

Az egyéb pontban megadtam a lehetőséget további szakterületek felvitelére. A kérdéshez egynél több választ is be lehetett jelölni, a válaszok fontosságának sorrendje rögzítésre került. A 16. számú diagramon a válaszadók nézőpontjából a leginkább fejlesztendő terület látható a sorba állítást követően. A válaszokat nagyságrend szerint rendezve a legtöbb, 69 válasszal, 75%-os aránnyal az „Iparbiztonsági szakterület” végzett az első helyen. Második helyen a „Hatósági szakterület” 49 jelöléssel, 53,3%-kal, a harmadik helyen a „Tűzoltási szakterület” végzett 37 válaszadóval, 40,2%-kal. A fejlesztendő területek végére 13 választással, 14,1%-kal a „Polgári védelmi szakterület” került. Az egyéb pontban 7 esetben kifejtős választ írtak a kitöltők. A fejlesztéssel mint a kérdés egy részével ugyan összefüggtek, de a kérdés lényegével nem mutattak kapcsolatot és relevanciát, ezért figyelmen kívül hagytam őket.



17. számú diagram: Tölcsérdiagram a fejleszthető szénhidrogénipari területekről
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok, hatósági dolgozók kérdőív 12. sz. rövid, szöveges kérdés

A 12. kérdés: „Az ellenőrzések tapasztalata és a hatályos jogszabályok, valamint a belső szabályozók tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a szénhidrogénipari káresetek csökkentése, megelőzése érdekében a szénhidrogén-feldolgozás szakterületein belül: bányászat, termelés, szállítás, raktározás, feldolgozás, EBK. Kérem, pár mondatban fejtse ki.” A kérdésre 46 rövid, szöveges válasz érkezett, a leginkább fejlesztendő területnek a szállítást jelölték meg a kitöltők, amelyet a 17. számú diagramon szemléltetek.



18. számú diagram: Döntést segítő alkalmazás és humán erőforrás rendelkezésre állása
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 13. kérdésre igennel, nemmel és az „egyéb” mező kitöltésével lehetett válaszolni. Az összetett kérdés célja annak felmérése, hogy rendelkezésre állnak-e a szakterületek által használt döntéstámogató rendszerek, programok vagy a munkatársak segítsége, tudása egy adott szakterület (szénhidrogénipar) kérdéseinek eldöntéséhez. A 18. számú diagramból kitűnik, hogy az eldöntendő kérdésre 56 válaszadó, 60,9% igennel, 32, 34,8% nemmel válaszolt. Az egyéb válaszadás lehetőségével 4 felhasználó élt, valamennyien az igen válaszokat erősítették. 2 megkérdezett a „részben” választ, 1 az „eseti jelleggelt”, az utolsó kitöltő a „megfelelő képzettségű és helyismereti tapasztalattal bíró munkatárs rendelkezésre állását” választotta. Így 60 igen és 32 nem választ deklarálok. A kördiagramon szemmel is látható és meghatározható, hogy a dolgozók több mint kétharmada kihasználhatja a döntéstámogatás nyújtotta lehetőségeket, vagy kikérheti tapasztaltabb szakember véleményét.

19. számú diagram: A koronavírus járvány hatásai a katasztrófavédelemre
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A kutatásom és a munkám során is nehézségekbe ütköztem a SARS-CoV-2 koronavírus-világjárvány miatt, ezért a 14. kérdéssel felmértem, milyen hatással lehet a katasztrófavédelem szakterületeinek munkájára, okozhat-e fennakadást az ügyintézésben. 4 előre elkészített mondat közül lehetett választani. Az „egyéb” pontban szöveges véleménynyilvánításra is lehetőség nyílt:

- Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább.
- Változást tapasztaltam.
- A munkahelyem teszteli a dolgozóit.
- A munkahelyem nem biztosítja a vírusvédelemhez szükséges felszerelést.

A kérdéshez egynél több választ is be lehetett jelölni, a válaszok jelölésének sorrendje rögzítésre került. A 19. számú diagramon bemutatom, hogy a megkérdezettek szemszögéből 54 fő, 58,1% a „Változást tapasztaltam” mondatot választotta a legnagyobb arányban. 28 válaszadó, 30,1% úgy érzékelte, „Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább”. 7 fő a vírusvédelemhez szükséges felszerelés hiányát jelölte meg, ami az országos hiányhoz köthető, és pár nap alatt megoldódott. 2 fő „A munkahelyem teszteli a dolgozóit” választ adta. Az egyéb kategóriába 9 hosszabb mondat került, a védekezéssel kapcsolatos jó gyakorlatok megjelenítésével párat kiragadok: „Lehetőségekhez mérten védi a dolgozókat, biztosítja a vírusvédelemhez szükséges felszereléseket”; „A laktanyán kívüli szakmai munka végzésének és a laktanyán belül ügyfelek, látogatók fogadásának jelentős korlátozása”; „Változást tapasztaltam, nagy hangsúlyt kapott az állomány védelme. Számos intézkedés bevezetése történt, ami megváltoztatta a napi munkavégzést.”

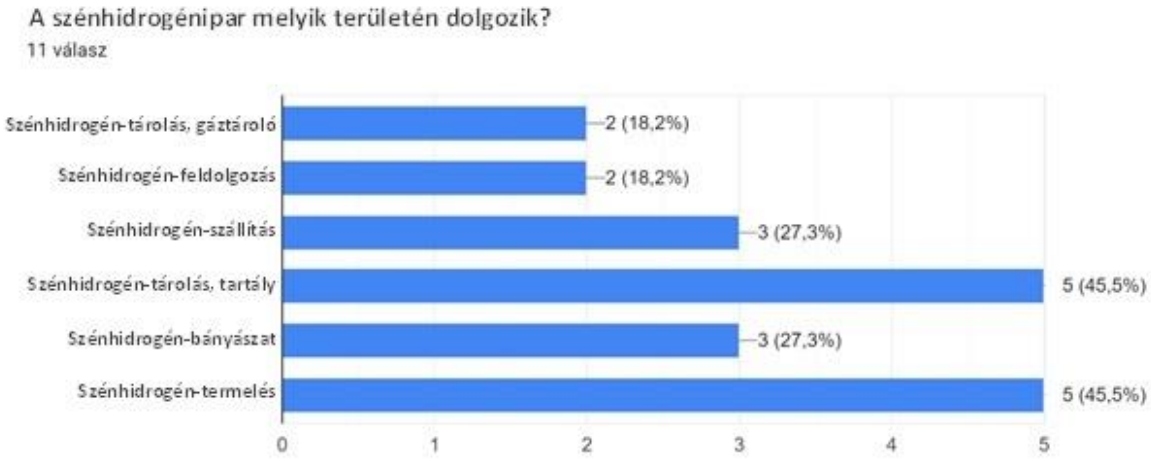
20. számú diagram: A koronavírus-járvány hatásai a szénhidrogéniparra és feldolgozásra
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, hatósági dolgozók kérdőíve

A 15. kérdéssel felmértem, milyen hatással lehet a szénhidrogéniparra, okozhat-e fennakadást a SARS-CoV-2 koronavírus-világjárvány. Itt is 4 előre elkészített mondat közül lehetett választani, de megadtam a lehetőséget az „egyéb” véleménynyilvánításra is:

- Nem lesz súlyos következménye.
- Közepes változások lesznek.
- Súlyos következményekkel jár.
- Nagyon súlyos következménye lesz.

A kérdéshez egynél több választ is be lehetett jelölni, a válaszok jelölésének sorrendje rögzítésre került. A 20. számú diagramon bemutatom, hogy a válaszadók a legnagyobb arányban, 47 fő, 50% a „Nem lesz súlyos következménye” mondatot választotta. 32 megkérdezett, 34% úgy gondolja, „Közepes változások lesznek”. 7 fő, 7,4% szerint „Súlyos következményekkel jár”. A „Nagyon súlyos következménye lesz” mondatot senki nem választotta. Az egyéb kategóriába szintén 9 hosszabb mondat került, a kutatás szemszögéből egy pár releváns választ bemutatok: „Talán csökkenhet a korlátozások miatt a felhasználás mennyisége, ami a bányászatig visszahat”; „Az amerikai olaj- és gázipar a pandémiában 107 ezer munkahelyet veszített.” Az amerikai szénhidrogén- és petrolkémiai iparban dolgozók 7%-át építették le a koronavírus-járvány következtében. A nyersolaj ára a kevesebb felhasználás miatt nyomott marad. Az országokat és a vállalatokat a megújuló energiára történő áttérésre ösztönzik. Az energiaátmenet elhúzódása miatt a dolgozók nagy része nem tér vissza, az elkövetkező időben a már 44 éves átlagéletkorú munkaerő kiöregszik. [168] Úgy gondolom, hogy a szakemberek elbocsátása, kiöregedése, az új munkaerő gyakorlati tudásának hiánya kockázatot jelent a szénhidrogén-feldolgozó iparra.

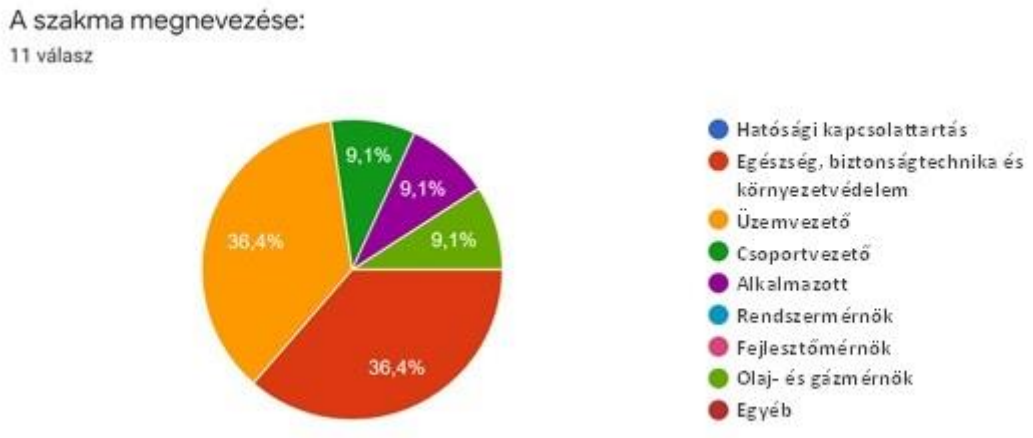
4.3. A magyar szénhidrogénipari dolgozók kérdőíveinek feldolgozása



21. számú diagram: A szénhidrogéniparban dolgozók szakterületi eloszlása
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

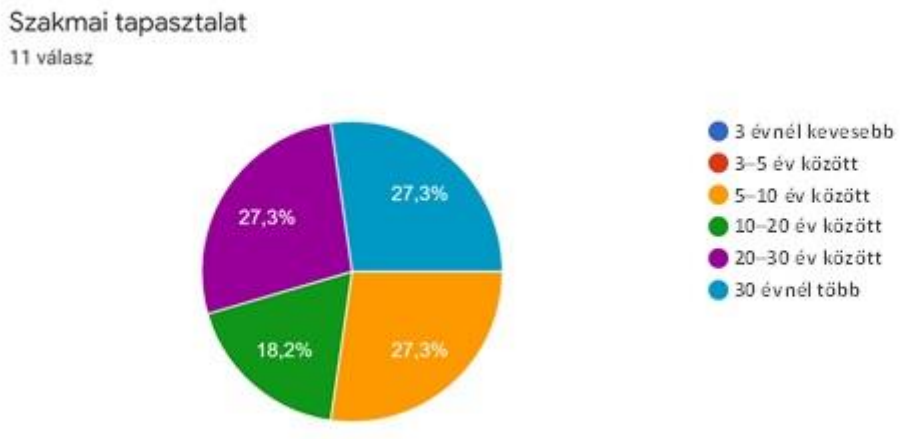
Az 1. kérdésnél a megkérdezettek a szénhidrogénipar megadott 6 szakterületén dolgoznak, az „egyéb” mezőt nem töltötték ki. A legnagyobb számban a „Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló” és a „Szénhidrogén-feldolgozás” területén dolgoznak, 5-5 válaszoló, de a területek között jelentős átfedések vannak, néhányan 3–6 szakterületen is dolgoznak.

A harmadik és a negyedik helyen a „Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.” és a „Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás” kategória végzett, ezeket 3-3 fő választotta. 2-2 megkérdezett pedig a „Szénhidrogén-bányászatot” és a „Szénhidrogén-termelést” jelölte meg. A 21. számú diagramon bemutatom a szénhidrogéniparban dolgozók szakterületenkénti eloszlását.



22. számú diagram: A szénhidrogénipari szakma, beosztás megnevezése
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 2. kiválasztós kérdésnél a szénhidrogénipari szakmai szakterületet kellett megadniuk a kitöltőknek. 4 fő üzemvezető, 1 csoportvezető, 1 alkalmazott, 1 olaj és gázmérnök, 4 EBK-munkatárs adott választ, amelyet a 22. számú diagramon jelöltem.



23. számú diagram: A szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalata
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 3. kérdés a szakmai tapasztalat felmérésére irányult, a válaszok években vannak meghatározva. A korábbi gyakorlatnak megfelelően intervallumokat használtam, amelyek nagyságrendenként mutatják a szénhidrogénipari dolgozók szakmai tapasztalatát a feleletválasztós kérdéssorban.

A hat lehetséges opciót a 0–3 < 3–5 < 5–10 < 10–20 < 20–30 < 30–∞ képlettel jelenítem meg. 3 évnél kevesebb és 3–5 év közötti szakmai tapasztalattal 0 fő rendelkezett. 5–10 év között 3 fő, 27,3%, 10–20 év között 2 fő, 18,2%, 20–30 év között 3, 27,3%, 30 év feletti szakmai tapasztalattal szintén 3 fő, 27,3% rendelkezett. A vizuális elemzésből (23. számú diagram) egyértelműen látszik, hogy magas szakmai tudással rendelkeznek a szakterületeknek a kérdőíves kutatásban részt vett munkatársai.

24. számú diagram: A biztonsági szempontból legfontosabbak kiválasztása
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 4. kérdés – „Az alábbi felsorolásból kérem, jelölje meg véleménye szerint a biztonság szempontjából a legfontosabbakat” – eredményét mutatja be a 24. számú diagram:

- A katasztrófavédelem műveletirányítási rendszeréhez kapcsolódni.
- A biztonsági irányítási rendszer és a katasztrófavédelem hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszerek kapcsolata.
- Nem tartom jó ötletnek a rendszereket összekapcsolni, mert így az üzem belső életébe, rendszerébe a hatóság beleláthat.

A három előre meghatározott válaszlehetőséget úgy fogalmaztam meg, hogy eldönthető legyen, melyik az, ami a szénhidrogénipar és -feldolgozás, valamint a katasztrófavédelem információs rendszereinek összekapcsolásából fakadó legfontosabb, legnagyobb biztonságot adja. A válaszok nagyságrendek szerinti rendezése alapján az első „A katasztrófavédelem műveletirányítási rendszeréhez kapcsolódni” 7 jelöléssel, 70% tartja a legfontosabbnak.

A második lehetőség, a vállalat BIR- és a katasztrófavédelem HADAR-rendszereinek összekapcsolása 5 válaszoló, 50% szerint fontos, és természetesen volt, aki az első válasz jelölését követően ezt második helyen jelölte meg, jó ötletnek tartva mindkét rendszer integrációját.

Az egyik tézisem alátámasztásaként a harmadik lehetőségre nem érkezett jelölés, ami megerősít abban, hogy a szénhidrogénipari üzemek és -feldolgozók a BIR- és informatikai rendszereiket a biztonság növelése érdekében kompromisszumok nélkül hajlandók lennének a katasztrófavédelem rendszereivel összekötni. Úgy gondolom, hogy ennek az alapjait egy következő kutatónak kell lefektetnie és véghez vinnie. Az „egyéb" lehetőség megadását is engedélyeztem az űrlapon, amit egy kitöltő ki is használt, és „A kritikus paraméterek távfelügyeleti lehetőségeként" definiált.

25. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás kontrolljához szükséges informatikai eszközök fejlesztése
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A kérdőív 5. pontja: „A felsorolásból jelölje meg a fejlesztésre szoruló informatikai eszközöket, amelyek szükségesek a szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához:

- a munkaterülethez szükséges programok, alkalmazások használhatósága,
- monitorok mérete,
- számítógépek sebessége,
- internet gyorsasága,
- csoportmunkaprogramok megléte, alkalmazása,
- informatikai szervizháttér,
- informatikai biztonság,
- mobiltelefonok, mobilinternet sebessége, biztonsága."

A 25. számú diagramon látszik, hogy a nyolc választható lehetőségből a válaszadók 8-8 esetben (72,7%) választották „A munkaterülethez szükséges programok, alkalmazások használhatóságát” és az „Informatikai biztonságot”. 7 esetben (63,6%) a „Számítógépek sebessége”, 5 esetben (45,5%) a „Mobiltelefonok, mobilinternet sebessége, biztonsága”, 4-4 esetben (36,4%) az „Internet gyorsasága” és az „Informatikai szervizháttér”, végül három esetben (27,3%) a „Csoportmunkaprogramok megléte, alkalmazása” választ. Az „egyéb” pontban feltüntették a „Szoftverergonómiát”. A kérdéskör válaszainak következtetése, hogy a szénhidrogén-feldolgozás ellenőrzés alatt tartásához szükséges programoknak és az informatikai biztonságnak jónak kell lennie az ipari kémkedés és a kibertámadások megelőzésének érdekében.

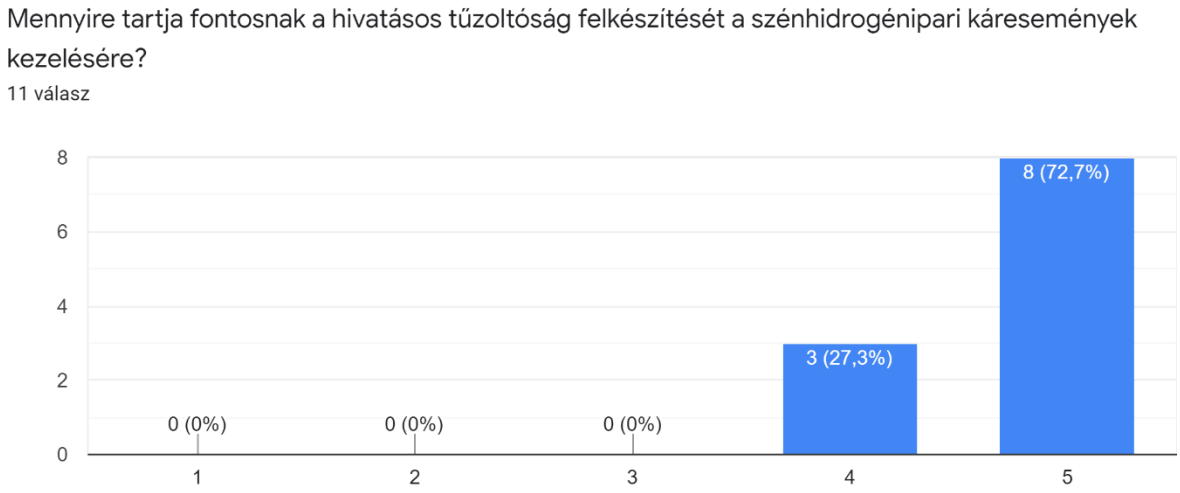
A 6. kérdésnél – „Az ön szakterületéhez kapcsolódó technológiai utasítások használhatósága, jósága, felülvizsgálat lehetősége, gyakorisága, kérem, röviden fejtse ki” – szöveges válaszokat vártam, amelyeket a válaszadók az alábbi mondatokban fogalmaztak meg:

- A cégnél használt technológiai utasítások naprakészek, megfelelően használhatók.
- 5 évente HAZOP-,[144] LOPA-,[145] SIL-felülvizsgálatok[146] + MoC.[147]
- Naprakészek, korrektek.
- Folyamatosan aktualizálásra, évente felülvizsgálatra kerülnek. Az IIR-szabványok[148] előírják.
- Használható, ha kell felülvizsgálható, gyakorisága, ha a körülmények változnak.
- Lenne mit fejleszteni.
- Ciklusidő szerinti rendszeres felülvizsgálat, illetve hatékony változásmenedzsment.

[144] Hazard and Operability Study – veszélyességi és működőképességi vizsgálat, olyan folyamattechnológiai elemzés, amelynek segítségével tervezett és már működő rendszerek kockázatelemzése egyaránt elvégezhető.
[145] Layer of Protection Analysis – védelmi rétegek elemzése.
[146] Safety Integrity Level – kockázatcsökkentési szint, a kockázatcsökkentést számszerűsíteni kell kockázatelemzési módszerekkel, értékei SIL 1 – SIL 3, alacsonytól a jelentős kockázatig terjed.
[147] Management of Change – a változásmenedzsment a szervezeti változások kezelésének szisztematikus megközelítése, jellemzően ipari létesítményekben és műveletekben. A megközelítés lényege, hogy megvédje a munkavállalókat az esetleges ártalmaktól az átmenet kritikus időszakában.
[148] Internal Rate of Return – belső megtérülési ráta, amely alapján azok a beruházások fogadhatók el, amelyeknek a belső megtérülési rátája magasabb, mint a beruházástól elvárt hozam (vagy a tőkeköltség). Jelen esetben gazdasági és az azzal összefüggő környezetvédelmi szempontokra gondolhatott a válaszadó.

- Minden utasítás, ami a biztonsággal kapcsolatos, a szakterületemhez tartozik, így elengedhetetlen azok naprakészen tartása és a kapcsolódó hatósági egyeztetések/frissítések megléte.
- A technológiai utasítások tartalmilag megfelelőek, jól használhatók.

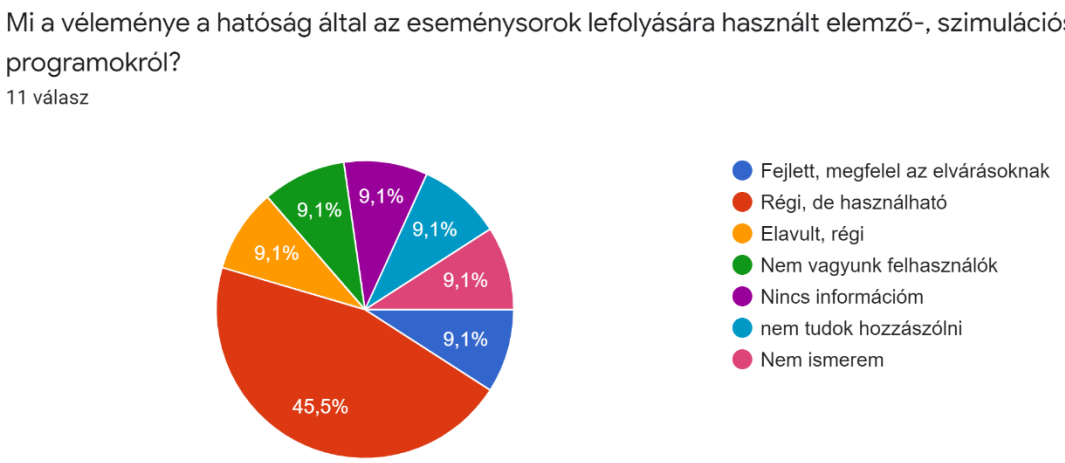
A szöveges válaszok alapján a különféle szakterületek válaszadói szerint a technológiai utasítások használhatók, naprakészek, folyamatos ellenőrzés alatt állnak. Egy esetben merült fel a fejlesztés igénye.



26. számú diagram: A HTP-k felkészítése a szénhidrogénipari káresemények kezelésére
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 7. kérdés kialakítása során a korábban már alkalmazott 5 fokozatú szemantikus differenciálskálát készítettem.

A feleletválasztós kérdés „nem tartom fontosnak” válasza itt is az 1, a „nagyon fontosnak tartom” felelete az 5 értéket kapta. A válaszadók a két érték közötti számokkal fejezhették ki véleményüket, vagy maradhattak semlegesek. A kérdéssoron itt is csak egy lehetőséget lehetett választani. A 25. diagram megmutatja, hogy a megkérdezettek közül 8, 72,7% nagyon, további 3 kitöltő, 27,3% pedig csak fontosnak tartja „A HTP-k felkészítését a szénhidrogénipari káresemények kezelésére”. A differenciálskála alsó és középértékét nem választották ki, jelezve az egyöntetű döntést és a kérdés súlyát.

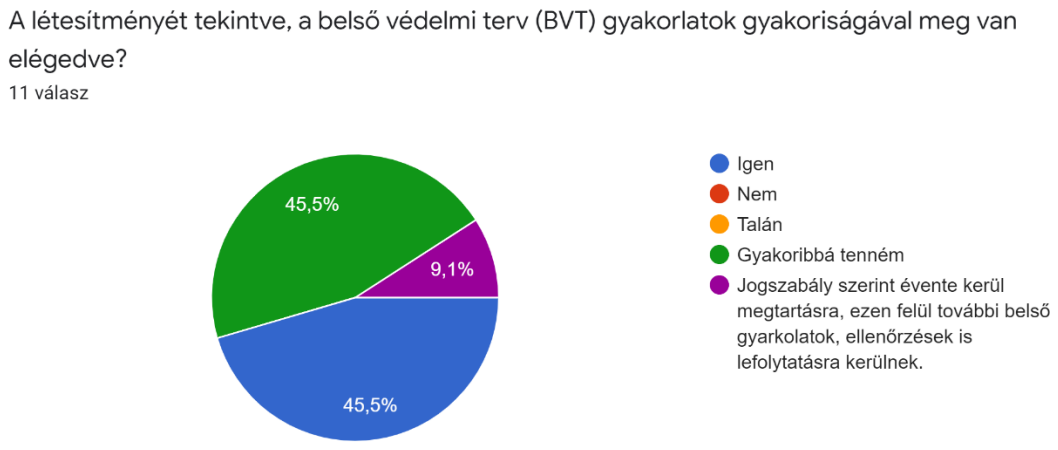


27. számú diagram: A hatóság által használt elemző- és szimulációs programok jósága
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 8. kérdés kitöltőinek véleményét jól tükrözik a hagyományos tortadiagram szeletei. Három előre definiált válasz közül egyet lehetett választani:

- Fejlett, megfelel az elvárásoknak.
- Régi, de használható.
- Elavult, régi.

Az „egyéb” ponttal kibővítettem a válaszadók lehetőségét a gondolataik kifejtésére. A megkérdezettek közül a legtöbben, 5 fő a „Régi, de használható” kategóriát választotta. 1-1 fő a „Fejlett, megfelel az elvárásoknak” és az „Elavult, régi” válaszokat jelölte meg. A kérdéskört nem ismerő kitöltők a három előre definiált választ további néggyel bővítették: „Nem ismerem”; „Nem vagyunk felhasználók”; „Nincs információm”; „Nem tudok hozzászólni”. A 27. számú diagram válaszaiból kitűnik, hogy a hatóságok, köztük a katasztrófavédelem által használt elemző- és szimulációs programok a szénhidrogénipari létesítmények üzemeltetői szerint régiek, de használhatók.



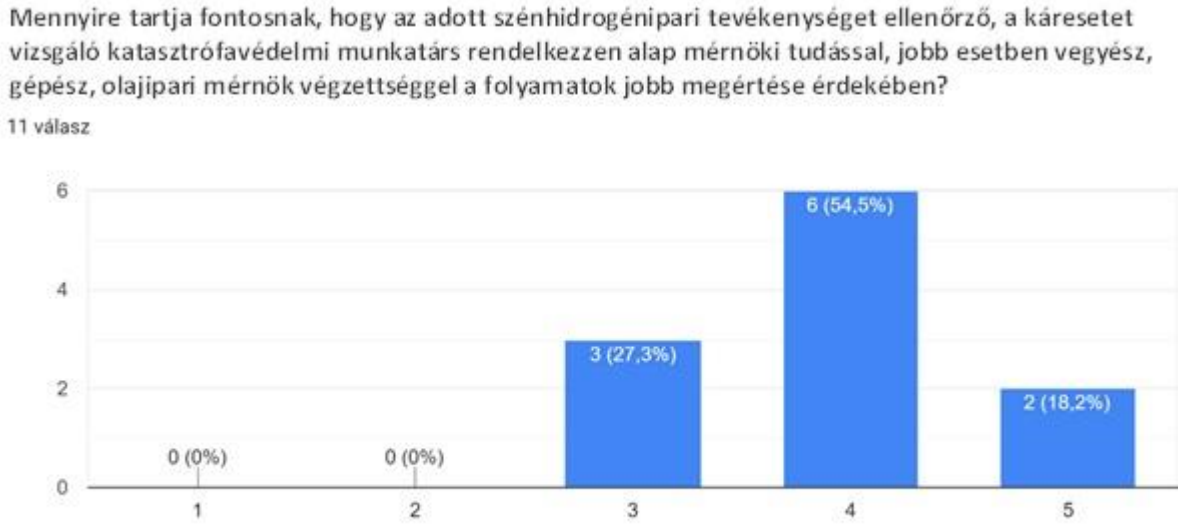
28. számú diagram: A Belső Védelmi Terv gyakorlatok előfordulásának jósága
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 9. kérdésre, amelyet a 28. számú diagramon mutatok be, 5-5 fő az „Igen", meg van elégedve és a „Gyakoribbá tenné" választ adta. Egy válaszadó kihasználva az „egyéb" pont lehetőségét kifejtette: „Jogszabály szerint évente kerül megtartásra, ezenfelül további belső gyakorlatok, ellenőrzések is lefolytatásra kerülnek." Nem választ senki nem jelölt. A szöveges választ a tartalma alapján igennek veszem, így a megkérdezettek többsége meg van elégedve a belső védelmi tervgyakorlatok gyakoriságával, a kitöltők kisebb része rendszeresebbé tenné.

29. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás kareseteit összefoglaló adatbázis használhatósága
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 10. kérdés a korábban alkalmazott 5 fokozatú szemantikus differenciálskálán alapul. A feleletválasztós kérdés „nem" válasza itt is az 1, az „igen" felelete az 5 értéket kapta. A válaszadók a két érték közötti számokkal fejezhették ki véleményüket, vagy maradhattak semlegesek.

A kérdéssoron csak egy lehetőséget lehetett választani. A 28. diagram megmutatja, hogy a kitöltők közül 5 fő, azaz 63,6% igen, további 3 megkérdezett, 27,3% pedig talán választ adott a „Segítené-e a munkáját, a balesetek, káresetek megelőzését egy, a szénhidrogén-feldolgozás magyarországi káreseteit összefoglaló és az okokat leíró adatbázis?" kérdésre. A differenciálskála közép- és alsó értékét nem választották ki. A nemet 1 válaszadó jelölte, de a nagy számok törvénye alapján a többség úgy értékelte, hogy segítené munkáját a káresetek okait leíró adatbázis. A válaszokat a 29. számú diagram szemlélteti.



30. számú diagram: A szénhidrogénipar káreseteit vizsgálók mérnöki végzettségének szükségessége
Készítette, a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 11. kérdés az ismert 5 fokozatú szemantikus differenciálskálán alapul. A feleletválasztós kérdés „nem fontos" válasza itt is az 1, a „nagyon fontos" válasza az 5 értéket kapta. A megkérdezettek a két érték közötti számokkal nyilvánítottak véleményt, vagy maradtak semlegesek. Csak egy lehetőséget lehetett választani. A 29. diagram megmutatja, hogy a válaszadók közül 2, 18,2% nagyon fontosnak, további 6 kitöltő, 54,5% pedig fontosnak tartotta, hogy „[…] adott szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző, a káresetet vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs rendelkezzen alap mérnöki tudással, jobb esetben vegyész, gépész, olajipari mérnök végzettséggel a folyamatok jobb megértése érdekében". 3 megkérdezett, 27,3% a differenciálskála középső értékével semleges maradt. Az alsó, „nem fontos" értékeket nem választották ki. Megállapítom, hogy a semleges kitöltők mellett a válaszadók többségének egybevágó álláspontja alapján fontos a káresetet vizsgálók mérnöki végzettsége a szénhidrogéniparban dolgozók szerint. A válaszokat a 30. számú diagram mutatja.

31. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás fejleszthető területei
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 12. kérdést a 31. számú diagram szemlélteti: „A hatályos jogszabályok és belső szabályozók ismeretének tükrében a szénhidrogén-feldolgozás melyik fejleszthető, fejlesztendő területét emelné ki a káresetek csökkentése, megelőzése érdekében:

- szénhidrogén-bányászat,
- szénhidrogén-termelés,
- szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.,
- szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló,
- szénhidrogén-tárolás: állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás,
- szénhidrogén-feldolgozás.”

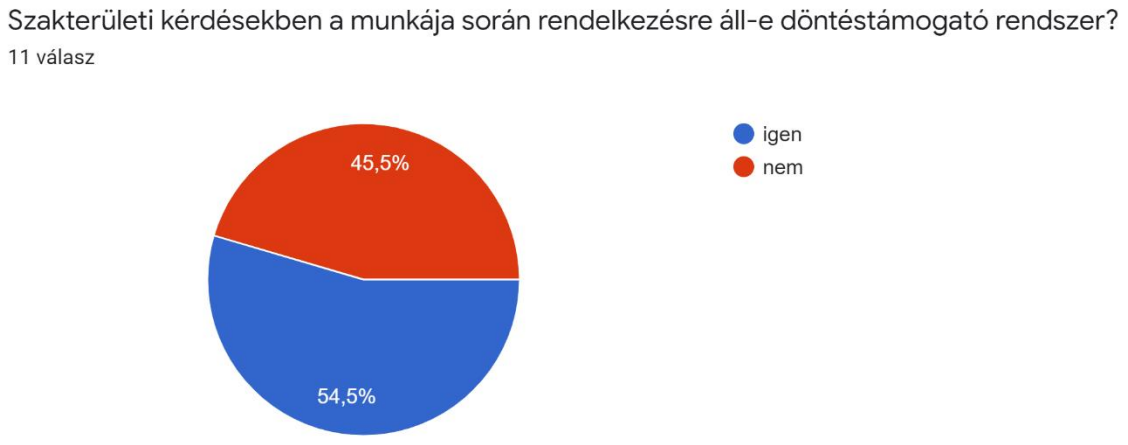
A hat választható kérdésből a kitöltők 5-5 esetben, 45,5% a „Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.” és a „Szénhidrogén-feldolgozás” válaszokat jelölték meg. 4 esetben, 36,4% a „Szénhidrogén-bányászat”, 2 esetben, 18,2% a „Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás”, 1-1 esetben, 9,1% a „Szénhidrogén-termelés” és a „Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló” válaszlehetőséget jelölték meg. Végül az „egyéb” lehetőséget választva 1-1 esetben a „Petrolkémiai termékek gyártása” és a „Minden terület fejleszthető a biztonság vonatkozásában” válaszokat rögzítették az űrlapon. A kitöltés során több érintett területet ki lehetett jelölni. A válaszokból azt a következtetést vonom le, hogy a szénhidrogén-bányászat, -szállítás, -feldolgozás fejlesztésére mutatkozik igény a káresetek csökkentése szempontjából.

A 13. kérdés ez volt: „Fejtse ki pár mondatban a kiválasztott területtel kapcsolatos fejleszthetőség lényegét.”

- A tűzvédelmi szabályozás nagyon kis mértékben foglalkozik a feldolgozás területével. (Szénhidrogén-feldolgozás)
- Az OTSZ-ből továbbra is kompletten hiányzik az ipari rendeltetés és a hozzá kapcsolódó szabályok. Emiatt az iparági szabványokat és gyakorlatokat (NFPA,[149] API[150]) kell alkalmazni, amelyek betartása nem kötelező, így azok megfeleltetése nehézkes a tulajdonos irányába. A Seveso-szabályozás önmagában súlytalan, azt mindenképpen folyamatbiztonság szempontjából kellene megközelíteni. (Szénhidrogén-bányászat, Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb., Szénhidrogén-feldolgozás)
- A korábbi MSZ-rendszer[151] konkrétabb elvárásokat, segédleteket tartalmazott. (Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás)
- Elsősorban automatizált folyamatfelügyelő, vezetéstámogató rendszerek használata. Szimulációs szoftverek. (Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb., Szénhidrogén-feldolgozás)
- Szerencsére a szénhidrogén-termelés és -bányászat során kevés a számossága az ipari baleseteknek (igaz, amennyiben bekövetkezik, tetemes a kár mértéke). A feldolgozás során sokkal több összetevő határozza meg a munkavégzés során a biztonság meg-, vagy éppen nem létét, emiatt választanám ezt a területet. (Szénhidrogén-feldolgozás)
- A petrolkémiai termékek gyártása során nagy mennyiségű szénhidrogén-származék van jelen, így az potenciális veszélyt jelenthet. (Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb., Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló, Petrolkémiai termékek gyártása).

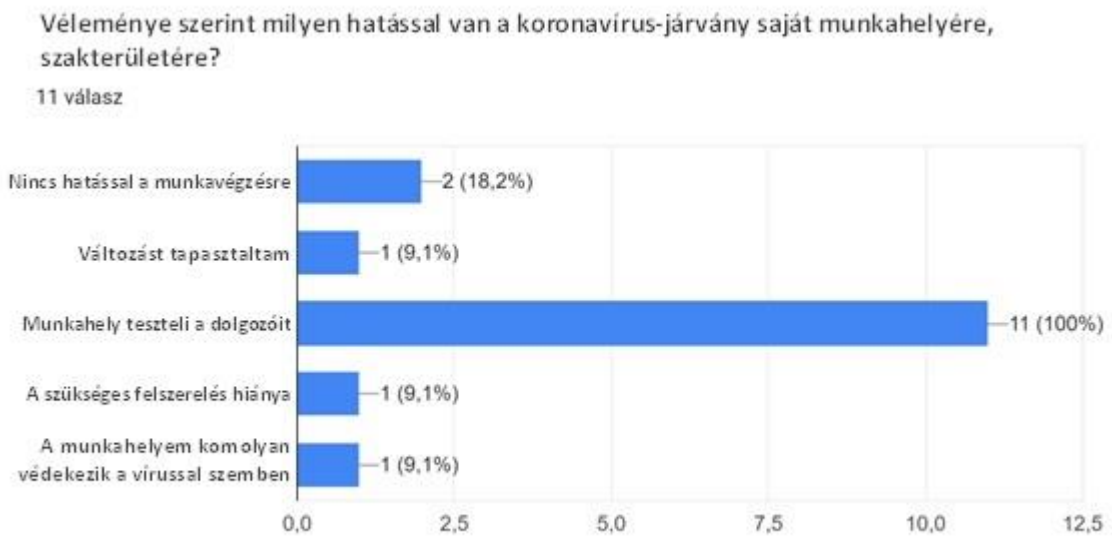
A szöveges válaszok alapján megállapítom, hogy a szénhidrogénipari üzemek munkatársai által felvetett fejleszthetőségek jó alapnak bizonyulnak a káresetek megelőzéséhez és vizsgálatához, a további fejlesztések meghatározásához.

[149] Itt mint az Egyesült Államok több száz tűzvédelmi szabványának megalkotója.
[150] American Petrol Institute – 1919-ben hozták létre szabványalkotó szervezetként. Közel 1000 szabványt dolgozott ki az üzemeltetési és környezetbiztonság, hatékonyság és fenntarthatóság növelése érdekében.
[151] Magyar Szabvány.



32. számú diagram: A döntéstámogató rendszer elérhetőségének vizsgálata
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A 14. kérdésre 6 igen válasz érkezett, vagyis a válaszadók 54,5%-ának rendelkezésére áll döntéstámogató rendszer. 5 kitöltőnek, 45,5%-nak nem áll rendelkezésére döntéstámogató rendszer. Az űrlapok elemzéséből kiderült, hogy a döntéstámogató rendszerek a szénhidrogénipari szakterületek kitöltői számára rendelkezésre állnak, vagyis a megkérdezettek több mint felének segítik a munkáját. A válaszok alakulását a 32. számú diagramon mutatom be.

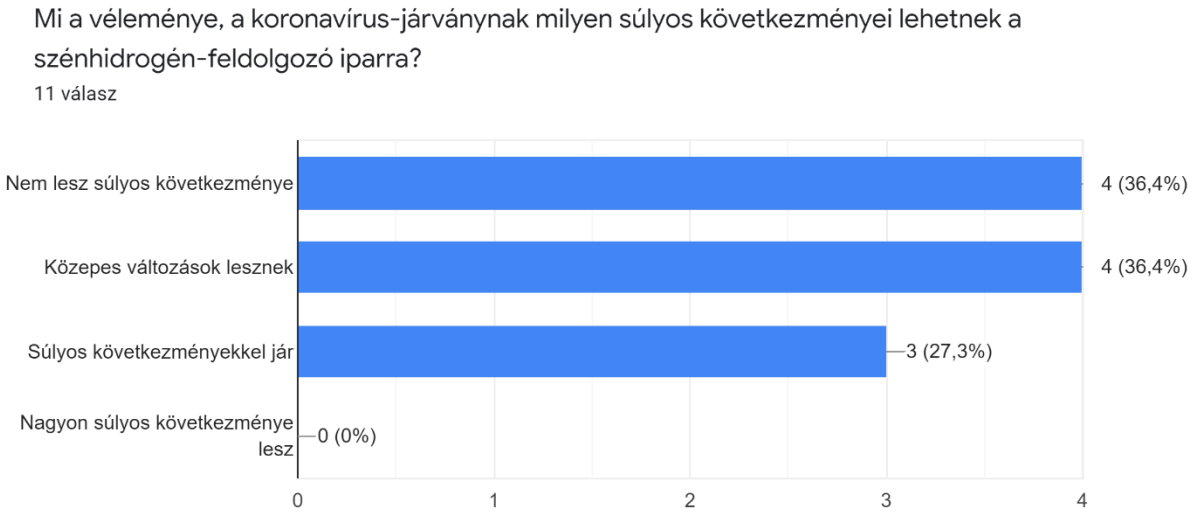


33. számú diagram: A koronavírus hatása a szénhidrogénipar szakterületeire
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

A SARS-CoV-2 koronavírus-világjárvány kapcsán a 15. kérdésben felmértem a szénhidrogéniparban dolgozók véleményét a vírus iparágukra vonatkozó várható hatásairól. 4 előre elkészített mondat közül lehetett választani. Az „egyéb” pontban szöveges véleménynyilvánításra is lehetőség nyílt:

- Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább.
- Változást tapasztaltam.
- A munkahelyem teszteli a dolgozókat.
- A munkahelyem nem biztosítja a vírusvédelemhez szükséges felszerelést.

A kérdéshez egynél több választ is be lehetett jelölni, a válaszok jelölésének sorrendje rögzítésre került. A 33. számú diagramon bemutatom, hogy 11 fő, 100% a fő mondanivalójaként „A munkahelyem teszteli a dolgozókat” mondatot jelölte meg. Emellett 2 megkérdezett, 18,2% úgy gondolta, „Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább”. 1-1 fő a „Változást tapasztaltam” és a „A munkahelyem nem biztosítja a vírusvédelemhez szükséges felszerelést” választotta. Az egyéb kategóriába 1 mondat került: „A munkahelyem komoly erőfeszítéseket tesz a vírussal szembeni védekezést tekintve.” A válaszokat a 33. számú diagram szemlélteti.



34. számú diagram: A koronavírus hatásai a szénhidrogén-feldolgozókra
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás, szénhidrogénipari dolgozók kérdőíve

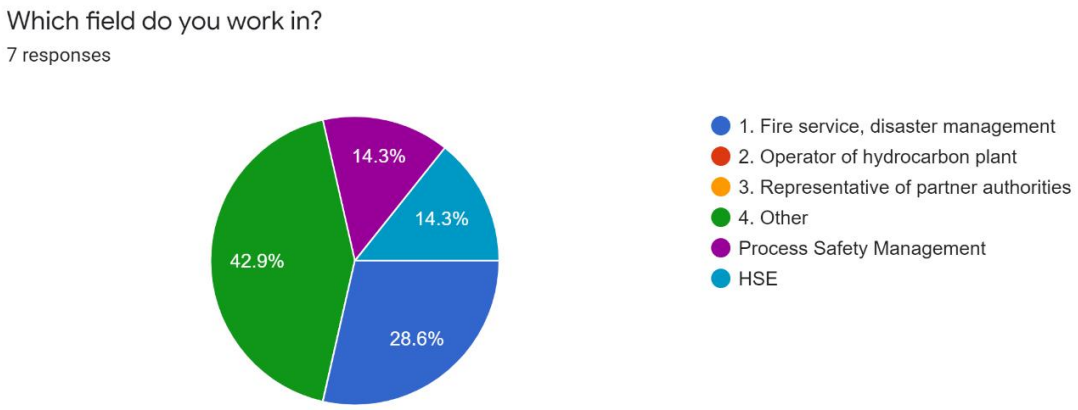
A 16. kérdéssel felmértem, milyen hatással lehet a szénhidrogéniparra, -feldolgozásra, okozhat-e fennakadást a SARS-CoV-2 koronavírus-világjárvány. Szintén 4 előre elkészített mondat közül lehetett választani, de megadtam a lehetőséget az „egyéb” véleménynyilvánításra:

- Nem lesz súlyos következménye.
- Közepes változások lesznek.
- Súlyos következményekkel jár.
- Nagyon súlyos következménye lesz.

A kérdéshez egynél több választ is be lehetett jelölni, a válaszok jelölésének sorrendje rögzítésre került. A 16. diagramon bemutatom, hogy a válaszadók közül legnagyobb arányban, 4-4 fő, 36,4% a „Nem lesz súlyos következménye" és a „Közepes változások lesznek" mondatot választotta. 3 fő, 27,3% véleménye szerint „Súlyos következményekkel jár". A „Nagyon súlyos következménye lesz" mondatot és az „egyéb" lehetőséget nem választotta senki. A válaszokat a 34. számú diagramon jelenítem meg.

Megállapítom, hogy a magyar szénhidrogéniparban dolgozók véleménye alapján még nem gyűrűzött be a koronavírus Amerikában már megjelent kártékony hatása a munkavállalók létszámára, vagy a dolgozók még nem látják teljes mértékben a negatív hatásait.

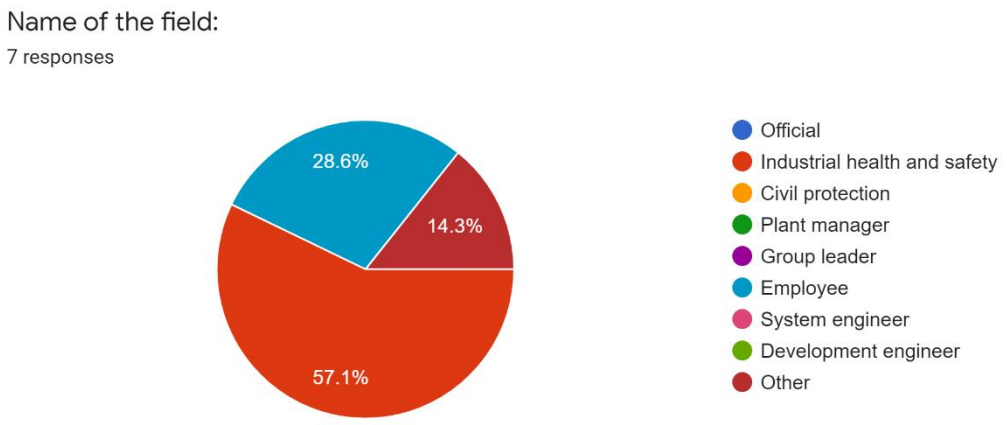
4.4. A nemzetközi kérdőívek értékelése



35. számú diagram: A kérdőívet kitöltők aránya
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

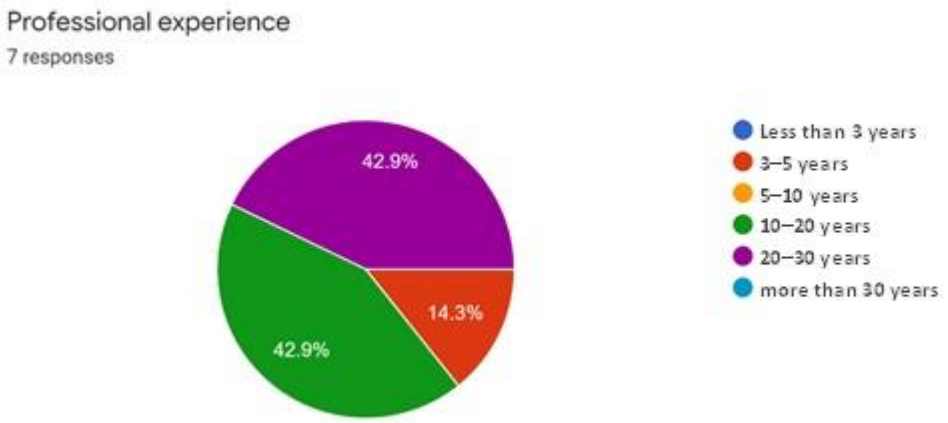
A kérdőív a nemzetközi tűzvédelmi és hatósági, valamint a szénhidrogénipar szénhidrogén-feldolgozással kapcsolatos tapasztalatainak felmérésére készült. A felmérésben az angol és a szlovák űrlapok válaszait összesítve jelenítem meg.

Az 1. kérdésnél, amelyet a 35. számú diagram szemléltet, a legnagyobb számban az „egyéb” területet jelölték meg az angol nyelven válaszolók, két új mezőt hoztak létre, a „Process Safety Managementet”[152] és a HSE- t.[153] A szlovák válaszadó szénhidrogén-üzemeltető volt.



36. számú diagram: A szakmai terület megnevezése
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

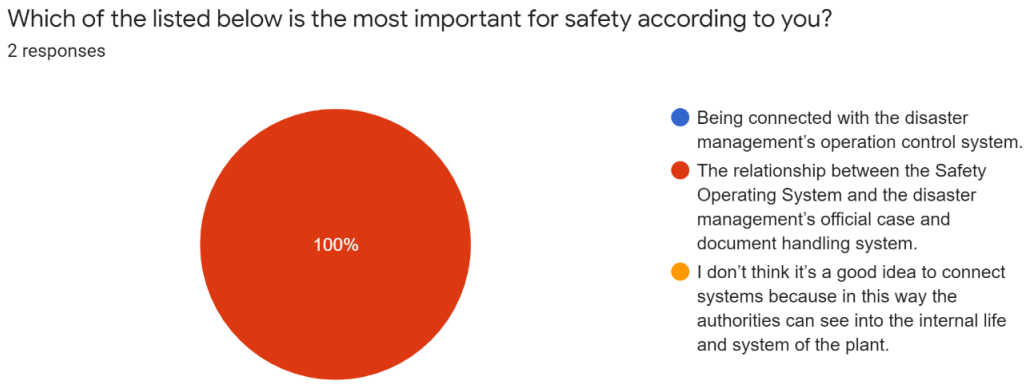
A 2. kiválasztós kérdésnél 5-en az iparbiztonsági szakterületet jelölték meg a szlovák válaszadóval együtt. 2 alkalmazott és 1 egyéb kitöltő volt a 36. számú diagram alapján.



37. számú diagram: A szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalata
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

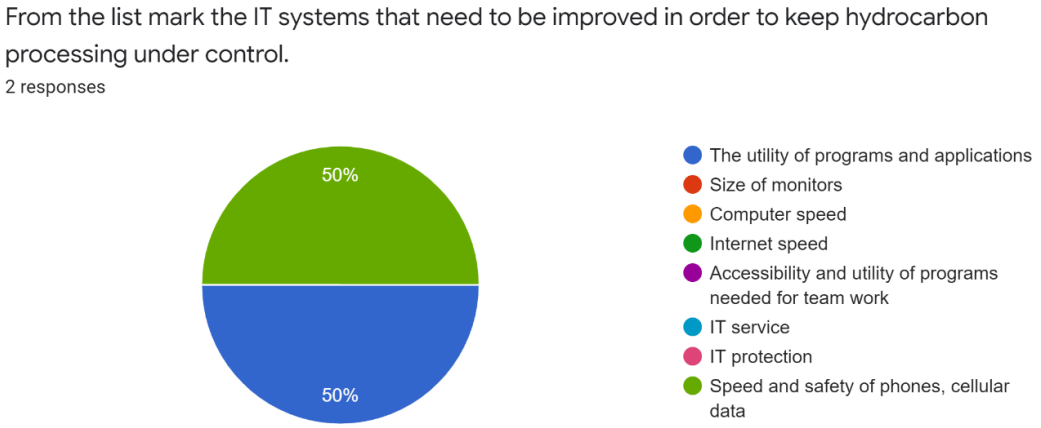
[152] Folyamatbiztonsági menedzsment – analitikai eszköz, amelyet a rendkívül veszélyes vegyi anyagok (HHCs-k) kibocsátásának megakadályozására és a biztonság javítására használnak.
[153] Health, Safety and Environment – egészségügyi, biztonsági és környezetvédelem, a magyar szénhidrogénipar EBK szakterületének megfelelője.

A 3. kérdés a szakmai tapasztalat években definiált felmérése. Az előző kérdéseknél bevált intervallumokat használtam, amelyek nagyságrendenként mutatják a felmérésben részt vevő külföldi válaszadók szakmai tapasztalatát. A hat lehetséges opciót a 0–3 < 3–5 < 5–10 < 10–20 < 20–30 < 30–∞ képlettel jelenítem meg. 3 évnél kevesebb és 5–10 év közötti szakmai tapasztalattal nem rendelkezett egyetlen megkérdezett sem. 10–20 és 20–30 év közötti tapasztalattal 3-3 fő rendelkezik. 3–5 év közötti és 30 év feletti szakmai tapasztalattal 1-1 kitöltő, köztük a szlovák iparbiztonsági szakember. A 37. számú diagramon és a szöveges kiegészítésből látható, hogy magas szakmai hozzáértéssel rendelkeznek a szakterületek munkatársai.



38. számú diagram: A biztonsági szempontból legfontosabb kiválasztása
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 4. kérdésnél – „Az alábbi felsorolásból kérem, jelölje meg véleménye szerint a biztonság szempontjából a legfontosabbakat" – a válaszok közül „A biztonsági irányítási rendszer és a katasztrófavédelem hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszerek kapcsolata" választ 2 fő és a szlovák kitöltő választotta, amint ez a 38. számú diagramon látható.

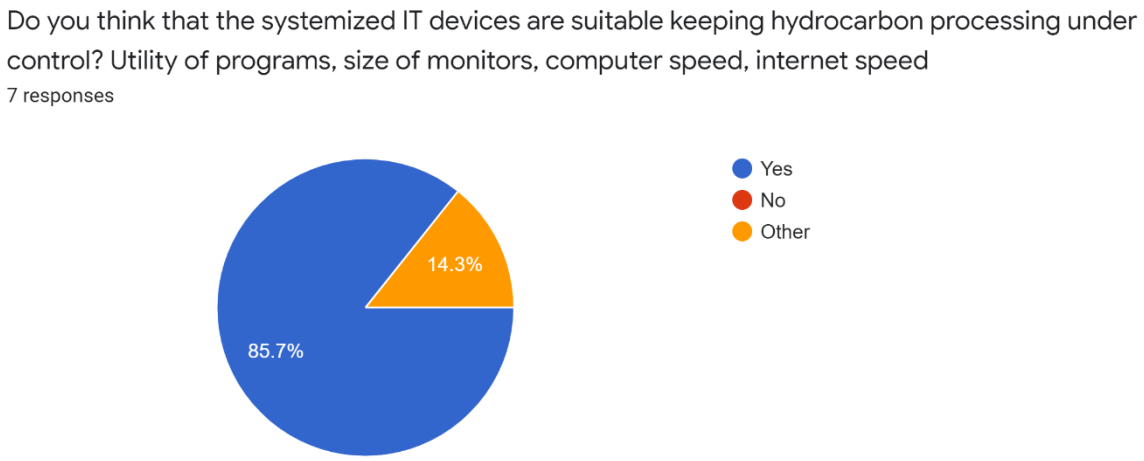


39. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozáshoz szükséges informatikai eszközök fejlesztése
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

Az 5. kérdés: „A felsorolásból jelölje meg a fejlesztésre szoruló informatikai eszközöket, amelyek szükségesek a szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához:

- a munkaterülethez szükséges programok, alkalmazások használhatósága,
- monitorok mérete,
- számítógépek sebessége,
- internet gyorsasága,
- csoportmunkaprogramok megléte, alkalmazása,
- informatikai szervizháttér,
- informatikai biztonság,
- mobiltelefonok, mobilinternet sebessége, biztonsága."

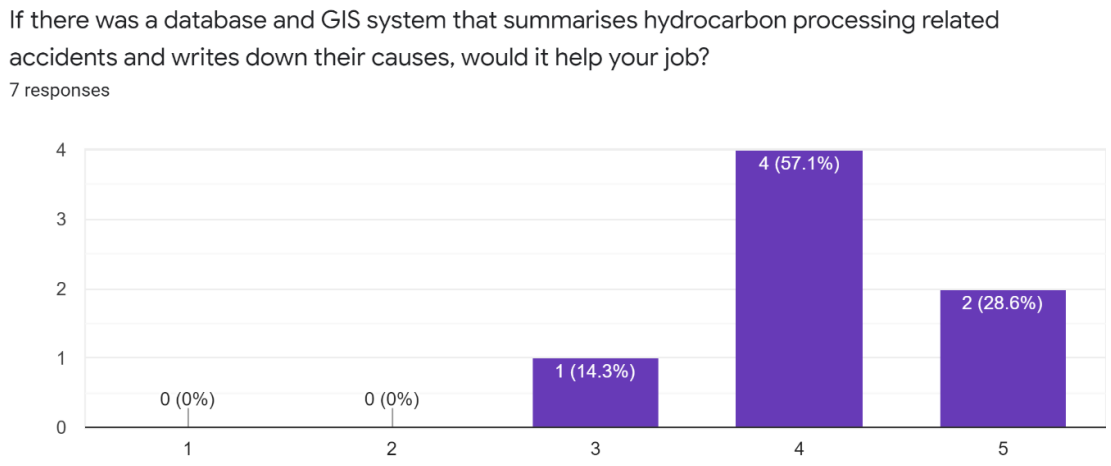
A nyolc választható válaszból a válaszadók 1-1 esetben – a szlovák megkérdezettet is beleszámolva – választották „A munkaterülethez szükséges programok, alkalmazások használhatósága" pontot. A kérdéskör konklúziója a kitöltők véleménye alapján, hogy a külföldi szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához szükséges alkalmazások használhatósága és a mobiltelefonok, mobilinternet sebessége, biztonsága az, amit fejleszteni szükséges a biztonságos működés és működtetés érdekében.



40. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás kontrolljához szükséges informatikai eszközök jósága
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

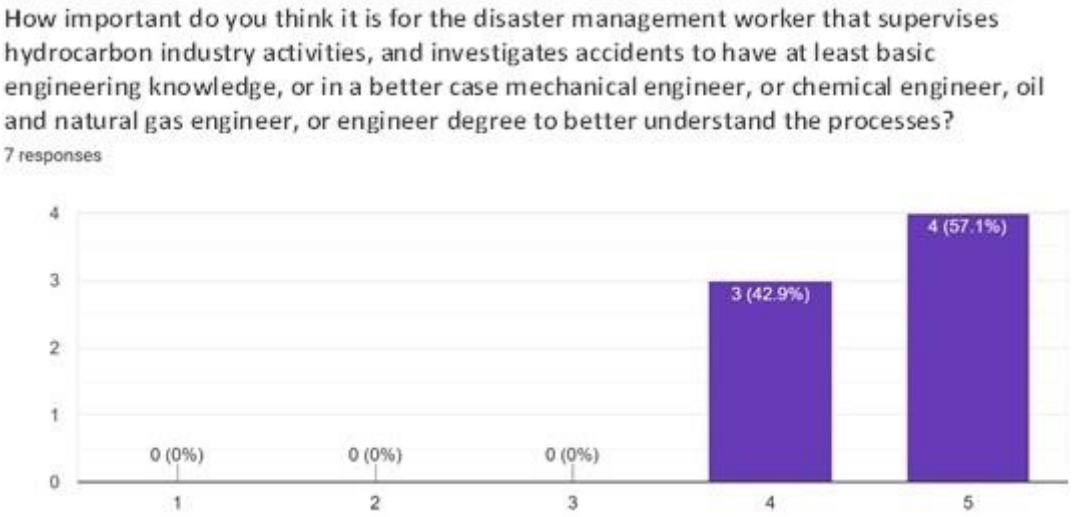
A 6. kérdés így szólt: „Megfelelőnek tartja a rendszeresített informatikai eszközöket a szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához? A programok használhatósága, monitorméret, számítógép sebessége, internet gyorsasága". A kérdésre a szlovák választ is beleértve 7 igen és egy „egyéb"-nek jelölt válasz érkezett. Az egyéb pontot nem fejtette ki a válaszadó.

A 7. kérdésre – „A technológiai utasítások használhatósága, jósága, felülvizsgálat lehetősége, gyakorisága” – 5 válasz érkezett, egy rendben, egy nem értette a kérdést, a másik kettő válasza, ha ezeket a dolgokat megvalósítják, az nagyon fontos. A szlovák nyelvű válasz: a térségünkben alkalmazott rendszereknek kielégítő minősége és hatóköre van.



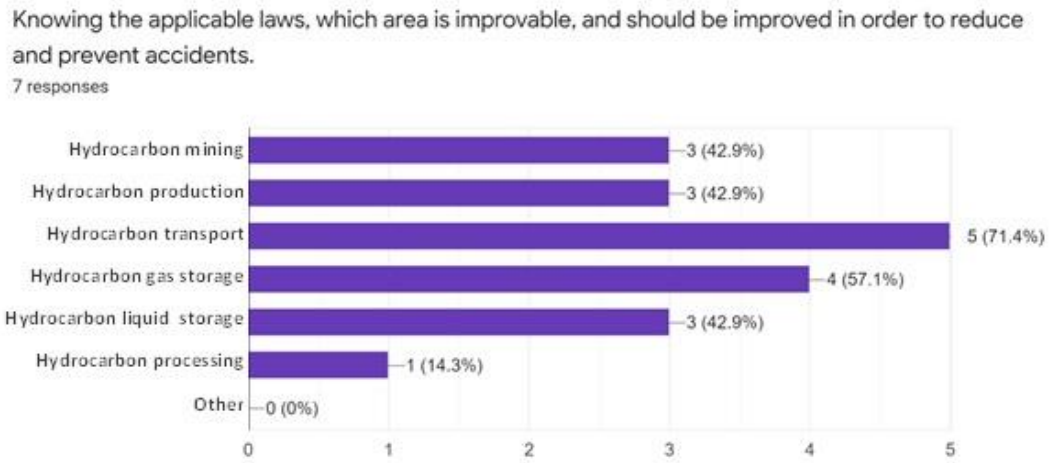
41. számú diagram: Segítené a munkáját a szénhidrogén-feldolgozás káreseteit és okait leíró GIS rendszer?
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 8. kérdés: „Segítené-e a munkáját, a káresetek megelőzését egy, a szénhidrogén-feldolgozás káreseteit összefoglaló és az okokat leíró adatbázis és térinformatikai rendszer?” Az ötfokozatú szemantikus differenciálskálán alapuló feleletválasztós kérdés „nem fontos” válasza itt is az 1, a „nagyon fontos” válasza az 5 értéket kapta. A válaszadók a két érték közötti számokkal nyilvánítottak véleményt, vagy maradtak semlegesek. Csak egy lehetőséget lehetett választani. A 40. diagram alapján a 8 megkérdezett közül 2 nagyon fontosnak, 4 kitöltő fontosnak tartotta. 1 válaszadó a differenciálskála középső értékével semleges maradt. Az alsó, nem annyira fontos mező 2 értékét a szlovák kitöltő jelölte meg. Megállapítom, hogy a 3-as „semleges” válasz mellett a külföldi megkérdezettek többségének egybevágó álláspontja alapján segítené a munkájukat az általam elképzelt és felépített adatbázis, megjelenítve a térinformatikai rendszerben.



42. számú diagram: A szénhidrogénipari tevékenységet és káresetet vizsgálóknál előny-e a mérnöki tudás?
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 9. kérdés: „Mennyire tartja fontosnak, hogy az adott szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző, a káresetet vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs rendelkezzen alap mérnöki tudással, jobb esetben vegyész, gépész, olajipari vagy mérnök végzettséggel a folyamatok jobb megértése érdekében?" 5 fokozatú szemantikus differenciálskálán alapuló feleletválasztós kérdést készítettem. A válaszadók a két érték közötti számokkal nyilvánítottak véleményt, vagy maradtak semlegesek. Egyetlen lehetőséget lehetett választani. A 41. diagram alapján a 8 kitöltő közül 4 nagyon fontosnak, 4 megkérdezett fontosnak tartotta, a szlovák válaszadóval együtt. A differenciálskála középső és alsó értékei jelölés nélkül maradtak. Valamennyi külföldi kitöltő szerint fontos a mérnöki tudás és szemlélet a szénhidrogénipari tevékenységek és káreseteik vizsgálata során.



43. számú diagram: A fejlesztendő területek megnevezése a káresetek megelőzése, csökkentése érdekében
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 10. kérdés: „A hatályos jogszabályok ismeretének tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a káresetek csökkentése, megelőzése érdekében?” A kérdés kidolgozása során 6 választható szénhidrogénipari területet definiáltam, megadva a lehetőséget egyéb szénhidrogénipari területek vagy szöveges válaszadás felvitelére:

- szénhidrogén-bányászat,
- szénhidrogén-termelés,
- szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.,
- szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló,
- szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás,
- szénhidrogén-feldolgozás.

A kérdéshez több választ is be lehetett jelölni. A 42. diagramon a sorba állítást követően a legtöbbször jelölt fejlesztendő terület látszik a kitöltők nézőpontjából. A szlovák válaszadó az egyéb mezőben „a minden fél számára megfeleljenek a szlovák információs rendszer, PZPH[154] jogszabályai” írta. A válaszokat nagyságrend szerint rendezve, a legtöbb, 5 jelölést a „Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.” kapta. A második legtöbb választ, 4-et a „Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló” szerezte. A harmadik legtöbb jelölést a „Szénhidrogén-bányászat”, a „Szénhidrogén-termelés” és a „Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj, benzin, bitumentárolás” közösen kapta.

A 11. kérdésre – „Kérem, fejtse ki pár mondatban a kiválasztott területtel kapcsolatos fejleszthetőség lényegét” – 8 szöveges válasz érkezett, az utolsó a szlovák nyelvű válasz.

- A CH-termelésben folyamatosan javítani kell a legújabb technológiák használatát és megvalósítását (a legújabb ipari bevált gyakorlatok szerint), a karbantartási kérdéseket, a régebbi létesítményeket – gyakrabban és gyakrabban a balesetek megelőzése érdekében (megelőzés), CH – közlekedés – állandó befektetés az infrastruktúrába, nagyobb igények (mindenféle szállítóeszközök számának növekedése), közlekedési kérdések (balesetek száma), CH tárolása – régebbi tartályparkok – karbantartási kérdés, védőfelszerelés (időszakos ellenőrzés), új építéskor használja a legújabb technológiát, a legjobb gyakorlatokat (a CH értéke nőtt a múltban, valószínűleg a jövőben is ugyanez lesz).

[154] Prevencia Závažných Priemyselných Havárií – a súlyos ipari balesetek megelőzésére vonatkozó információs rendszer Szlovákiában. Célja, hogy az új jogszabályokkal összhangban, átfogóan gyűjtsön adatokat a súlyos ipari balesetek megelőzésére, a nyilvánosság tájékoztatására, és a közigazgatás számára nyújtott információs támogatás biztosítására a Közös Kutatóközpontnak (JRC) elküldött információk csoportosítása és az Európai Parlamentnek benyújtott jelentések feldolgozása céljából. A Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma SR (MŽP SR) az információs rendszer üzemeltetésével a Szlovák Környezetvédelmi Ügynökséget (SAŽP) bízta meg.

- Az emberek biztonságának biztosítása és a működési kockázat csökkentése.
- Mivel ezek a tevékenységek gyakran nem annyira merevek az irányítás területén.
- Az egyes területeken bekövetkező események számának tanulmányozása után mindegyik területen javítani kell a biztonsági szabályokon, képzéseken és a vezetőség elkötelezettségén.
- Az egyszerűbbnek tekintett tevékenység, ezért gyakran nincs szükség sok tapasztalatra vagy oktatásra.
- Az új berendezésekbe történő nagyobb befektetés javulást eredményezhet. A rendszer automatizálása, ahol csak lehetséges, kisebb emberi hibákhoz vezet.
- A csővezeték, a berendezések rendszeres ellenőrzése, a személyi igazolványok és a munkautasítások frissítése.
- A meglévő vállalat és annak gazdasági jelentőségének tiszteletben tartása a környezettel kapcsolatban.

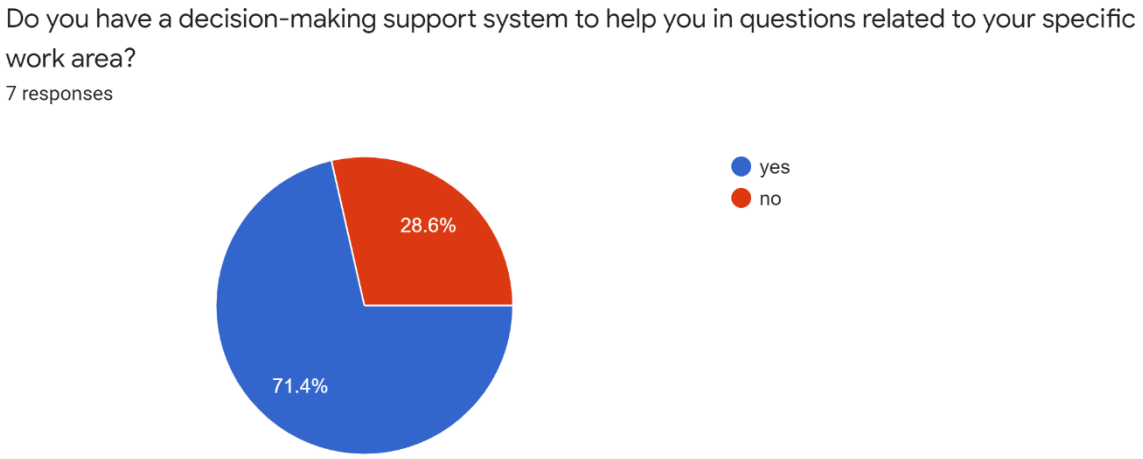
A 12. kérdés: „A hatályos jogszabályok és belső szabályozók tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a szénhidrogénipari káresetek csökkentése, megelőzése érdekében a katasztrófavédelem szakterületein belül?” 6+1 szöveges válasz érkezett, az alábbi 6 mondat értékelhető:

- A veszélyhelyzeti reagálás és a mentés (oktatás, felszerelés, képzés) a veszélyhelyzeti reagálás személyzetét és a dolgozókat is képezi.
- Incidens kivizsgálása.
- A rendeletek és törvények soha nem akadályozzák meg az eseteket – azok viselkedését.
- Megelőzés és felkészültség.
- A csővezetékek, berendezések rendszeres ellenőrzése, P & ID-k[155] és munkautasítások frissítése.
- Az alkalmazandó jogszabályoknak való megfelelés.

A 13. kérdés: „A hatályos jogszabályok és belső szabályozók tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a szénhidrogénipari káresetek csökkentése, megelőzése érdekében a szénhidrogén-feldolgozás szakterületein belül: bányászat, termelés, szállítás, raktározás, feldolgozás.” A kérdésre itt is 6+1 szöveges válasz érkezett, de csak 5 mondat értékelhető:

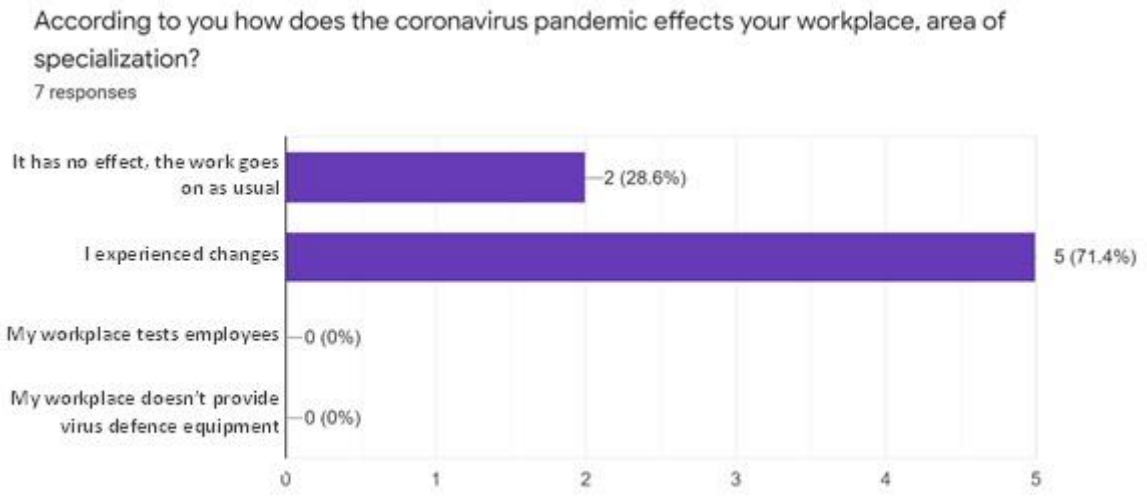
[155] Piping and Instrumentation Diagram – csővezeték- és műszerezési diagram, a folyamatipar részletes diagramja, amely a csővezetékeket és a folyamattechnikai berendezéseket, valamint a műszereket és vezérlőberendezéseket mutatja be.

- Gyártás, szállítás, raktározás.
- Munkavállalók képzése és a szállítás korszerűsítése.
- Erre nem lehet általános választ adni – mindig a kockázatalapú megközelítést használja a keresett folyamathoz.
- Gyártás és feldolgozás.
- Biztonság, tűzvédelem, PZPH és környezetvédelem.



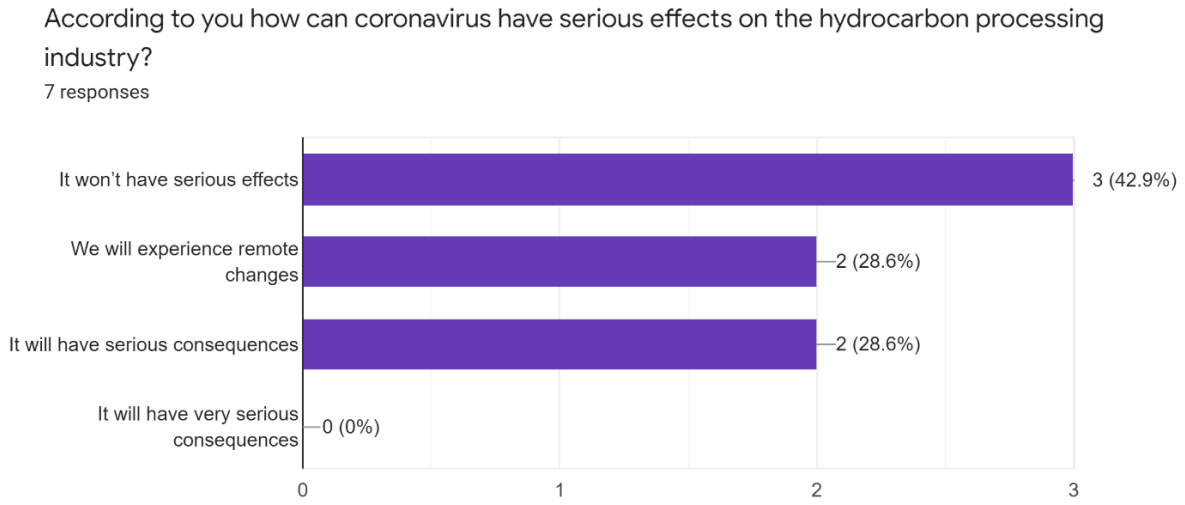
44. számú diagram: A döntéstámogató rendszerek rendelkezésre állása
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 14. kérdésre – „Szakterületi kérdésekben a munkája során rendelkezésre áll-e döntéstámogató rendszer?" – az 5+1 angol nyelvű és szlovák válaszadó igen és 2 fő nem választ adott, ebből látható, hogy jelentős azon szénhidrogéniparban dolgozók aránya, akik döntéséhez komoly rendszerek állnak rendelkezésre.



45. számú diagram: A koronavírus-járvány hatása a munkahelyére
Készítette a szerző, forrás: Google Űrlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 15. kérdés: „Véleménye szerint milyen hatással van a koronavírus-járvány saját munkahelyére, szakterületére?” A 7 válaszadó közül 5 változásokat tapasztalt, 2 fő szerint „Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább.” A szlovák kitöltő az egyéb mező kitöltésével a következő választ adta: „A munkahely jellegének megváltoztatása nélkül betartjuk a Covid-korlátozásokat.”



46. számú diagram: A koronavírus-járvány hatása a szénhidrogén-feldolgozó iparra
Készítette a szerző, forrás: Google Urlapok internetes szolgáltatás nemzetközi kérdőíve

A 16. kérdésre – „Mi a véleménye, a koronavírus-járványnak milyen súlyos következményei lehetnek a szénhidrogén-feldolgozó iparra?” – 3 fő a „Nem lesz súlyos következménye”, 2-2 fő „A távoli változások lesznek” és a „Súlyos következményekkel jár” válaszokat adta.

4.5. A negyedik fejezet részkövetkeztetése

1. A négy elektronikus űrlap elemzését követően a témakörönként összegyűlt anyagokból nyert adatokat összevetettem egymással, és az egy kérdéskörre adott válaszokat összesítettem, majd levontam a következtetéseimet. Az adatok elemzése összetett tevékenység, amely során az egybegyűjtött információkat kiértékeltem. A kapott válaszok az adott kérdés megfelelőségének igazolására szolgáltak, a véleményem megerősítését vagy éppen megdöntését igazolták.

2. Véleményem szerint a kutatás kiinduló hipotézisei nagyrészt igazolódtak a válaszok feldolgozását és elemzését követően. Az online kérdőíves kutatás eredményei alapján elmondható, hogy a minta nagy részét 90 fő válaszával a katasztrófavédelem szakterületei adták. A szénhidrogénipar hazai és külföldi válaszadóinak száma 20 fő. A szöveges válaszok kiértékelését követően megállapítottam, hogy a megkérdezettek szakmai hozzáértése a válaszok mélységéből és a tükröződő javító szándékból következően, valamint a munkában eltöltött évek számával arányosan magas. A kisebb részt kitevő szénhidrogénipar szakterületeinek hazai és külföldi munkatársai szintén nagy szakmai hozzáértéssel rendelkeznek, az itt kapott adatok alapján megállapítom a kiöregedés kockázatát. A mérésügy 5 fő kitöltője szintén 30 év feletti szakértelemmel rendelkezett.

3. A minta alapján úgy ítélem meg, hogy a kutatásba bevontak magas szakmai ismerete egyedülálló, segítségükkel könnyebb betanítani a fiatalabb nemzedéket, az elöregedés nagymértékben kiszolgáltatottá teszi a katasztrófavédelem és a szénhidrogénipar szakterületeit. Az új beosztásomból kifolyólag megtapasztaltam, milyen az, amikor egy szakterület vezetője és a kirendeltségek szakterületi vezetői és munkatársai valamennyien egy éven belül nyugdíjba mennek. 20-30 év hozzáértését hónapok alatt óriási munkával és elkötelezettséggel kellett átadni-átvenni, befogadni és megtanulni. A kapott eredmények rávilágítottak arra, milyen fontos, hogy a szakterületek időben kezdjék el az utánpótlás nevelését, a képzett munkaerő megtartását. A biztonságos és szakszerű munka egyik lefontosabb feltétele a rutin.

4. A háromnyelvű kérdőívek a szénhidrogénipar és -feldolgozás területén dolgozó külföldi és hazai szakemberek, valamint a katasztrófavédelem és a társhatóságok szakemberei, munkatársai általi kitöltését és feldolgozását követően a fő kérdéskörökhöz, az alábbi nagyságrendű összevont válaszokhoz kapcsolódó megállapításaimat emelem ki, egész százalékra kerekítve:

- A kitöltésben részt vevő katasztrófavédelmi munkatársak közül 62-nek, 68%-nak a szakértelme 10–30 év között mozog, ebből kettő 30 év feletti rutinnal rendelkezik.

- A szénhidrogénipari kérdőívet kitöltő 15 fő, 75% szakmai tapasztalata szintén 10–30 év között van.
- A katasztrófavédelem informatikai és a szénhidrogén-feldolgozók BIR-rendszerének összekapcsolásával 9 fő, 10% nem értett egyet. 37 fő, azaz 41% támogatta.
- A szénhidrogén-feldolgozás tevékenység ellenőrzés alatt tartásához szükséges informatikai eszközöket és programokat 46 megkérdezett, 51% tartja megfelelőnek.
- A szénhidrogénipari technológiai utasításokat 68 kitöltő, vagyis 75% jónak tartja.
- A magyarországi szénhidrogén-feldolgozás káreseteit összefoglaló online adatbázist a 84 véleményt nyilvánító, azaz 92% tartotta hasznosnak.
- A szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző/vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs mérnöki végzettségének előnyét 87 megkérdezett 96%-a emelte ki.
- A válaszadók szerint a következő területeken csökkenthetők a káresetek: 48-an, 53% a szénhidrogén-szállítást, 39 fő, 43% a tárolást, 29 fő, 32% a feldolgozást jelölte.
- A melyik katasztrófavédelmi szakterületen belül fejleszthető a káresetek csökkentése kérdésre 69 fő, vagyis 76% az iparbiztonsági területet választotta.
- A Covid-19-vírus hatása a munkahelyre, szakterületre és a szénhidrogén-feldolgozó iparra kérdésre a kitöltők közül 53-an, 58% változást tapasztalt, 27-en, 30% nem tapasztalt változást, úgy érzékelte, „a munka a megszokott mederben folyik tovább”.

A feldolgozást követő eredményekből megállapítom, hogy a felállított feltételezéseimre megerősítő válaszokat kaptam. Az online kérdőívek jól felépítettek voltak, és jól működtek. Az angol és a szlovák kérdéseket egy-egy személytől és kérdéstől eltekintve megértették a kitöltők. A kitöltési hajlandóság a szénhidrogénipar külföldi területén hagyott némi kívánnivalót maga után. A megkérdezettek válaszai alapján összességében megállapítom, hogy a katasztrófavédelem és a szénhidrogénipar mindennapi munkájának részévé váltak az IoT-eszközök. További fejlesztésük, összekapcsolásuk a biztonságos üzemeltetést garantálja mindkét fél számára.

5. A magyar és külföldi szénhidrogéniparban és a katasztrófavédelem szakterületein dolgozók a felvetett és előrevetített kérdések alapján betekintést nyertek a fejleszthető területekbe, saját jó gondolataik hozzáadásával emelve az értekezés értékét. A válaszokat a Google Űrlapok szolgáltatással jelenítettem meg. A további elemzést MS Excel-táblázatban készítettem, de különféle adatbázis-kezelő programok által beolvasható formátumban menthető: OpenDocument, PDF document, Web page, Comma-separated values, Tab-separated values.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

1. A szénhidrogénipar és -feldolgozáshoz kapcsolódó káresemények rávilágítottak a megelőzés fontosságára és a mai napig előforduló, emberi hibákból eredő technológiai folyamatok során keletkező balesetekre. Iparbiztonsági szempontból a folyamatok szabályozottsága, valamint a megfelelő munkamódszerek ellenére a HILP-eseményekből adódó kareset bármikor létrejöhet. A katasztrófavédelem különböző szakterületei lefolytatták a vizsgálatokat, feltárták a balesetek, káresetek lehetséges okait, amelyek rendre valamilyen hiányosságból eredtek.
2. A tartályrobbanások vizsgálatánál a berendezések, tartályok légterének maradék oxigéntartalmát illetően megállapítható, hogy a 3 térfogatszázalék alá csökkent oxigénmennyiség a tartályok zárt tereiben elősegítheti a piroforos vas-szulfid-képződést, ami robbanáshoz vezethet. Magas kéntartalmú bitumen esetén nagyobb a valószínűsége a reakció létrejöttének. Az oxigénmolekula két szabad gyöke a stabil állapot elérése érdekében kapcsolódni akar. A korábban már matematikai modellek segítségével leírt 3D-s tűz-tetraédert kiegészítettem a középpontjában lángoló fúziós gömbbel a piroforos jelenségek jobb szemléltetése érdekében.
3. A szénhidrogénipar és -feldolgozó üzemek tűzvizsgálata magasabb színvonalú és szaktudással bíró munkát igényel. Az építészeti ismeretekkel nem rendelkező tűzvizsgálói csoportok támogatása szükséges megfelelő képesítésekkel rendelkező hatósági ügyintéző bevonásával a szemle dinamikus szakaszában, illetve a tűzvizsgálat további szakaszában, a hatékonyság és pontosság javítása érdekében. A szénhidrogénipari üzemek és -feldolgozók tüzeinek vizsgálatában a korábban ezen a területen vizsgálatot lefolytató és tapasztalathoz jutó, lehetőleg tűzvédelmi, vegyész, gépészmérnök legyen a szemlebizottság vezetője.
4. A tűzvizsgálati tevékenység fontos része a katasztrófavédelem komplex rendszerének. Megállapítom, hogy a területi szervek tűzvizsgálati eredményeinek online tudásmegosztása, valamint a kompetenciafejlesztés érdekében célszerű lenne létrehozni a Tűzvizsgálati Tapasztalatok Adatbázisát a tűzesetek tanulmányozására, a gyakorlati tapasztalatok megismerésére. A helyszínek térinformatikai megjelenítését követően a tűz keletkezésének körülményei, időpontja és jellemző adatai alapján akár több megyét érintő gyújtogatássorozattal vagy egy tüzet okozó műszaki hibás termékkel kapcsolatos összefüggések kimutatására is alkalmas.
5. Indítványozom a Tűztáblázat alkalmazását és integrálását az e-szemle alkalmazásba, amely véleményem és szakmai tapasztalatom szerint segítené a tűzvizsgálók munkáját, továbbá a tűzvizsgálati tevékenység továbbfejlesztését szolgálná, illetve országos statisztikai adatokhoz juthatnának a vizsgálatban részt vevő szakemberek.

6. Bemutattam a negyedik ipari forradalom és a 3D-s technológiák vívmányait, elsősorban a szénhidrogénipar és -feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához alkalmazható VR- és AR-szemüvegek, -kesztyű, az MR-technológiák és a MI bevonásának lehetőségét.
7. A szénhidrogénipar és -feldolgozás magyarországi katasztrófáinak felkutatása, adatbázisba rendezése, az események rendszerezése hiánypótló feladatnak tűnt a számomra. A káresemények tanulmányozását követően könnyebb megérteni a keletkezési okokat. A katasztrófavédelmi elgondolások alapján könnyebb felkészülni a megelőzésre, és egyszerűbb elhárítani a káreseményeket. Nóvum, hogy az összegyűjtött magyarországi szénhidrogénipari káresetekből elsőként hoztam létre olyan adatbázist, amelyben keresni, rendszerezni lehet, és az adatok további kutatásra alkalmasak.
8. Az adatbázisba rendezett események részletes leírásából megismerhetők, elemezhetők a múlt hibái. A káresemények okainak tanulságaiból a későbbi balesetek előfordulásának valószínűsége és hatása tovább csökkenthető, megalapozva a jövő biztonságosabb szénhidrogéniparát. A katasztrófavédelem térinformatikai felületén a káresetek lekérdezhetők és megjeleníthetők. A katasztrófavédelem térinformatikai térképe további rétegekkel bővíthető, a kutatásom korábbi szakaszában feltárt természeti és ipari katasztrófák adatbázisának, valamint a nemrég elkészült vizek kártételeinek helyi adatbázisa a feldolgozását és beolvasását követően bemutatható. Magyarország teljes katasztrófaveszélyeztetettsége a térinformatikai rendszerben az adatbázis részletgazdagságának köszönhetően megjeleníthető lenne.
9. A tűzvizsgálati és iparbiztonsági vizsgálat alapjai megegyeznek, térben és időben egy helyen, a veszélyes ipari üzem káresettel érintett területén hajtják végre őket. Céljuk hasonló, mindkettő a helyszíni szemlén tapasztaltak rögzítését követően további vizsgálatnak veti alá a káreset és annak keletkezése körülményeit. A vizsgálat kezdeti szakaszában a tűzvizsgálók és a szakterületek felügyelői (tűzoltósági, iparbiztonsági) bizottságot alkotva hatékonyabban tudnák végrehajtani a közös szemlét.
10. A Covid-19-vírussal kapcsolatos kérdőíves vizsgálat kiértékelését követően megállapítom, hogy a katasztrófavédelemre, a társhatóságra, a jogalkalmazói képességeikre, valamint a hazai és külföldi szénhidrogénipar és -feldolgozásra is hatással volt és lesz ez a globális mértékű vírushelyzet. A vírus különféle változatai által generált fertőzési hullámok megelőzik a védekezési stratégiákat, sok emberáldozattal, valamint anyagi megterheléssel járnak hazánk, Európa, továbbá a világ gazdasága számára, és negatív hatásként jelentkeznek a szénhidrogéniparban is.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A vizsgálatokból kiindulva a legjellemzőbb tűzkeletkezési okok közül kiemeltem és levezettem a bitumenfeldolgozás során előforduló piroforos jelenségek kialakulását valamint megelőzésének lehetséges módozatait. Igazoltam a vizsgált szénhidrogén-feldolgozás során a piroforos jelenségek veszélyeit, a keletkező robbanások és tűzesetek ok-okozati összefüggéseit.

2. A kutatásra alapozva megalkottam a szénhidrogénipar káreseteinek online magyarországi adatbázisát, amelyet a katasztrófavédelem térinformatikai felületén jelenítettem meg a döntéstámogatás elősegítése érdekében. Az adatbázis a káresetek teljes bemutatásával az egyéni fejlesztés eszközévé válhat. A szakterületek igényeinek megfelelően katasztrófatípusonként további új adatbázisok létrehozásával megjeleníthetők az ipari balesetek, természeti katasztrófák és a vizek kártételei. Az ipari, szénhidrogénipari létesítmények legnagyobb üzembiztonságának eléréséhez szükséges lépések szemléltetésére elkészítettem a szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságosabbá tételének kör-nyíl folyamatábráját.

3. A szakterület elemzését követően előkészítettem a szénhidrogénipari tűzvizsgálatok módszertani, eszköz- és informatikai fejlesztését, valamint a tűzvizsgáló mérnökképzés koncepcióját. A tűzvizsgálati és iparbiztonsági helyszíni szemlék e-szemle alkalmazáshoz kapcsolásával jelentős teljesítménynövekedés érhető el, fontos az offline használat lehetőségének megvalósítása is. A tűzkeletkezési okok felderítésének hatásfoknövelése érdekében alkalmaztam a Tűztáblázatot, illetve megállapítottam, hogy az e-szemle alkalmazásba integrálásával minőségi és mennyiségi javulás várható. A tűzvizsgálati eredmények online megosztása a tapasztalatok bemutatásán felül a gyújtogatássorozatok és a hibás, tüzet okozó termékek kiszűrésére is alkalmazhatók.

4. A kérdőíves felmérés kiértékelése alapján bizonyítottam a BIR és az IoT-eszközök ipari alkalmazásának szükségességét, fejlesztési igényeit. Alátámasztottam az ipari, szénhidrogénipari események és az emberi hibáktól, döntésektől mentes vezérlési rendszer, valamint a hibaelkerülési rendszerrel megtervezett és vezérelt folyamatok kialakításának, működtetésének, összekapcsolásának előnyeit. Rámutattam a szénhidrogénipari szakembergárda kiöregedésének és a Covid-vírus hullámainak veszélyeire.

AJÁNLÁSOK

Az értekezésemben bemutattam a magyar szénhidrogénipar és -feldolgozás múltját, jelenét, és felvázoltam a jövőjét. Vizsgáltam a bányászat, szállítás, feldolgozás és raktározás összefüggéseit a fizika, kémia szemszögéből, megoldást keresve a szénhidrogénipari káresemények hatékony megelőzésére. Összegyűjtöttem, rendszereztem, később adatbázisban rögzítettem a magyarországi káreseményeket, hogy tanulsággal szolgáljanak a jövő szakembereinek. Mindezt a katasztrófavédelem összetett rendszerének szűrőjén át tettem, a káresetek tűzvédelmi, iparbiztonsági és polgári védelmi, hatósági szemléletű feldolgozásával.

Az elkészült szénhidrogénipari adatbázist a katasztrófavédelem térinformatikai rendszerébe integrálva létrehoztam az európai és egyesült államokbeli káreseti adatbázisnál fejlettebb, vizuális térképi megjelenítéssel és a káresetek leírásával is rendelkező online felületet. A felület a katasztrófavédelemben dolgozó szakterületek számára elérhető, javaslom használatát a napi munka során.

A váratlan eseményeket leszámítva a felkészülés és megelőzés közös kudarca a bekövetkező káreset, vizsgálatukat a tudomány égisze alá vontam, kérdőíves kutatással bemutattam a megyék tűzvizsgálóinak kompetenciáit, a fejleszthetőségük lehetőségeit, a Tűztáblázat alkalmazhatóságát, az iparbiztonsággal közös káreseti helyszíni szemlék lefolytatásának lehetőségét. Alátámasztottam az informatikai eszközök és programok fejlesztése összekapcsolásának szükségességét, a VR-t és MR-t, a mesterséges intelligencia térnyerését, az üzemek lézerszkennelésének előnyeit az ipar 4.0 előszeleként.

A leírtak alapján az értekezést javaslom a katasztrófavédelmi munkatársaimnak, a szénhidrogénipari üzemek és -feldolgozók, valamint a veszélyes üzemek szakembereinek, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, a Katasztrófavédelmi Intézet és a BM KOK oktatói, tanulói számára. A szénhidrogénipari folyamatok megismerése és a bekövetkező káresetek elhárítása érdekében úgy gondolom, hogy a kutatás fejezeteinek részeredményei külön-külön is hasznos segítséget nyújthatnak a kevesebb szakmai hozzáértéssel, csekély terepi munkával rendelkező ügyintézők számára a szakterületi munkájuk felkészülési, megelőzési feladatainak végrehajtásához. Részükre a harmadik és negyedik fejezetben foglaltakat ajánlom.

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

1. A szénhidrogénipar és -feldolgozók technológiai csővezetékrendszerét és a piroforos hatásokkal érintett szénacél eszközeit, berendezéseit célszerű a jóval költségesebb, de biztonságosabb krómacél berendezésekre cserélni. A krómacél szerelvényekkel növelhető a biztonság, szinte kizárható a piroforos jelenségek létrejötte.

2. A múlt baleseteit megismerve sok esetben megelőzhetők a jövő katasztrófái. A létrehozott szénhidrogénipar és -feldolgozás káreseteinek adatbázisát a szakterületek a munkájuk során tanulmányozhatják. A káresetek térinformatikai felületen megtekinthető eseményei további adatbázisok elkészítésével a szakterületek munkáját országosan elősegíthetik. Az ipari balesetek, valamint a természeti katasztrófák adatbázis, továbbá az ár- és belvíz-veszélyeztetettségi besorolás elkészítését követően Magyarország szinte teljes katasztrófaveszélyeztetettsége megjeleníthető. A továbbiakban internetes térinformatikai felület kialakítása a cél az adatbázisok széles körű alkalmazásának, a nemzetközi kutatók által összegyűjtött események online regisztrációt követő rögzíthetőségének és kutathatóságának lehetőségével.

3. A tűzvizsgálatok, azon belül a szénhidrogénipari és -feldolgozó üzemek tűzvizsgálat-hatásfokának növelése érdekében javasolt a Tűztáblázat e-szemle alkalmazásba integrálása. A tudásmegosztás és a kompetenciafejlesztés érdekében létrehozható a Tűzvizsgálati Tapasztalatok Adatbázisa, amely növeli a tűzvizsgálatok hatékonyságát. Az adatbázis térinformatikai megjelenítéssel is kibővíthető, így alkalmassá válik egy több megyét érintő gyújtogatássorozat és a műszaki hibás termékek kiszűrésére.

4. A kérdőíves kutatás eredménye a szénhidrogénipari és -feldolgozó üzemek, valamint a hatóságok szorosabb együttműködésének igényét erősítette. Az üzemek BIR-rendszerének és a katasztrófavédelem informatikai hálózatának összekapcsolása a jobb monitorozás, gyorsabb reagálás érdekében hatékony megoldás. A termelési folyamatok biztonságossá tétele érdekében szükséges az emberi hibáktól, döntésektől mentes vezérlési rendszerek kialakítása, valamint a hibaelkerülési szisztémával tervezett és vezérelt folyamatok megteremtése. A kérdőívet kitöltők a Covid-vírus-világjárványnak a szénhidrogéniparra gyakorolt negatív hatásával számolnak. A változás elsősorban a létszámcsökkenésben és a tapasztalt munkaerő elvándorlásában, leépítésében várható.

HIVATKOZOTT IRODALOM JEGYZÉKE

[1] European Commission, „eMARS database," Brüsszel, Belgium: Európai Bizottság hivatalos honlapja, 1982.

[2] European Commission, „Iparági Statisztikák," Brüsszel, Belgium: Európai Bizottság, 2020.

[3] DRMKC, „Disaster Risk Management Knowledge Centre," [Online]. Available: https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/Knowledge/Gaps-Explorer. [Hozzáférés dátuma: 19. 02. 2021.].

[4] Magyar Köztársaság Országgyűlése, „2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról," Budapest, 2011.

[5] Kormány, „234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról," Budapest, 2011.

[6] Magyar Köztársaság Országgyűlése, „Alaptörvény," Budapest, 2011.

[7] G. UDVARDI, L. CZICZLAVCZ és A. SZITTÁR, *CO2 EOR Létesítmények Magyarországon,* G. Udvardi, Szerk. Nagykanizsa: Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, 1989, pp. 1-31.

[8] A. TÓTH, Á. MUHORAY és R. PELLÉRDI, „Magyarország jelentősebb ipari katasztrófái a veszélyhelyzet tervezés és kezelés szempontjából," *Műszaki Katonai Közlöny,* vol. 29, no. 2, pp. 21-39, 2019.

[9] KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL, „KSH," 2006–2017. [Online]. Available: https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tabl/ttr00002.html%20. [Hozzáférés dátuma: 01. 01. 2021.].

[10] MOL, Petrolkémia, „Elmúlt időszakban bekövetkezett tanulságos esetek," MOL Petrolkémia, 2018.

[11] ORIGO, „Meghalt egy ember a csepeli tartályrobbanásban," 2010.

[12] ENERGIAOLDAL, „Megrepedt egy tartály a Mol zalaegerszegi olajfinomítójában," 2012.

[13] ENERGIAOLDAL, „Újabb robbanás a Mol zalaegerszegi olajfinomítójában," 2012.

[14] G. ARANY, „Tűz volt az egerszegi finomító területén," ZAOL, 2018.

[15] A. TÓTH, K. K. SIPOSNÉ és I. ENDRŐDI, „A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 2. rész," *Hadmérnök,* vol. 16, no. 1, p. 129–144, 2021.

[16] NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM, „LUDITA Ludovika Digitális Tudástár és Archívum," NKE, 2020. [Online]. Available: https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/. [Hozzáférés dátuma: 02. 01. 2021.].

[17] NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM, „Közszolgálati Tudásportál," NKE Informatikai Igazgatóság, 2021. [Online]. Available: https://tudasportal.uni-nke.hu/. [Hozzáférés dátuma: 02. 01. 2021.].

[18] J. BLESZITY és M. ZELENÁK, *Tűzvédelmi ismeretek: A-tól... Z-ig.* Budapest: Szövetkezeti Szervezési Iroda, 1990, pp. 1-272.

[19] J. HESZ, *Az iparibaleset-elhárítás eljárás- és eszközrendszerének kutatása és fejlesztése, különös tekintettel a kőolaj-finomítókra,* Budapest, 2006, pp. 1-138.

[20] L. FENTOR és I. BARTHA, *A tűzvizsgálat alapjai,* Budapest: Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2006, pp. 1-126.

[21] L. Z. NAGY, *A tűzvizsgálat taktikája.* Budapest: Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2010, pp. 1-204.

[22] G. ÉRCES, R. KISS, L. Z. NAGY és Á. RESTÁS, *Alkalmazott Tűzvizsgálat I.* Á. Restás, Szerk. Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2017, pp. 1-200.

[23] I. ENDRŐDI, *Polgári védelmi szakismeret I.* Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2015, pp. 1-91.

[24] B. BOGNÁR, L. KÁTAI-URBÁN, G. KOSSA, S. KOZMA, B. SZAKÁL és G. VASS, *Iparbiztonságtan I.,* 1. kötet, L. KÁTAI-URBÁN, Szerk. Budapest: Nemzeti Közszolgálati és Tankönyv Kiadó Zrt., 2013, pp. 1-564.

[25] I. SWINDELLS, P. F. NOLAN és D. B. PRATT, „Safety Aspects Of The Storage Of Heated Bitumen," in *Icheme.org*, Egyesült Királyság, 1986.

[26] D. C. TRUMBORE és C. R. WILKINSON, „Better understanding needed for asphalt tankexplosion hazards," *Oil & Gas Journal,* pp. 1-4, 18. 09. 1989.

[27] J. TAVEAU és B. MORAS, „Explosion of Fixed Roof Atmospheric Storage Tanks, Part 3.," *Process Safety Progress,* vol. 31, no. 3, pp. 230-239, 17. 02. 2012.

[28] CRED, „Vészhelyzeti Események Adatbázisa," Brüsszel: Université catholique de Louvain Közegészségügyi Iskola Katasztrófavédelmi Kutatóközpontja, 1988.

[29] ENSZ UNECE, „Conference of the Parties to UNECE Industrial Accidents Convention sets future direction for technological disaster risk reduction towards 2030," Genf, 2018.

[30] UNITED NATIONS, „Safety Guidelines," United Nations Economic Commission For Europe, New York and Geneva, 2014.

[31] RSOE, „Sürgősségi és katasztrófa információs szolgálat," Budapest, 2004.

[32] MAGYAR KÖZTÁRSASÁG ORSZÁGGYŰLÉSE, „1999. évi LXXIV. törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről," Budapest, 1999.

[33] MAGYAR KÖZTÁRSASÁG ORSZÁGGYŰLÉSE, „2011. évi CXXVIII. törvény," Budapest, 2011.

[34] I. ENDRŐDI, *Polgári védelmi szakismeret I.* Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2015, pp. 1-91.

[35] BM ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG, „BM OKF Hivatalos weboldala," 05. 2021. [Online]. Available: www.okf.hu. [Hozzáférés dátuma: 08. 03. 2021.].

[36] BM ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG, „BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Alapító Okirata," Budapest: Belügyminisztérium, 2018.

[37] L. KÁTAI-URBÁN, S. KOZMA és G. VASS, „Veszélyes szállítmányok felügyeletével kapcsolatos jog- és intézményfejlesztési tapasztalatok értékelése," *Hadmérnök,* vol. 10, no. 3, pp. 92-108, 09 2015.

[38] TIGÁZ, „TIGÁZ-DSO Földgázelosztó Kft. Földgázkészletek," 2021. [Online]. Available: http://www.mindentafoldgazrol.hu/ellatasbiztonsag/foldgazkeszletek. [Hozzáférés dátuma: 12. 01. 2021.].

[39] S. ANTUS és P. MÁTYUS, *Szerves Kémia II.,* 2. kötet, d. E. Á. ANTUSNÉ, Szerk. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2006, pp. 1-325.

[40] B. BOGNÁR, T. BONNYAI, K. GÖRÖG, L. KÁTAI-URBÁN és G. VASS, *Létfontosságú Rendszerek és Létesítmények Védelme,* K. L. BOGNÁR Balázs, Szerk. Budapest: NKE Katasztrófavédelmi Intézet, 2015, pp. 1-149.

[41] SULINET, „A telített szénhidrogének tulajdonságai, a kőolajpárlatok," 2018. [Online]. Available: http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szerves-kemia/a-telitett-szenhidrogenek-tulajdonsagai/a-koolajparlatok. [Hozzáférés dátuma: 16. 01. 2021.].

[42] L. KISGYÖRGY, *Utak*. Typotex, Digitális Tankönyvtár, 2014.

[43] P. TÓTH, M. BULLA és G. NAGY, *A földgáz jellemzői, készletei*. Digitális Tankönyvtár, 2011.

[44] B. NÉMETH, „Környezetfizika I. 9. Földgáztermelés, felhasználás fizikája," 20. 02. 2012. [Online].
Available: http://www.physics.ttk.pte.hu/pages/munkatarsak/nemetb/KorFiz-I-9-foldgaz.pdf. [Hozzáférés dátuma: 06. 02. 2021.].

[45] L. MARKÓ, *Szerves kémia I.* Digitális Tankönyvtár, Veszprémi Egyetemi Kiadó, 2005.

[46] Á. MUHORAY, *A katasztrófavédelem területi irányítási modelljének vizsgálata*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Doktori Iskola, 2002.

[47] SLOVNAFT VÚRUP, a. s., *Biztonsági jelentés. Zalai Finomító, MOL Nyrt. – 6. revízió,* a. Slovnaft Vúrup, Szerk. Budapest: MOL Nyrt., 2008, p. 89.

[48] L. PIMPER, *A mobil tartálytűzoltás taktikáinak és alkalmazott technikai eszközeinek fejlesztése.* Budapest: NKE HHK KMDI, 2016, pp. 1-221.

[49] G. PÁTZAY, *Jelentés a MOL Nyrt. Zalaegerszegi Finomító üzemében 2012 július 18-án tett bejárásról és vizsgálatról,* Budapest, 2012, pp. 1-8.

[50] I. ULRICH, *Vélemény a MOL Nyrt. Zalai Finomítóban bekövetkezett két tartályrobbanás okairól és a tervezett intézkedésekről.* Budapest, 2012, pp. 1-23.

[51] DADTASTREAM SYSTEMS, INC, „Environmental Fuel Project Apollo," 24. 04. 2000. [Online]. Available: http://www.hydrocarbononline.com/doc/datastream-completes-project-at-slovnaft-refi-0001. [Hozzáférés dátuma: 28. 01. 2021.].

[52] M. ŠVATRÁK és Z. DÁNIEL, „A Pozsonyi Apollo finomító története," 10. 2010. [Online]. Available: https://anzdoc.com/a-pozsonyi-apollo-finomito-trtenete.html. [Hozzáférés dátuma: 29. 01. 2021.].

[53] G. CSIBA, „Slovnaft olajfinomító és gázturbinás egység üzemlátogatás," 26. 04. 2016. [Online]. Available: ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Energetikai%20aktualitasok/2015-16-02/13/Slovnaft_beszamolo.pdf. [Hozzáférés dátuma: 31. 01. 2021.].

[54] G. PÁTZAY, *A tűzvizsgálat során feltárt bizonyítékok értékelése.* [Interjú]. 2019.

[55] M. SAHDEV, „Pyrophoric Iron Fires in Safety and Pressure Relief," 08. 11. 2010. [Online]. Available: http://www.cheresources.com/content/articles/safety/pyrophoric-iron-fires?pg=1. [Hozzáférés dátuma: 01. 02. 2021.].

[56] Fire Safety Advice, Centre, „Information about the Fire Triangle/Tetrahedron and Combustion," [Online]. Available: https://www.firesafe.org.uk/information-about-the-fire-triangletetrahedron-and-combustion/. [Hozzáférés dátuma: 10. 03. 2021.].

[57] S. INCZEFFY, *Az n dimenziós tűz*. Ócsa, 2007.

[58] J. KEPLER, „Johannes Kepler's Polyhedra," 1619. [Online]. Available: https://www.georgehart.com/virtual-polyhedra/kepler.html. [Hozzáférés dátuma: 11. 03. 2021]

[59] FIREDYNAMICS, „FD202 - Fundamentals of Fire and Combustion," Ottawa Fire Services, 2020. [Online]. Available: https://guides.firedynamicstraining.ca/g/structural-firefighting-fundamentals-of-fire-and-combustion/116486. [Hozzáférés dátuma: 09. 03. 2021.].

[60] FQE, Chemicals, „FQE Chemicals," 2021. [Online]. Available: https://fqechemicals.com/. [Hozzáférés dátuma: 29. 01. 2021.].

[61] C. JEREMI, „Pryophoric Iron Fires," 15. 08. 2014. [Online]. Available: https://www.scribd.com/document/236857191/Pryophoric-Iron-Fires. [Hozzáférés dátuma: 02. 02. 2021.].

[62] R. WALKER, D. A. STEELE és T. B. D. MORGAN, „Deactivation of Pyrophoric Iron Sulfides," Egyesült Királyság: American Chemical Society, 1997.

[63] MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET, „MSZT.HU," 02. 2003. [Online]. Available: http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=701F77B862057B076A19F5F8A5C4B382?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=113271&_msztwebsh. [Hozzáférés dátuma: 12. 01. 2021.].

[64] D. AARO, „California refinery explosion sparks massive fire, temporarily closes 405 freeway near Los Angeles", Fox News, 2021. [Online]. Available: https://www.foxnews.com/us/massive-explosive-causes-hydrogen-fire-to-erupt-at-oil-refinery-in-california. [Hozzáférés dátuma: 07. 02. 2021.].

[65] W. ROELF, „South African refinery explosion kills two, injures seven," Reuters, 2020. [Online]. Available: https://www.reuters.com/article/us-safrica-astron-refinery-idUSKBN24317A. [Hozzáférés dátuma: 11. 02. 2021.].

[66] R. WARD és W. ROELF, „Blast-rocked South African oil refinery shut down for investigations," Reuters, 2021. [Online]. Available: https://www.reuters.com/article/us-engen-refinery-idUSKBN28E0SR. [Hozzáférés dátuma: 12. 02. 2021.].

[67] BBC, „Indonesia fire: Massive blaze erupts at oi refinery," BBC NEWS, 2021. [Online]. Available: https://www.bbc.com/news/world-asia-56560826. [Hozzáférés dátuma: 29. 03. 2021.].

[68] D. C. TRUMBORE, C. R. WILKINSON és S. WOLFERSBERGER, „Evaluation of techniques for in situ determination of explosion hazards in asphalt tanks," *Journal of Loss Prevention in the Process Industries,* vol. 4, no. 4, p. 230–235, 04. 07. 1991.

[69] J. TAVEAU, „Explosion of Fixed Roof Atmospheric Storage Tanks, Part 1.," Background and Review of Case Histories," *Process Safety Progress,* vol. 30, no. 4, pp. 381-392, 16. 12. 2011.

[70] I. J. CHANG és L. CHENG-CHUNG, „A study of storage tank accidents," *Journal of Loss Prevention in the Process Industries,* vol. 19, no. 1, pp. 51-59, 1. 2006.

[71] L. H. DIMPFL, „Study gives insight into asphalt tank explosions," *Oil and Gas Journal,* vol. 52, no. 78, pp. 176-185, 12. 1980.

[72] N. R. HUNTER, A. SELF és J. READ, The Shell Bitumen Handbook, 6. ed. Shell UK Oil Products Limited, London: Thomas Telford, 2015, pp. 1-789.

[73] I. KÁTAI-URBÁN és Z. LÉVAI, „Terrorcselekmények lehetséges fizikai, vegyi és sugárszennyezéssel járó következményeinek és hatásainak elemzése. II. rész," *Bolyai Szemle,* vol. 24, no. 1, pp. 5-21, 2015.

[74] A. TÓTH és I. ENDRŐDI, „A katasztrófavédelem komplex feladatrendszere föld alatti gáztároló üzemek esetén," *Hadmérnök,* vol. 14, no. 2, pp. 143-156, 2019.

[75] A. TÓTH, K. K. SIPOSNÉ és I. ENDRŐDI, „A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 1. rész," *Hadmérnök,* vol. 15, no. 4, pp. 119-139, 04. 2021.

[76] A. TÓTH, „Hungary's most significant industrial disasters from the viewpoints of safety challenges, risks and disaster management," in *Armed Forces Academy of General Milan Ratislav Stefánik,* Liptovský Mikuláš Slovakia, 2018.

[77] L. KÁTAI-URBÁN, *A veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági jog-, intézmény és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon.* Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, 2015.

[78] T. HÁBERMAYER, II. *Tolna Megyei Polgári Védelmi Munkaműhely.* Szekszárd: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2019, pp. 1-97.

[79] T. GÁL, *Petrolkémiai technológiák.* Miskolc: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2009, pp. 1-316.

[80] L. BENKE, „A Magyar Tudományos Akadémia keretében folyó munkálatok, Bányagéptan, műszaki mechanika, szénhidrogén-termelés," In *Magyarország a XX. században,* 4. kötet, T. I. KOLLEGA, Szerk. Szekszárd: Babits, 1996–2000, pp. 433-452.

[81] G. DOBAI, „A magyar kőolaj története," *Víz, Gáz, Fűtéstechnika és Hűtő, Klíma, Légtechnika szaklap,* 03. 2013.

[82] G. CSÍKY, „A magyar kőolaj- és földgázkutatások története kezdettől 1918-ig (II.) rész," *Földtani Kutatás,* vol. 32, no. 4, pp. 23-40, 1989.

[83] J. PÁPAY, „Konvencionális és nem konvencionális kőolaj-és földgázkitermelő eljárások és várható szerepük az energiaellátásban," *Magyar Tudomány,* vol. 176, no. 2, pp. 1285-1294, 2015.

[84] I. TROMBITÁS, *Ötven éves a magyar kőolaj és fölgázbányászat KFV 1937–1987,* G. FERENCZ, Szerk. Szolnok: Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Nyomda Üzem, 1987, pp. 1-381.

[85] B. CSATH, *Évfordulós történések 75 évvel ezelőtt.* Magyar Olaj- és Gázipari Szakszervezet, 2012.

[86] F. KOVÁCS, *Közeledéstan jegyzet,* 16. kötet. Győr: Széchenyi István Egyetem, 2002.

[87] J. MÓGOR, *A lakossági tájékoztatás és a nyilvánosság biztosításának kutatása a súlyos ipari balesetek elleni védekezésben.* PhD-értekezés. Budapest: ZMNE, KMDI, 2010.

[88] Az innovációért és a technológiáért felelős miniszter, „39/2019. (X. 31.) ITM utasítása," 1. melléklet a 39/2019 (X. 31.) ITM utasításhoz, az innovációért és a technológiáért felelős miniszter által felügyelt ágazatok vonatkozásában kormányzati intézkedést igénylő rendkívüli események jegyzéke, 2019.

[89] OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, „Workshop Report: Developing a Methodology to Quantify the Benefits of Regulations for Chemical Accidents Prevention, Preparedness and Response, OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Chemical Accidents," Paris, 2018.

[90] OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, „Environment Directorate Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Best Available Techniques (BAT) for Preventing and Controlling Industrial Pollution Activity 3," Paris, 2019.

[91] Európai Számvevőszék, „A »szennyező fizet« elv," Luxembourg: Az Európai Unió Kiadóvállalata, 2021.

[92] Á. BANGHA, *MOL Nyrt., Szank, egységes környezethasználati engedély 5 éves felülvizsgálat alapján.* Szeged: Csongrád Megyei Kormányhivatal, 2016.

[93] MOLGROUP, „Fenntarthatóság, környezet," 2018.

[94] G. VASS, Z. MESICS és B. KOVÁCS, *Útmutató a biztonsági irányítási rendszerekkel kapcsolatban a Seveso III. irányelv hazai bevezetésével módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához.* Budapest: Belügyminisztérium OKF Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség, Veszélyes Üzemek Főosztály, 2016.

[95] N. SIMON, „Néhány gázkitörés elemzése," *Kőolaj és Földgáz,* vol. 102, no. 2, pp. 56-59, 2. 1969.

[96] N. SIMON, „Gázkitörések elemzése, kitörés elleni védelem," *Földtani Kutatás,* vol. 11, no. 3-4, pp. 43-50, 1968.

[97] E. BUDA, „A magyar kitörés-elhárítás műszaki fejlesztése a zsanai gázkitörés megfékezése után," *Földtani Kutatás,* vol. 24, no. 4, pp. 84-90, 1981.

[98] E. BUDA, „Tapasztalatok hasznosítása néhány magyarországi és külföldi gázkitörés elhárításából,” *Földtani Kutatás,* vol. 27, no. 2, pp. 55-69, 1984.

[99] Z. HEIZLER, „A Magyar Tűzoltó Szövetség százötven éve (1870–2020),” 2019. [Online]. Available: https://www.langlovagok.hu/dat/irattar/2020/2020_az-mtsz-150-eve.pdf. [Hozzáférés dátuma: 16. 02. 2021].

[100] L. KŐRÖSSY, „A Duna–Tisza köze kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei,” *Általános Földtani Szemle,* vol. 26, pp. 3-162, 1992.

[101] J. TOKOVICZ, P. KÁDÁR, A. SÜLE, J. BORSOS, L. JUHÁSZ, F. PETNEHÁZI és L. MOLNÁR, *A Magyar Honvédség képességei és a katasztrófaelhárítás kihívásai*. Budapest: Zrínyi Média Nonprofit Kft., 2012, pp. 1-320.

[102] Á. MUHORAY, „Sárhidai gázkitörés–1998.,” *Katasztrófavédelmi Szemle,* vol. 1., no. 6., p. 47–63, 2001.

[103] J. HORNYACSEK, P. KÁDÁR, L. KESZEY, L. LAKATOS és Á. MUHORAY, A védelmi igazgatás működésének gyakorlati tapasztalatai napjaink kihívásainak tükrében, J. HORNYACSEK, Szerk., Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2019., pp. 1–106.

[104] G. KOVÁCS és I. SZALAY, *A pusztaszőlősi PSZ–34. sz. kút kitörésének hatása a környezetre.* Szeged, 2001.

[105] M. MOL, „A Bányászati Hivatal a Kőolajkutató mulasztását határozta meg a pusztaszőlősi gázkitörés okaként”.

[106] Á. MUHORAY és A. WÉBER, „Kitört a »Szilvágy-31« olajkút Zalában,” *Katasztrófavédelem,* vol. 44., no. 2., p. 26–27, 2002.

[107] E. BUDA, „Kőolaj-, földgáz- vagy vízkitörések a magyar szénhidrogénfúrások mélyítése és termeltetése közben,” *Kőolaj és Földgáz,* vol. 19, no. 119, pp. 339-343, 11. 1986.

[108] J. KOCSOR, „Egyetemünk szakértői Pusztaszőlősön,” Miskolci Egyetem, 2000. [Online].
Available: www.uni-miskolc.hu/uni/news/mertarchivum/2000/2000.09.27./kar3.html. [Hozzáférés dátuma: 23. 1. 2021].

[109] Á. KONCZ, „Modern hidraulikai szimulációs program használata a gyakorlati kitörésvédelem területén,” *Műszaki Földtudományi Közlemények,* vol. 85, no. 1, pp. 123-129, 2015.

[110] K. KISS, „Nem konvencionális szénhidrogének helyzete a világban és hazánkban,” 2013.

[111] A. TÓTH és K. K. SIPOSNÉ, „Magyarország Legjelentősebb Természeti Katasztrófái – Online Katasztrófatérkép,” *Műszaki Katonai Közlöny,* vol. 27, no. 4, pp. 148-169, 2017.

[112] A. TÓTH, „Analysis of the Hungarian hydrocarbon industry’s accidents and their demonstration with GIS,” *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review,* vol. 25, no. 3, pp. 267-274, 2020.

[113] ESRI, „ArcMap,” 06. 2020. [Online]. Available: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap. [Hozzáférés dátuma: 01. 03. 2021.].

[114] Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, *A katasztrófavédelmi térinformatikai rendszer alkalmazási területei.* Budapest: Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2017.

[115] E. TÓTH és A. TÓTH, *Szénhidrogénipari események magyarország területén,* E. Tóth, Szerk. Zalaegerszeg: Zala Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2020.

[116] E. DOBOS, A. HEGEDŰS, C. LÉNÁRT és J. TAMÁS, *Vektor alapú térinformatikai rendszerek,* E. Dobos, Szerk. Miskolc: Miskolci Egyetem, 2003, pp. 1-90.

[117] O. CZIVA és J. DURUC, „Tűzvédelmi Igazgatás,” 2016. [Online]. Available: http://bmkszf.hu/dokumentum/2146/Tuzvedelmi_igazgatas.pdf. [Hozzáférés dátuma: 02. 03. 2021.].

[118] Z. KOVÁCS és G. GYURICZA, „Zala szénhidrogén koncesszióra javasolt terület komplex érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálati jelentése,” 24. 07. 2014. [Online]. Available: https://mbfsz.gov.hu/sites/default/files/file/2018/03/20/zala_ch_vizsgalati_jelentes.pdf. [Hozzáférés dátuma: 03. 03. 2021.].

[119] L. KÁTAI-URBÁN és G. VASS, *Veszélyes üzemek, tevékenységek és technológia az iparban*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, 2014, pp. 1-120.

[120] J. JERUSKA, „Termékvezetékek üzemzavarainak vizsgálata,” *Védelemtudomány,* vol. 1, no. 1, pp. 126-142, 2016.

[121] Á. RESTÁS, „A tűzoltásvezetők döntéseit elősegítő mechanizmusok,” *Védelem – Katasztrófa-, Tűz- és Polgári Védelmi Szemle,* vol. 20, no. 5, pp. 11-14, 2013.

[122] L. BÉRCZI és F. VARGA, „Nemzetközi tűzvizsgálat gyakorlati elemzése,” *Védelemtudomány,* vol. 1, no. 3, pp. 28-45, 10. 2016.

[123] A. TÓTH, J. BLESZITY és Á. RESTÁS, „A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési lehetőségei – 2. rész,” *Műszaki Katonai Közlöny,* vol. 30, no. 2, pp. 97-115, 2020.

[124] J. BLESZITY, L. KÁTAI-URBÁN és Z. GRÓSZ, „Disaster Management in Higher Education in Hungary," *Administrativa Un Kriminala Justicija – Latvijas Policijas Akademijas Teoretiski Praktisks Zurnals,* vol. 67, no. 2, pp. 66-70, 2014.

[125] Z. CSÉPLŐ, L. KÁTAI-URBÁN és G. VASS, „A tűzvédelmi mérnöki képzéshez szükséges szakmai feltételek vizsgálata," *Hadmérnök,* vol. 13, no. 1, pp. 153-167, 2018.

[126] NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM, *Elgondolás az önálló tűzvédelmi mérnök alapképzés NKE szervezeti keretein belüli alapításáról,* Budapest: NKE, 2017.

[127] Belügyminiszter, *A hivatásos katasztrófavédelmi szerveknél, az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságoknál, az önkéntes tűzoltó egyesületeknél, valamint az ez irányú szakágazatokban foglalkoztatottak szakmai képesítési követelményeiről és szakmai képzéseiről,* Budapest, 2015.

[128] G. ÉRCES és Á. RESTÁS, „A komplex tűzvédelem fejlesztése – mérnöki módszerek a tűzvizsgálatban," *Védelem-, Katasztrófa-, Tűz- és Polgári Védelmi Szemle,* vol. 23, no. 1, pp. 5-9, 2016.

[129] J. BLESZITY, J. DOBOR, I. ENDRŐDI, Z. GRÓSZ, L. KÁTAI-URBÁN, Z. KRIZSÁN és Á. RESTÁS, „Katasztrófavédelmi Intézet Önértékelés Program akkreditáció," Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2016.

[130] J. DOBOR, „A kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatásának fontossága a katasztrófavédelmi képzésben," *Bolyai Szemle,* vol. 23, no. 3, pp. 223-229, 2014.

[131] ION Sience, „Fire Investigation Kit," Egyesült Királyság, 2021.

[132] DYN-Optics, „Red Hawk hőszkenner, 955L modell," USA, 2021.

[133] ARROWHEAD, Forensics, „Master Fire Investigator's Kit," USA, 2021.

[134] Fire Safety Services S. A., „The Fire Zone, 3D Features," Ausztrália, 2021.

[135] NIST, National Institute of Standards and Technology, „Fire Dynamics Simulator (FDS) and Smokeview (SMV)," USA, 2020.

[136] NIST, „Fire Dynamics Simulator 2016," Gaithersburg, 2016.

[137] K. MCGRATTAN, S. HOSTIKKA, R. MCDERMOTT, F. JASON, W. CRAIG és K. OVERHOLT, „Fire Dynamics Simulator User's Guide," 04. 11. 2013. [Online]. Available: https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=913619. [Hozzáférés dátuma: 03. 03. 2021.].

[138] I. Thunderhead Engineering Consultants, „Simulation Software for Science and Engineering," Manhattan, 2021.

[139] Fire & Risk Alliance, „Advanced Modelling & Simulations," Washington, DC, 2018.

[140] Z. NAGY, „A 21. század fegyveres küzdelmeinek irányai és kihívásai a NATO szemszögéből,” *Hadtudomány,* vol. 15, no. 4, pp. 14-30, 2005.

[141] T. FERENTZI, „Police.hu,” 12. 04. 2017. [Online]. Available: http://www.police.hu/hirek-es-informaciok/legfrissebb-hireink/zsaru-magazin/helyszini-szemle-3d-ben. [Hozzáférés dátuma: 15. 02. 2021.].

[142] BELÜGYMINISZTÉRIUM, „Parlament.hu,” 31. 05. 2020. [Online]. Available: https://www.parlament.hu/irom41/10710/adatok/fejezetek/14.pdf. [Hozzáférés dátuma: 12. 03. 2021.].

[143] L. F. BILANCIA, „This video is about Ignition Matrix,” 2014.

[144] J. D. ICOVE, *When Things go Wrong in Electrical Power Plants.* ECE620, Fall University of Tennessee, 2015.

[145] G. HAYNES, „Need for Science for in Fire Scene Investigation and Reconstruction,” 20th Annual Fire Investigative Approaches Seminar Myrtle Beach, 2016.

[146] TECHMONITOR, „A 3D lézerszkenner alkalmazásának lehetőségei az ipari szektorban,” Budapest: GLT Mérnökiroda Kft., 2015.

[147] 3DS Technologies, „Precise, high speed measurements,” Kanada, 2021.

[148] TREISTEK, „Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services,” TreisTek India Pvt. Ltd., 2021.

[149] Reality IMT, „Digitizing Energy Streams and Footprints,” USA, Houston, 2021.

[150] AUDUBON, Companies, „3D Laser Scanning Becoming an Invaluable Tool for Pipeline Design and Construction,” USA, 2021.

[151] B. ROONEY, *Measuring Deformations with Laser Scanning – Storage Tank Surveys*. United Kingdom, 2019.

[152] A. TÓTH, *A szénhidrogén-feldolgozás káresetek tűzoltói beavatkozásának fejlesztése tűzoltó robotokkal.* Budapest: NKE, 2018.

[153] ZEISS, „A virtuális valóság nem a jövő technológiája,” 24.hu, 2018.

[154] WUZIX, 2021. [Online]. Available: https://www.vuzix.com/. [Hozzáférés dátuma: 22 02 2021].

[155] VRBIZZ, „VRBizz.com,” 11. 01. 2021. [Online]. Available: https://vrbizz.com/szakmai-cikkek/a-vr-fejlesztes-es-az-ar-technologia-uttoroi-ces-2021-ar-vr-3d/. [Hozzáférés dátuma: 12. 03. 2021.].

[156] „Senseglove,” 2021. [Online]. Available: https://www.senseglove.com/product/nova/. [Hozzáférés dátuma: 05. 03. 2021].

[157] N. LEWIS, „No smoke, no water, no waste. VR could train the next generation of firefighters," CNN, 2020.

[158] SEABERY, „The key of Augmented Reality in Industry 4.0," 2017.

[159] R. T. AZUMA, „A Survey of Augmented Reality," *Teleoperators and Virtual Environments,* vol. 6, no. 4, pp. 355-385, 01. 08. 1997.

[160] E. KRISKÓ, „Új kihívások a virtuális és a kiterjesztett valóságok korában," *Médiakutató,* vol. 18., no. 1-2., pp. 125-137, 2017.

[161] S. MANN, „Mediated Reality with implementations for everyday life," *MIT Press Journal PRESENCE,* 06 08 2002.

[162] D. GROVER, *A survey of Mixed Reality, with an emphasis on Augmented Reality*. Sidney, 2013.

[163] Z. HAIG ÉS I. VÁRHEGYI, *Hadviselés az információs hadszíntéren*. Budapest: Zrínyi Kiadó, 2005, p. 286.

[164] L. PALKOVICS, *Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégia 2020–2030*. Budapest, 2020.

[165] G. TILESCH és O. HATAMLEH, *Mesterség és intelligencia - Vegyük kezünkbe sorsunkat az MI korában.* Budapest: Libri Kiadó, 2021, p. 248.

[166] „Elfogták a csepeli gyújtogatás-sorozat gyanúsítottját," Baranya megyei hírportál, 2019.

[167] R. PÁLFI, „Tüzet okozhatnak a mosogatógépek," 24.hu, 2013.

[168] P. TAKAHASI, „US oil and gas industry lost 107,000 jobs in the pandemic. Most will take years to return," *Houston Chronicle,* 09. 10. 2020.

SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Magyar nyelvű (MTA-besorolás szerinti A, B, C, D kategóriájú) mértékadó folyóiratban

1. TÓTH András, SIPOSNÉ Kecskeméthy Klára: Természeti és civilizációs katasztrófák Ausztráliában, a megelőzés lehetőségei
   MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY 26. évfolyam (2016) 3. szám pp. 23–43.
   https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2211

2. TÓTH András: Az első régiós irányítótörzs kríziskommunikációja a tapasztalatok tükrében
   BOLYAI SZEMLE 26. évfolyam (2017) 1. szám pp. 86–95.
   https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/Bolyai_Szemle_2017_01_web.pdf#page=88

3. TÓTH András, SIPOSNÉ Kecskeméthy Klára: Magyarország legjelentősebb természeti katasztrófái – online katasztrófatérkép
   MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY 27. évfolyam (2017) 4. szám pp. 148–169.
   https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1955/1241

4. TÓTH András: A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tűzesetek vizsgálata – I. rész
   HADMÉRNÖK 13. évfolyam (2018) 1. szám pp. 217–229. ISSN 1788-1919
   http://hadmernok.hu/181_17_toth.pdf

5. TÓTH András: A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tűzesetek vizsgálata – II. rész
   HADMÉRNÖK 14. évfolyam (2019) 1. szám pp. 220–230. ISSN 1788-1919
   https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/129/3396

6. TÓTH András, ENDRŐDI István: A katasztrófavédelem komplex feladatrendszere föld alatti gáztároló üzemek esetén
   HADMÉRNÖK 14. évfolyam (2019) 2. szám pp. 143–156. ISSN 1788-1919
   https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/218/73

7. TÓTH András, MUHORAY Árpád, PELLÉRDI Rezső: Magyarország jelentősebb ipari katasztrófái a veszélyhelyzet-tervezés és -kezelés szempontjából
MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY 29. évfolyam (2019) 2. szám pp. 21–39.
https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/207/109

8. TÓTH András, BLESZITY János, RESTÁS Ágoston: A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési lehetőségei – 1. rész
MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY 30. évfolyam (2020) 1. szám pp. 83–98.
DOI:10.32562/mkk.2020.1.6
https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/808/3780

9. TÓTH András, BLESZITY János, RESTÁS Ágoston: A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési lehetőségei – 2. rész
MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY 30. évfolyam (2020) 2. szám pp. 97–116.
DOI:10.32562/mkk.2020.2.8
https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/835/4182

10. TÓTH András, SIPOSNÉ Kecskeméthy Klára, ENDRŐDI István: A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 1. rész
HADMÉRNÖK 15. évfolyam (2020) 4. szám pp. 119–140. ISSN 1788-1919
DOI: 10.32567/hm.2020.4.9.
https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/3943/4340

11. TÓTH András, SIPOSNÉ Kecskeméthy Klára, ENDRŐDI István: A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 2. rész
HADMÉRNÖK, 16. évfolyam (2021) 1. szám pp. 129–144. ISSN 1788-1919
doi: 10.32567/hm.2021.1.8
https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/4254/4407

Lektorált szakmai folyóiratcikk külföldi idegen nyelvű folyóiratban

12. András TÓTH: Analysis of the Hungarian hydrocarbon industry's accidents and their demonstration with GIS, REVISTA ACADEMIEI FORTELOR TERESTRE / LAND FORCES ACADEMY REVIEW (2247-840X 1582-6384): Vol. XXV. Nr. 3 (99) pp 267–274 (2020) Nyelv: Angol, Magyar Hadtudományi Bizottság IXGJO HTB [1901-] B https://www.armyacademy.ro/reviste/rev3_2020/Toth.pdf

Nemzetközi szakmai konferenciakiadványban megjelent lektorált idegen nyelvű előadás

13. András TÓTH: Hungary's most significant industrial disasters from the viewpoints of safety challenges, risks and disaster management. "National and International Security 2018" Conference proceedings 9th International Scientific Conference 25th-26th October 2018. pp. 450–460. Editor: Michal HRNČIAR. Zborník príspevkov z 9. medznínárodnej vedeckej konferencie. (2018) ISBN: 9788080405687 (Armed Forces Academy of General Milan Ratislav Stefánik)
http://www.aos.sk/struktura/katedry/kbo/NMB2018/Zbornik_NMB2018.pdf#page=451

Hazai tudományos konferencián való részvétel

14. TÓTH András: A szénhidrogén-feldolgozás káresetek tűzoltói beavatkozásának fejlesztése tűzoltó robotokkal, KONFERENCIAKIADVÁNY, „Tűzoltó Szakmai Nap 2018" Tudományos Konferencia, Budapest, 2018. április 18. pp. 120–123.
ISBN 978-615-80429-6-3
https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/TSzN%202018%20Kiadvány%20%20ISBN%20978-615-80429-6-3%20AAX.pdf

15. TÓTH András: „Kihívások – lehetőségek – megoldások a katonai műszaki tudományok területén" című tudományos konferencia, előadó. Időpont: 2018. május 23. Helyszín: Zrínyi Miklós Laktanya és Egyetemi Campus (1101 Budapest, Hungária körút 9–11. IMO konferenciaterem)
https://hhk.uni-nke.hu/document/hhk-uni-nke-hu/szekciók%202018_05_23.pdf

16. TÓTH András: A szénhidrogén-feldolgozás során történt tartályrobbanások és tűzesetek vizsgálata című poszter, KATASZTRÓFAVÉDELEM 2018. VESZÉLYES TEVÉKENYSÉGEK BIZTONSÁGA KONFERENCIAKIADVÁNY, „Nemzetközi Iparbiztonsági Tudományos Konferencia 2018. november 15." Poszterek, 346 pp.
ISBN 978-615-80429-7-0
https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/3.%20katvedkonf_2018_IB_posz.pdf#page=37

17. Tudományos konferencia a Magyar Honvédség megalakulásának 170. évfordulója alkalmából. A rendezvény időpontja: 2018. december 5. 09:30-tól
Helyszín: Budapest, XIII. kerület, Zsinór utca 12.
http://mhtt.eu/files/2018/nov/V%C3%A9gleges%20Megh%C3%ADv%C3%B3%20Dec%205.%20Tud.%20Konf.%20Tud%20%C3%9Cnn.%20MH%20170%20%C3%A9vf..doc

18. „DOKTORANDUSZOK A TUDOMÁNY SZOLGÁLATÁBAN" tudományos konferencia, Katasztrófavédelem szekció, lektor. Időpont: 2019. november 13. Helyszín: Zrínyi Miklós Laktanya és Egyetemi Campus (1101 Budapest, Hungária körút 9–11. IMO konferenciaterem)
https://hhk.uni-nke.hu/hirek/2019/05/30/doktoranduszok-a-tudomany-szolgalataban

Egyéb tudományos tevékenység

2021. A képzés ideje alatt műhelyvitára készített doktori értekezéstervezet.

2016. A Kutatók Éjszakája rendezvényen a Természeti és civilizációs katasztrófák Ausztráliában, a megelőzés lehetőségei című cikkből előadás tartása.

2016. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Intézményi Tudományos Diákköri Konferencián, a Mentő Tűzvédelem Szekcióban I. helyezés és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság igazgatója Dr. Góra Zoltán tű. vezérőrnagy különdíja, továbbá a pályamunka publikációként való megjelentetése a bírálóbizottság javaslata alapján.

2017. A XXXIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Had- és Rendészettudományi Szekció Tűzvédelem és Mentésirányítás Tagozatában bemutatott pályamunkával I. helyezés és különdíj.

2017. A kutatási témához kapcsolódó szakirodalom összegyűjtése, feltárása.

2019. A Komplex vizsgára készített és elfogadott Kutatási Jelentés.

2020. A Magyar Hadtudományi Társaság Katasztrófa- és Polgári Védelmi Tagozatának tagja.

2021. A Magyar Rendészettudományi Társaság Katasztrófavédelmi Tagozatának tagja.

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE 197
1. számú melléklet: Rövidítések jegyzéke 197
2. számú melléklet: Ábrák, diagramok, képek és táblázatok jegyzéke 200
3. számú melléklet: Az értekezés kohéziós kimutatása 203
4. számú melléklet: Fogalomtérkép 207
5. számú melléklet: Az üres Tűztáblázat 207
6. számú melléklet: A KMSZ elektronikus kérdőíve 209
7. számú melléklet: Az online kutatás magyar nyelvű űrlapja 1. 211
8. számú melléklet: Az online kutatás magyar nyelvű űrlapja 2. 214
9. számú melléklet: Az online kutatás angol nyelvű űrlapja 217
10. számú melléklet: Az online kutatás szlovák nyelvű űrlapja 220

1. számú melléklet: Rövidítések jegyzéke

3D	Three Dimensional
API	American Petrol Institute
AR	Augmented Reality
BAT	Best Available Techniques
BIR	Biztonsági Irányítási Rendszer
BM OKF	Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
BVT	Belső védelmi terv
CFD	Computational Fluid Dynamics
COVID-19	Coronavirus disease 2019
CP	Civil Protection Pool
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
DCS	Distributed Control System
EBK	Egészségvédelem, Biztonságtechnika, Környezetvédelem
ECOSOC	United Nations Economic and Social Council
EDIS	Emergency and Disaster Information Service
EFPA	Environmental Fuel Project Apollo
eMARS	Online Major Accident Reporting System
EM-DAT	Emergency Events Database
ENE	Best Available Techniques for Energy Efficiency
ENSZ	United Nations

ESRI	Environmental System Research Institute
FDS-SMW	Fire Dynamic Simulator and Smokeview
FLACS	FLame ACceleration Simulator
GDPR	General Data Protection Regulation
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
HAMAR	hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszer
HAZOP	Hazard and Operability Study
HDR	High Dynamic Range
HDS	High Definition Survey
HILP	High-Impact, Low-Probability Events
HVB	Helyi Védelmi Bizottság
HSE	Health, Safety and Environment
HTP	Hivatásos Tűzoltó Parancsnokság
IBIR	Iparbiztonsági Információs Rendszer
IIR	Internal Rate of Return
ILEA	International Law Enforcement Academy
ISO	International Organization for Standardization
KERA	Közép-európai Rendőr Akadémia
KML	Katasztrófavédelmi Mobil Labor
KMSZ	Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálat
KVMB	Katasztrófavédelmi megbízott
KVT	Külső védelmi terv
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LIDAR	Light Detection and Ranging
LOPA	Layer of Protection Analysis
LUDITA	Ludovika Digitális Tudástár és Archívum
MEBIR	Munkahelyi Egészségvédelmi és Biztonsági Irányítási Rendszer
MIG	Mikojan-Gurjevics
MIR	Minőségirányítási Rendszer
MMBH	Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság
MOC	Management of Change

MOL	Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan Működő Részvénytársaság
MON	Reference Document on General Principles of Monitoring
MS SQL	Microsoft Structured Query Language
MSZ	Magyar Szabvány
MVB	Megyei Védelmi Bizottság
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NFPA	National Fire Protection Association
NGM	Nemzetgazdasági miniszter
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
OLED	Organic Light Emitting Diode
ORFK	Országos Rendőr-főkapitányság
OTSZ	Országos Tűzvédelmi Szabályzat
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram
PB	Propán-bután gáz
PHAST	Process Hazard Analysis Software Tool
PZPH	Prevencia Závažných Priemyselných Havárií
RHC	Residue Hydro Cracking
RSOE	Rádiós Segélyhívó és Infokommunikációs Országos Egyesület
SARS-CoV-2	Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2
SIL	Safety Integrity Level
SQL	Structured Query Language
STO	Techniques for Emissions from Storage
TEK	Terrorelhárítási Központ
TMMT	Tűzoltási Műszaki Mentési Terv
UHD	Ultra High Definition (4K)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VFCS	Veszélyhelyzeti Felderítő Csoport
VOC	Volatile Organic Compound
VR	Virtual Reality
WHO	World Health Organization
ZIL	Zavod Imenyi Lihacsova

2. számú melléklet: Ábrák, diagramok, képek és táblázatok jegyzéke

Ábrák

1. számú ábra: Az értekezés szerkezeti felépítése a körülhatárolást követően 8
2. számú ábra: A BM OKF szervezete és irányítása 20
3. számú ábra: A T-1110 jelű tartály robbanása és tűzesete a tűzháromszöggel illusztrálva 37
4. számú ábra: A tűzháromszög negyedik eleme az átalakulást biztosító aktivátor 39
5. számú ábra: A tűz-tetraéder az égés fúziós gömbjével 40
6. számú ábra: Az ArcMap alkalmazáshoz a 8 osztályra szűkített szénhidrogén-káresetek adatbázisa 84
7. számú ábra: A szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságosabbá tételének kör-nyíl folyamatábrája 94

Diagramok

1. számú diagram: A bitumentároló tartályok jellemző tűzesetei 53
2. számú diagram: A Magyarországon előfordult szénhidrogén-káresetek megjelenítése 83
3. számú diagram: A KMSZ összlétszáma és a tűzvizsgálók aránya, a gyakorlati idők és a szolgálati létszámok 102
4. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás tűzesetei és az érintett megyék ábrázolása 103
5. számú diagram: A KMSZ tűzvizsgálóinak képzettsége és a mérnök végzettségűek ábrázolása 110
6. számú diagram: A kérdőívet kitöltő szervezetek aránya 139
7. számú diagram: A katasztrófavédelem szakterületekre bontása 139
8. számú diagram: A szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalata években mérve 140
9. számú diagram: A válaszadók véleménye a HAMAR-rendszer bevezetéséről 140
10. számú diagram: Az informatikai eszközök jósága 141
11. számú diagram: A szénhidrogénipari üzemekben alkalmazott technológia használhatósága 142
12. számú diagram: Segítené-e a munkáját a szénhidrogén-feldolgozás káreseteinek adatbázisa? 143
13. számú diagram: A mérnöki tudás, szemlélet az eljárások és a káresetek vizsgálatok során 144
14. számú diagram: A fejlesztendő szénhidrogénipari területek megnevezése 145
15. számú diagram: A választott szénhidrogénipari terület fejleszthetősége 146
16. számú diagram: A fejleszthető katasztrófavédelmi területek megnevezése 147
17. számú diagram: Tölcsérdiagram a fejleszthető szénhidrogénipari területekről 148
18. számú diagram: Döntést segítő alkalmazás és humán erőforrás rendelkezésre állása 148

19. számú diagram: A koronavírus járvány hatásai a katasztrófavédelemre 149
20. számú diagram: A koronavírus-járvány hatásai a szénhidrogéniparra és feldolgozásra 150
21. számú diagram: A szénhidrogéniparban dolgozók szakterületi eloszlása 151
22. számú diagram: A szénhidrogénipari szakma, beosztás megnevezése 152
23. számú diagram: A szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalata 152
24. számú diagram: A biztonsági szempontból legfontosabbak kiválasztása 153
25. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás kontrolljához szükséges informatikai eszközök fejlesztése 154
26. számú diagram: A HTP-k felkészítése a szénhidrogénipari káresemények kezelésére 156
27. számú diagram: A hatóság által használt elemző- és szimulációs programok jósága 157
28. számú diagram: A Belső Védelmi Terv gyakorlatok előfordulásának jósága 158
29. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás kareseteit összefoglaló adatbázis használhatósága 158
30. számú diagram: A szénhidrogénipar kareseteit vizsgálók mérnöki végzettségének szükségessége 159
31. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás fejleszthető területei 160
32. számú diagram: A döntéstámogató rendszer elérhetőségének vizsgálata 162
33. számú diagram: A koronavírus hatása a szénhidrogénipar szakterületeire 162
34. számú diagram: A koronavírus hatásai a szénhidrogén-feldolgozókra 163
35. számú diagram: A kérdőívet kitöltők aránya 164
36. számú diagram: A szakmai terület megnevezése 165
37. számú diagram: A szakterületek munkatársainak szakmai tapasztalata 165
38. számú diagram: A biztonsági szempontból legfontosabb kiválasztása 166
39. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozáshoz szükséges informatikai eszközök fejlesztése 166
40. számú diagram: A szénhidrogén-feldolgozás kontrolljához szükséges informatikai eszközök jósága 167
41. számú diagram: Segítené a munkáját a szénhidrogén-feldolgozás kareseteit és okait leíró GIS rendszer? 168
42. számú diagram: A szénhidrogénipari tevékenységet és káresetet vizsgálóknál előny-e a mérnöki tudás? 169
43. számú diagram: A fejlesztendő területek megnevezése a káresetek megelőzése, csökkentése érdekében 169
44. számú diagram: A döntéstámogató rendszerek rendelkezésre állása 172
45. számú diagram: A koronavírus-járvány hatása a munkahelyére 172
46. számú diagram: A koronavírus-járvány hatása a szénhidrogén-feldolgozó iparra 173

Képek:

1. számú kép: A T-1006 jelű tartály robbanást követő felhasadása 31
2. számú kép: A T-1110 jelű tartály túltöltése és tüze....36
3. számú kép: A nyers webes felület előnézete a beolvasást követően, a kategóriák és ábrák definiálása előtt 87
4. számú kép: A kész interaktív térképfelület, a gázincidens (gázkitörés és robbanás) réteg megjelenítése 88
5. számú kép: A honlap funkciói, a jelmagyarázat, a rétegkezelés és a keresés mező....89
6. számú kép: Szénhidrogénkutak Zala megyében....98
7. számú kép: Tiger tűzvizsgáló készlet 8. számú kép: Red Hawk hőszkenner, 955L modell....115
9. számú kép: Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet....116
10. számú kép: 3D tűzzóna rajzprogram 117
11. számú kép: Egyszintes lakóház tűzesetének modellezése....117
12. számú kép: A Fire & Risk Alliance által bemutatott tartálytűz hősugárzás-modellezése....118
13. számú kép: A TreisTek 3D által készített szénhidrogénüzem modellje....125
14. számú kép: A Vuzix által fejlesztett Next Generation Smart Glass 129
15. számú kép: SenseGlove Nova tapintásérzékelővel 130
16. számú kép: A Cosumnesi Tűzoltóság újoncainak képzési programja VR-eszközök segítségével....131

Táblázatok:

1. számú táblázat: A szénhidrogén-káresetek adatbázisa az MS Excel táblázatban....81
2. számú táblázat: A szénhidrogén káresetek adatbázisból a tartályrobbanások, tűzesetek lekérdezése 82
3. számú táblázat: A szénhidrogén káresetek adatbázisának részlete, átalakítva az ArcMap alkalmazásba beolvasáshoz (a fejlécben magyar ékezetes karakterek nélkül).86
4. számú táblázat: A tűzvizsgáló mérnökképzés javasolt tematikája, kiemelt gyakorlati képzéssel....113
5. számú táblázat: A tűzkeletkezés mátrixa....122
6. számú táblázat: A T-1110 számú tartály tűzkeletkezés-táblázata 124
7. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása I. rész....203
8. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása II. rész 204
9. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása III. rész....205
10. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása IV. rész....206

3. számú melléklet: Az értekezés kohéziós kimutatása

Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Hipotézis	Eredmények
I.			
A szénhidrogén-feldolgozás a nyersanyagok és az alkalmazott technológiai módszerek alapján tűzveszélyes tevékenység, amelynek során robbanások, tűzesetek fordultak elő. Az összetett katasztrófavédelmi szakterületek bevonásával szükséges a keletkezési okokat még pontosabban meghatározni. Bizonyítani kell, hogy a felkészülés és a megelőzés a jövő hatékony kárelhárító eszköze lehet.	Megvizsgálom a szakterületet szabályozó hazai és nemzetközi jogszabályi környezetet. Áttekintem a magyar és nemzetközi kutatók publikációit, vizsgálom a nemzetközi eredményes tapasztalatok hazai rendszerbe történő átültetésének lehetőségét. Feltárom a szénhidrogén-feldolgozás során előforduló robbanások és tűzesetek okát, vizsgálom a megelőzésük lehetőségeit, ismertetem a létrejöttüket meggátoló eljárást.	Feltételezésem szerint a szénhidrogénipar és -feldolgozás tevékenységek biztonságosabbá tehetők a folyamatok során keletkezett tűzesetek okainak tudományos igazolásával. A piroforos jelenségek kialakulásának megakadályozása a tűz-tetraéder valamelyik elemének elvételével megelőzhető, a felizzáshoz vezető fúzió kizárható.	Igazoltam a vizsgált szénhidrogén-feldolgozás során a piroforos jelenségek veszélyeit, a keletkező robbanások és tűzesetek ok-okozati összefüggéseit. A legjellemzőbb tűzkeletkezési okok közül kiemeltem és levezettem a bitumenfeldolgozás során előforduló piroforos jelenségek kialakulását és megelőzésének lehetséges módozatait.

7. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása I. rész
Készítette: a szerző

Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Hipotézis	Eredmények
II.			
A katasztrófavédelem szakterületeinek ismeretanyagát és a munkatársakban rejlő képességet a naprakészség fenntartásához folyamatosan bővíteni szükséges. A szénhidrogénipar és -feldolgozás területével kapcsolatos ismeretek szélesítésére a korábbi káreseteket célszerű feldolgozni és adatbázisba rendezni, a további eredményesség és hatékonyság érdekében grafikusan megjeleníteni.	Gyűjtöm a szénhidrogén-feldolgozás káreseteivel kapcsolatos adatokat, majd a felállított szabályrendszernek megfelelően feldolgozom, elemzem. Vizsgálom a szénhidrogén-feldolgozás összetett és sokrétű tűzvédelmi, iparbiztonsági-, és polgári védelmi irányelveit. Létrehozom a döntéstámogatás lehetőségeként az Online Műveleti Térképhez kapcsolódó – kistérség, a szűkebb és tágabb hazai régió, később a külföldi szénhidrogén-feldolgozás káreseteit összegyűjtő – adatbázist, bizonyítom használhatóságát, szükségességét.	Vélelmezem, hogy a szénhidrogénipar és -feldolgozás káresetek adatbázisba rendezésüket követően hatékonyabbá tehetik a katasztrófavédelem megelőzési és operatív beavatkozási tevékenységét. Az egyes események térinformatikai rendszerben történő megjelenítésével a szakterületek döntéstámogatása javítható, és biztonsági fejlesztések kezdeményezhetők.	Megalkottam a szénhidrogénipar káreseteinek online magyarországi adatbázisát, amelyet a katasztrófavédelem térinformatikai felületén jelenítettem meg a döntéstámogatás elősegítése érdekében. Az adatbázis a káresetek teljes bemutatásával az egyéni fejlesztés eszközévé válhat. A szakterületek igényeinek megfelelően katasztrófa-típusonként további új adatbázisok létrehozásával megjeleníthetők az ipari balesetek, a természeti katasztrófák és a vizek kártételei. Az ipari, szénhidrogénipari létesítmények legnagyobb üzembiztonságának eléréséhez szükséges lépések szemléltetésére elkészítettem a szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságosabbá tételének kör-nyíl folyamatábráját.

8. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása II. rész
Készítette: a szerző

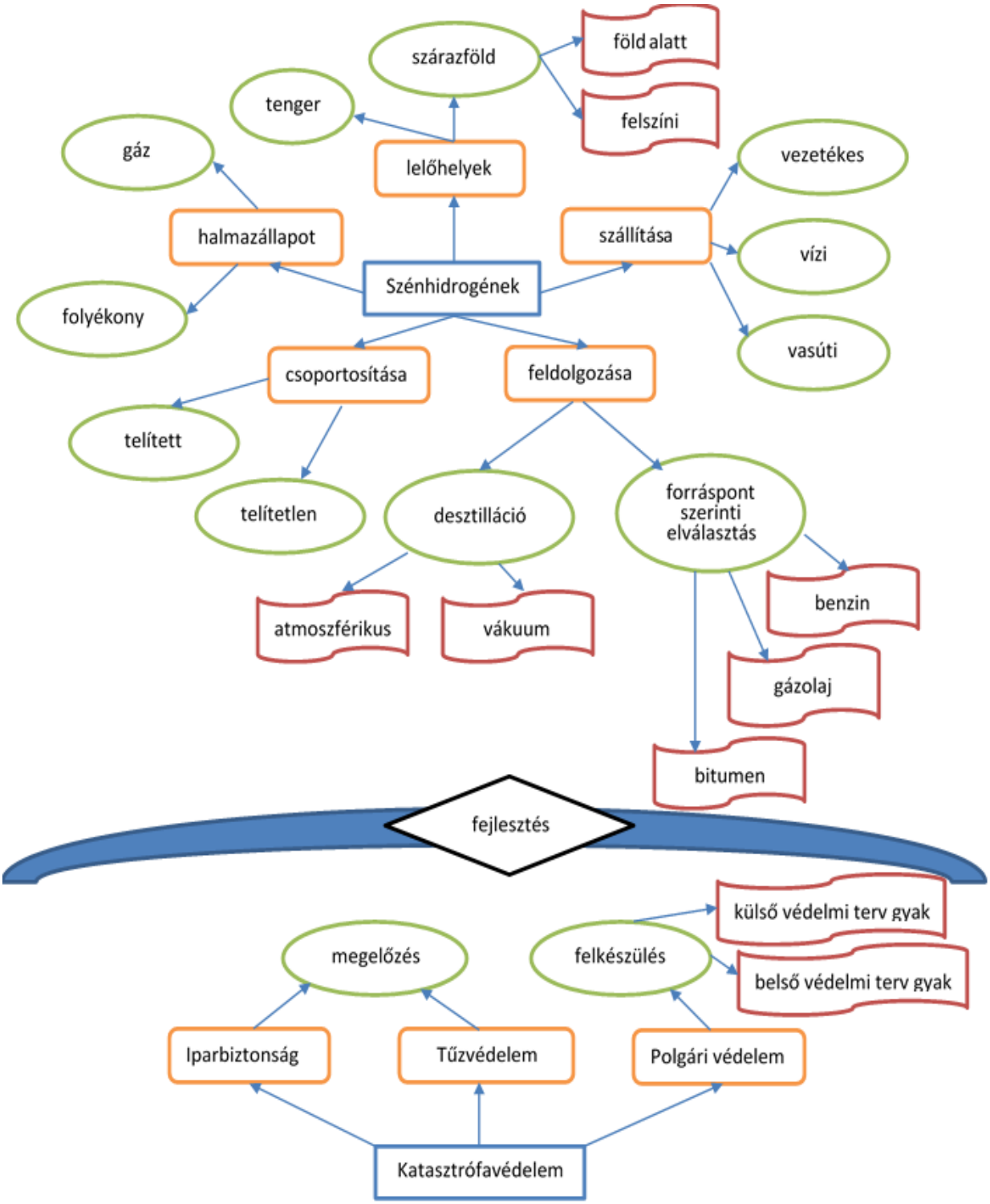
Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Hipotézis	Eredmények
III.			
A katasztrófavédelem tűzvizsgálati eljárása, kiemelten a szénhidrogéniparral és -feldolgozással kapcsolatos feladatok tovább fejleszthetők, kiegészíthetők. A párhuzamosan folyó iparbiztonsági káreseti helyszíni szemlék hatékonysága növelhető, az információtechnológiai vívmányok rövid időn belül a szénhidrogénipar és -feldolgozás részéve válhatnak, szükséges ezek naprakész ismerete, alkalmazhatósága a tűzvizsgálat és iparbiztonsági káreseti szemlék során.	Kimutatom a katasztrófavédelem tűzvizsgálati rendszerének fejleszthetőségi lehetőségeit, ezzel kapcsolatban felmérem a KMSZ tűzvizsgálóinak szakmai és tűzvizsgáló eszközökkel kapcsolatos kompetenciáit. Tanulmányozom az iparbiztonsági káreseti helyszíni szemléknek a tűzvizsgálati helyszíni szemlével közös alapjait, a tűzvizsgálói szemlebizottság kiegészítésének lehetőségét egy iparbiztonsági szakemberrel az ipari, szénhidrogénipari káresetek esetén.	Feltételezem, hogy a szénhidrogénipari tűzesetek vizsgálatának fejlesztése magával hozhatja és jelentősen befolyásolhatja a tűzvizsgálatokat, valamint a hozzájuk kapcsolódó, illetve velük párhuzamosan végrehajtott iparbiztonsági káreseti helyszíni szemléket.	Előkészítettem a szénhidrogénipari tűzvizsgálatok módszertani, eszköz- és informatikai fejlesztését, valamint a tűzvizsgáló mérnökképzés koncepcióját. A tűzvizsgálati és iparbiztonsági helyszíni szemlék e-szemle alkalmazáshoz kapcsolásával jelentős teljesítménynövekedés érhető el, fontos az offline használat lehetőségének megvalósítása is. A tűzkeletkezési okok felderítésének hatásfoknövelése érdekében alkalmaztam a Tűztáblázatot, illetve megállapítottam, hogy az e-szemle alkalmazásba integrálásával minőségi és mennyiségi javulás várható. A tűzvizsgálati eredmények online megosztása a tapasztalatok bemutatásán felül a gyújtogatássorozatok és a hibás, tüzet okozó termékek kiszűrésére is alkalmazhatók.

9. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása III. rész
Készítette: a szerző

Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Hipotézis	Eredmények
IV.			
A szénhidrogénipar és -feldolgozás berendezéseinek létesítése során a katasztrófavédelem erőforrásainak jobb elosztása és a társhatóság munkájának hatékonysága növelhető. A létesítendő berendezés üzembiztonságának növelése szükséges a káresetek csökkentéséhez. A szakemberek motiváltsága fokozhatja a hibák elkerülésének hatékonyságát.	Elemzem online kérdőíves felméréssel a katasztrófavédelem szakterületeinek, valamint a szénhidrogéniparban dolgozók, továbbá a társhatóság munkatársainak a szénhidrogénipar káreseteinek megelőzésével kapcsolatos gondolatait. Megvizsgálom a szénhidrogén-feldolgozás tevékenység biztonsági irányítási rendszer és a katasztrófavédelmi rendszerek online összekapcsolásának alapjait a lehetséges biztonsági kockázatok, adatvédelmi elvek mentén. Kutatom a Covid-19-vírus mindhárom hullámának hatásait a szénhidrogénipar és -feldolgozás biztonságára, különösen a humánerőforrás kiesésére, valamint az ellenőrzések számának csökkenése hatását a katasztrófavédelem rendszerére.	Felvetésem alapján a katasztrófavédelem és a társhatóságok, valamint a szénhidrogénipari és -feldolgozó üzemek balesetmentes működéséhez szükséges, hogy megfelelő informatikai eszközökkel, programokkal, technológiai leírásokkal rendelkezzenek. Az informatikai rendszereik összekapcsolása és új fejlettebb alkalmazások használata csökkentheti az emberi hibákból eredő káresetek előfordulásának lehetőségét.	A kérdőíves felmérés kiértékelésével bizonyítottam a BIR és az IoT-eszközök ipari alkalmazásának szükségességét, fejlesztési igényeit. Alátámasztottam az ipari, szénhidrogénipari események és az emberi hibáktól, döntésektől mentes vezérlési rendszer, valamint a hibaelkerülési rendszerrel megtervezett és vezérelt folyamatok kialakításának, működtetésének, összekapcsolásának előnyeit. Rámutattam a szénhidrogénipari szakembergárda kiöregedésének és Covid-vírus hullámainak veszélyeire.

10. számú táblázat: Az értekezés kohéziós kimutatása IV. rész
Készítette: a szerző

4. számú melléklet: Fogalomtérkép



5. számú melléklet: Az üres Tűztáblázat

			Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás								
Elsődleges éghető, tüzet fokozó, terjesztő anyagok		1.		1.		1.		1.		1.	
		2.		2.		2.		2.		2.	
		3.		3.		3.		3.		3.	
		4.		4.		4.		4.		4.	
		1.		1.		1.		1.		1.	
		2.		2.		2.		2.		2.	
		3.		3.		3.		3.		3.	
		4.		4.		4.		4.		4.	
		1.		1.		1.		1.		1.	
		2.		2.		2.		2.		2.	
		3.		3.		3.		3.		3.	
		4.		4.		4.		4.		4.	
		1.		1.		1.		1.		1.	
		2.		2.		2.		2.		2.	
		3.		3.		3.		3.		3.	
		4.		4.		4.		4.		4.	
		1.		1.		1.		1.		1.	
		2.		2.		2.		2.		2.	
		3.		3.		3.		3.		3.	
		4.		4.		4.		4.		4.	

1. Megfelelő gyújtóforrás I / N?
2. Az éghető anyagok közelében keletkező gyulladás I / N?
3. Bizonyíték a gyulladásra I / N?
4. A gyulladás előtt meglévő tűzterjedés lehetősége I / N?

Színleírás

Piros = lehetséges és valószínű
Kék = nem lehetséges
Sárga = lehetséges, de kizárt

Jelölések

T = lángcsóva vagy kiteljesedett tűz
V = volt szemtanú
L = nyílt láng
N = nincs áram

Jegyzetek

a.
b.
c.
d.

6. számú melléklet: A KMSZ elektronikus kérdőíve

Kérdőív

a KMSZ tűzvizsgálattal kapcsolatos képességeiről

Megye: Zala

1. **KMSZ-gépjármű típusa:** Skoda Yeti 4x4
2. **Mobil számítógép:** HP 250G 8MG61ES i5-8265U
3. **Nyomtató:** Canon PIXMA TR150
4. **KMSZ tűzvizsgálati egységcsomag:**

Szerszámosláda
Iránytű
Tolómérő mélységmérővel
LED-es kézi lámpa (USB-töltős)
Mérőszalag
Csavarhúzókészlet, univerzális
Kalapács
Laposvágó
Favéső
Spakli 2 db
Fémkés kitolható, törhető pengével fémházas
Tartalék pengekészlet a fémkéshez
Zsebkés
Kombinált fogó
Olló általános
Műszerész csipesz
Csípőfogó
Kézi nagyító
Nemzeti színű zsinór (gombolyag)
Mintavételező lapát
Egészségügyi gumikesztyű
Eldobható cipőhuzat
Porálarc (szag, por ellen, kilélegző szeleppel)
Munkavédelmi kesztyű 2db
Gumikesztyű
Irattartó tasak A4
Felírótábla A4
0-9-ig számtáblák és nyilak
Havária tapasz
Simítózáras tasak 3 db
Papírzsák (nátronzsák)
Öntapadós etikett
WaterJel/BurnJel zselé
Szemmosó palack

5. **Mintavételhez szükséges eszközök:** rendelkezésre áll
6. **KMSZ összlétszám:** 9
7. **Szolgálati létszám:** 2
8. **Tűzvizsgáló tanfolyamot végzett/fő:** 9
9. **Tűzvizsgálók gyakorlati idő/év:** 10; 4; 2; 3; 9; 4; 6; 2; 2

10. Kiegészítő tanfolyam/fő, **ORFK Dunakeszi fényképes szaktanf.:** 7

Miskolc Rend. Gimn. kriminalisztikai tanf: 3

11. ILEA tanfolyamot végzett/fő: 0

12. NFPA tanfolyamot végzett/fő: 0

13. Egyéb tanfolyamot végzett/fő: 0

14. Hatósági/tűzmegelőzési tapasztalattal rendelkezik/fő: 0

15. Mérnök/tűzvédelmi mérnök végzettséggel rendelkezik/fő: 1

16. Szénhidrogén-termelés/-feldolgozás a működési/illetékességi területen: igen

17. Szénhidrogéntüzek felszámolásában részt vett/fő: 5

18. Az átélt szénhidrogéntűzesetekkel/megelőzésükkel/tűzvizsgálatukkal kapcsolatos tapasztalat, észrevétel, vélemény, fejleszthetőség: -

Tűz oltása tapasztalatok: ragacsos, forró anyag. Magas, közel 200 ^{o}C -os tartály érintése veszélyes, védőruházat korlátozottan használható. Az anyaggal érintkező védőruházat (védőcsizma, védőruházat, kesztyű) az anyaggal történő érintkezés után használhatatlan, cserére szorul. A tartály hűtéséhez a tartályszigetelés „csirkeháló” megbontása lassú, nehézkes folyamat, a forró tartály és az anyag további kifolyása közvetlen balesetveszélyt jelent a beavatkozókra nézve. Az oltás előrehaladtával az oltóvíz tartályszigetelésből kipárolgása megtévesztő (nem lehet megállapítani, hogy gőz-, vagy füst áramlik-e ki a tartályból.)

Tűzvizsgálat: a lejátszódott folyamat nehezen rekonstruálható, igazából csak következtetni lehet. A szénhidrogének zárt térben történő bomlására, kipárolgására, égésére laboratóriumi vizsgálatot nem végeznek, ezért a tűzvizsgálat eredménye nem lehet megállapított, csak ismeretlen (vagy vélelmezett). Speciális szakterület, speciális ismereteket igényel.

19. A tűzvizsgálattal kapcsolatban milyen eszközökre, tanfolyamokra, fejlesztésekre lenne szükség:

- Megfelelő asztali PC-rendszer
- Szakterülethez (tűzvizsgálathoz, nyomozáshoz) kapcsolódó jogszabályismeret-bővítés, -frissítés)
- Iktatórendszer-felhasználói konzultáció
- Tűzvizsgáló szolgálat 24/48 (aki csak ezt csinálja)

7. számú melléklet: Az online kutatás magyar nyelvű űrlapja 1.

A szénhidrogén-feldolgozás káresetek megelőzésének fejlesztése hatósági szemmel

Az űrlap a katasztrófavédelem és a társhatóságok részére készült.

A kérdőív kitöltése névtelenül zajlik. Az adatok kizárólag kérdésenként összesítve kerülnek elemzésre úgy, hogy az egyéni információk sehol sem azonosíthatók.

Kérem, lehetőség szerint minden kérdésre válaszoljon, amelyre esetleg nem tud, hagyja ki, az űrlap ettől lezárható. Az űrlap kitöltése után kérem, kattintson a „Küldés" gombra.

Üdvözlettel, Tóth András doktorandusz

1. **Melyik területen dolgozik?**
   - ◉ Katasztrófavédelem
   - ○ Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság
   - ○ Egyéb: [ ]
2. **A terület megnevezése:**
   [ ]
3. **Szakmai tapasztalat**
   [ ]
4. **Az alábbi felsorolásból kérem jelölje meg véleménye szerint a legfontosabbakat.**
   - ☐ A HAMAR-rendszer elindítása, a hozzá kapcsolható különálló alkalmazások integrálása
   - ☐ A HAMAR-rendszerhez a szénhidrogén-feldolgozók biztonsági irányítási rendszerének lekérdezés szintű hozzákapcsolása
   - ☐ A HAMAR-rendszerhez valamennyi szakterület integrálása az egységes kezelés és lekérdezés érdekében
   - ☐ A HAMAR-rendszerből egy adott üzem esetében egységes aktuális információk kinyerése, mint az alkalmazottak száma, életkora, tapasztalata
   - ☐ Nem katasztrófavédelmi dolgozó vagyok, nem ismerem a felsorolt rendszereket
   - ☐ Nem tartom jó ötletnek, hogy az üzem belső életébe, rendszerébe a hatóság belelásson
5. **A szakterületén megfelelőnek tartja-e a rendszeresített informatikai eszközöket a szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához? Programok használhatósága, monitor mérete, számítógép sebessége, internet gyorsasága?**
   - ○ igen
   - ○ nem
   - ○ Egyéb: [ ]

6. **A tapasztalata alapján a szénhidrogénipari üzemekben alkalmazott technológiai utasítások használhatósága, jósága, felülvizsgálat lehetősége, felülvizsgálat gyakorisága megfelelő, az utasítás minden esetben biztonságos?**

7. **Hatóságként segítené-e a munkáját és a káresetek megelőzését egy a szénhidrogén-feldolgozás magyarországi kareseteit összefoglaló és az okokat leíró online adatbázis?**

	1	2	3	4	5	
nem	○	○	○	○	○	igen

8. **Mennyire tartja fontosnak, hogy az adott szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző, a káresetet vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs rendelkezzen mérnöki tudással vagy vegyész, gépész, esetleg olajipari végzettséggel a folyamatok jobb megértése érdekében?**

	1	2	3	4	5	
nem fontos	○	○	○	○	○	nagyon fontos

9. **A hatósági ellenőrzések tapasztalata és a hatályos jogszabályok ismeretének tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő szénhidrogénipari területeket emelne ki a káresetek csökkentése, megelőzése érdekében?**

   - ○ ☐ Szénhidrogén-bányászat
   - ○ ☐ Szénhidrogén-termelés
   - ○ ☐ Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.
   - ○ ☐ Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló
   - ○ ☐ Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás
   - ○ ☐ Szénhidrogén-feldolgozás
   - ○ ☐ Egyéb:

10. **Kérem, fejtse ki pár mondatban a kiválasztott területtel kapcsolatos fejleszthetőség lényegét.***

11. **A hatályos jogszabályok és belső szabályozók alapján milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a szénhidrogénipari káresetek csökkentése, megelőzése érdekében a katasztrófavédelem szakterületein belül.**

   - ○ ☐ Hatósági szakterület
   - ○ ☐ Iparbiztonság szakterület
   - ○ ☐ Polgári védelmi szakterület
   - ○ ☐ Tűzoltási szakterület
   - ○ ☐ Egyéb:

12. **Az ellenőrzések tapasztalata és a hatályos jogszabályok, valamint a belső szabályozók tükrében milyen fejleszthető, fejlesztendő területet emelne ki a szénhidrogénipari káresetek csökkentése, megelőzése érdekében a szénhidrogén-feldolgozás szakterületein belül: bányászat, termelés, szállítás, raktározás, feldolgozás, EBK stb. Kérem, pár mondatban fejtse ki.**

13. **Szakterületi kérdésekben a munkája során rendelkezésre áll-e döntéstámogató rendszer, vagy megfelelő képzettségű munkatárs, felettes, szakirányító?**

    - ○ igen
    - ○ nem
    - ○ Egyéb:

14. **Véleménye szerint milyen hatással van a koronavírus-járvány saját munkahelyére, szakterületére?**

    - ○ Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább
    - ○ Változást tapasztaltam
    - ○ A munkahelyem teszteli a dolgozóit
    - ○ A munkahelyem nem biztosítja a vírusvédelemhez szükséges felszerelést
    - ○ Egyéb:

15. **Véleménye szerint a koronavírus-járványnak milyen következményei lehetnek a szénhidrogén-feldolgozó iparra?**

    - ○ Nem lesz súlyos következménye
    - ○ Közepes változások lesznek
    - ○ Súlyos következményekkel jár
    - ○ Nagyon súlyos következménye lesz
    - ○ Egyéb:

8. számú melléklet: Az online kutatás magyar nyelvű űrlapja 2.

A szénhidrogén-feldolgozás káresetek megelőzésének fejlesztése üzemeltetői szemmel

A kérdőív kitöltése névtelenül zajlik. Az adatok kizárólag összesítve kerülnek elemzésre úgy, hogy az egyéni információk sehol sem azonosíthatók.

Kérem, lehetőség szerint minden kérdésre válaszoljon, amire esetleg nem tud hagyja ki, az űrlap ettől még lezárható.

Az űrlap kitöltése után kérem, kattintson a „Küldés" gombra

Készítette: Tóth András doktorandusz

1. **A szénhidrogénipar melyik területén dolgozik?**
   - ☐ Szénhidrogén-bányászat
   - ☐ Szénhidrogén-termelés
   - ☐ Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.
   - ☐ Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló
   - ☐ Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás
   - ☐ Szénhidrogén-feldolgozás
   - ☐ Egyéb: [ ]
2. **A szakma megnevezése:**

   [ ]
3. **Szakmai tapasztalat**

   [ ]
4. **Az alábbi felsorolásból kérem, jelölje meg véleménye szerint a biztonság szempontjából legfontosabbakat.**
   - ☐ A katasztrófavédelem műveletirányítási rendszeréhez kapcsolódni
   - ☐ A biztonsági irányítási rendszer és a Katasztrófavédelem hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszerek kapcsolata
   - ☐ Nem tartom jó ötletnek a rendszereket összekapcsolni, mert így az üzem belső életébe, rendszerébe a hatóság beleláthat
   - ☐ Egyéb: [ ]

5. **A felsorolásból jelölje meg a fejlesztésre szoruló informatikai eszközöket, amelyek szükségesek a szénhidrogén-feldolgozás kontroll alatt tartásához!**

- ☐ A munkaterülethez szükséges programok, alkalmazások használhatósága
- ☐ Monitorok mérete
- ☐ Számítógépek sebessége
- ☐ Internet gyorsasága
- ☐ Csoportmunkaprogramok megléte, alkalmazása
- ☐ Informatikai szervizháttér
- ☐ Informatikai biztonság
- ☐ Mobiltelefonok, mobilinternet sebessége, biztonsága
- ☐ Egyéb: _____

6. **Az ön szakterületéhez kapcsolódó technológiai utasítások használhatósága, jósága, felülvizsgálat lehetősége, gyakorisága, kérem, röviden fejtse ki.**

_____

7. **Mennyire tartja fontosnak a hivatásos tűzoltóság felkészítését a szénhidrogénipari káresemények kezelésére?**

	1	2	3	4	5	
nem tartom fontosnak	○	○	○	○	○	nagyon fontosnak tartom

8. **Mi a véleménye a hatóság által az eseménysorok lefolyására használt elemző-, szimulációs programokról?**

- ○ Fejlett, megfelel az elvárásoknak
- ○ Régi, de használható
- ○ Elavult, régi
- ○ Egyéb: _____

9. **A létesítményét tekintve, a belső védelmi terv (BVT) gyakorlatok gyakoriságával meg van elégedve?**

- ○ Igen
- ○ Nem
- ○ Talán
- ○ Gyakoribbá tenném
- ○ Egyéb: _____

10. **Segítené-e a munkáját, a balesetek, káresetek megelőzését egy, a szénhidrogén-feldolgozás magyarországi kareseteit összefoglaló és az okokat leíró adatbázis?**

	1	2	3	4	5	
nem	○	○	○	○	○	igen

11. **Mennyire tartja fontosnak, hogy az adott szénhidrogénipari tevékenységet ellenőrző, a káresetet vizsgáló katasztrófavédelmi munkatárs rendelkezzen alap mérnöki tudással, jobb esetben vegyész, gépész, olajipari mérnök végzettséggel a folyamatok jobb megértése érdekében?**

	1	2	3	4	5	
nem fontos	○	○	○	○	○	nagyon fontos

12. **A hatályos jogszabályok és belső szabályozók ismeretének tükrében a szénhidrogén-feldolgozás melyik fejleszthető, fejlesztendő területet emelné ki a káresetek csökkentése, megelőzése érdekében?**

- ○ ☐ Szénhidrogén-bányászat
- ○ ☐ Szénhidrogén-termelés
- ○ ☐ Szénhidrogén-szállítás: csővezetékes, tartálykocsi, uszály, tartályhajó stb.
- ○ ☐ Szénhidrogén-tárolás, föld alatti gáztároló, föld feletti gáztároló
- ○ ☐ Szénhidrogén-tárolás, állóhengeres kőolaj-, benzin-, bitumentárolás
- ○ ☐ Szénhidrogén-feldolgozás
- ○ ☐ Egyéb: _____

13. **Kérem, fejtse ki pár mondatban a kiválasztott területtel kapcsolatos fejleszthetőség lényegét.**

14. **Szakterületi kérdésekben a munkája során rendelkezésre áll-e döntéstámogató rendszer?**

- ○ ○ igen
- ○ ○ nem
- ○ ○ Egyéb: _____

15. **Véleménye szerint milyen hatással van a koronavírus-járvány saját munkahelyére, szakterületére?**

- ○ ☐ Nincs hatással, a munka a megszokott mederben folyik tovább
- ○ ☐ Változást tapasztaltam
- ○ ☐ A munkahelyem teszteli a dolgozókat
- ○ ☐ A munkahelyem nem biztosítja a vírusvédelemhez szükséges felszerelést
- ○ ☐ Egyéb: _____

16. **Mi a véleménye, a koronavírus járványnak milyen súlyos következményei lehetnek a szénhidrogén-feldolgozó iparra?**

- ○ ☐ Nem lesz súlyos következménye
- ○ ☐ Közepes változások lesznek
- ○ ☐ Súlyos következményekkel jár
- ○ ☐ Nagyon súlyos következménye lesz
- ○ ☐ Egyéb: _____

9. számú melléklet: Az online kutatás angol nyelvű űrlapja

Improving the prevention of hydrocarbon related accidents

I wrote a survey for the members of fire service, disaster management and partner authorities, and also for the operators.

The respondents will remain anonymous, the survey is carried out according to the data protection guidelines.

Please answer all the questions to help my research and work.

If possible, please answer any questions you may not be able to miss, the form can be closed from here.

After completing the form, please click the "Küldés" also known as "Submit" button.

Regards, András Tóth doctoral candidate

1. **Which field do you work in?**
   - ○ 1. Fire service, disaster management
   - ○ 2. Operator of hydrocarbon plant
   - ○ 3. Representative of partner authorities
   - ○ 4. Other
   - ○ Other: [ ]
2. **Name of the field:**

   [ ]
3. **Professional experience**

   [ ]
4. **Which of the listed below is the most important for safety according to you?**
   - ○ Being connected with the disaster management's operation control system.
   - ○ The relationship between the Safety Operating System and the disaster management's official case and document handling system.
   - ○ I don't think it's a good idea to connect systems because in this way the authorities can see into the internal life and system of the plant.
   - ○ Other: [ ]

5. **From the list mark the IT systems that need to be improved in order to keep hydrocarbon processing under control.**
   - ○ The utility of programs and applications
   - ○ Size of monitors
   - ○ Computer speed
   - ○ Internet speed
   - ○ Accessibility and utility of programs needed for team work
   - ○ IT service
   - ○ IT protection
   - ○ Speed and safety of phones, cellular data
   - ○ Other: _____

6. **Do you think that the systemized IT devices are suitable keeping hydrocarbon processing under control? Utility of programs, size of monitors, computer speed, internet speed**
   - ○ Yes
   - ○ No
   - ○ Other

7. **The utility of technological instructions, their quality, frequency, and possibility of their supervision**

   _____

8. **If there was a database and GIS system that summarises hydrocarbon processing related accidents and writes down their causes, would it help your job?**

	1	2	3	4	5	
no	○	○	○	○	○	yes

9. **How important do you think it is for the disaster management worker that supervises hydrocarbon industry activities, and investigates accidents to have at least basic engineering knowledge, or in a better case mechanical engineer, or chemical engineer, oil and natural gas engineer, or engineer degree to better understand the processes?**

	1	2	3	4	5	
not important	○	○	○	○	○	very important

10. **Knowing the applicable laws, which area is improvable, and should be improved in order to reduce and prevent accidents.**
    - ○ ☐ Hydrocarbon mining
    - ○ ☐ Hydrocarbon production
    - ○ ☐ Hydrocarbon transport: pipeline, tank truck, barge, tank ship, ect.
    - ○ ☐ Hydrocarbon storage: underground gas storage, aboveground gas storage
    - ○ ☐ Hydrocarbon storage: petroleum, petrol, and bitumen storage in upright barrels
    - ○ ☐ Hydrocarbon processing
    - ○ ☐ Other

11. **Please explicate the essence of improvability in the chosen area in a few**

12. **According to the applicable laws and internal regulations which area of disaster management specialization is improvable, and should be improved in order to reduce and prevent accidents?**

13. **According to the applicable laws and internal regulations which area of hydrocarbon processing specialization is improvable, and should be improved in order to reduce and prevent accidents: mining, production, transport, processing**

14. **Do you have a decision-making support system to help you in questions related to your specific work area?**

    - ○ yes
    - ○ no

15. **According to you how does the coronavirus pandemic effects your workplace, area of specialization?**

    - ○ It has no effect, the work goes on as usual
    - ○ I experienced changes
    - ○ My workplace tests employees
    - ○ My workplace doesn't provide virus defence equipment

16. **According to you how can coronavirus have serious effects on the hydrocarbon processing industry?**

    - ○ It won't have serious effects
    - ○ We will experience remote changes
    - ○ It will have serious consequences
    - ○ It will have very serious consequences

10. számú melléklet: Az online kutatás szlovák nyelvű űrlapja

Zlepšenie prevencie nehôd pri spracovaní uhľovodíkov

Ako doktorand na Národnej univerzity štátnej služby, Fakulta vojenských vied a vojenského výcviku, Doktorská škola vojenského inžinierstva (National University of Public Service, Faculty of Military Science and Officer Training, Doctoral School of Military Engineering) skúmam vývoj prevencie poškodenia pri spracovaní uhľovodíkov.

Vypracoval som dotazník pre hasičov, pre havarijný manažment aj prepríslušné orgány, ako aj pre operátorov/prevádzkárov. Vyplnenie dotazníka trvá len niekoľko minút.

Dotazník sa vypĺňa anonymne v súlade s pravidlami ochrany osobných údajov. Údaje sa analyzujú iba podľa jednotlivých otázok, takže nie je možné identifikovať jednotlivé informácie.

Prosím Vás, aby ste odpovedali na všetky otázky, pomôžte mi s mojím výskumom a prácou. Prístup k formuláru je možný súčasným stlačením ľavého tlačidla myši alebo CTRL+ ľavého tlačidla myši.

S pozdravom András Tóth

1. V ktorej oblasti pracujete? *

- ○ Hasičský a záchranný zbor, zvládanie katastrof
- ○ Závod na uhľovodíky, prevádzkovateľ
- ○ Zástupca iného orgánu, partnerského orgánu
- ○ Other: [ ]

2. Názov oblasti: *

[ ]

3. Profesionálne skúsenosti: *

[ ]

4. Z nižšie uvedeného zoznamu označte tie, ktoré podľa Vášho názoru sú najdôležitejšie pre Vašu bezpečnosť.

- ○ ☐ Pripojenie k systému riadenia operácií nehôd
- ○ ☐ Vzťah medzi systémom riadenia bezpečnosti a systémami riadenia prípadov a dokumentácie orgánu pre správu katastrof/ nehôd
- ○ ☐ Nepovažujem za dobrý nápad pripájať systémy, pretože tak môže orgán nahliadnuť do vnútorného života a systému elektrárne.
- ○ ☐ Other: [ ]

5. Zo zoznamu označte nástroje IT, ktoré je potrebné vyvinúť, aby bolo spracovanie uhľovodíkov pod kontrolou?

- ○ Použiteľnosť programov a aplikácií požadovaných pre pracovnú oblasť
- ○ Veľkosť monitora
- ○ Rýchlosť počítača
- ○ Rýchlosť internetu
- ○ Existencia a uplatňovanie skupinových pracovných programov
- ○ Pozadie IT služieb
- ○ IT bezpečnosť
- ○ Mobilné telefóny, rýchlosť mobilného internetu, bezpečnosť
- ○ Other:

6. Považujete systematické IT nástroje za dostatočné na to, aby ste spracovanie uhľovodíkov bola pod kontrolou? Použiteľnosť programov, veľkosť monitora, rýchlosť počítača, rýchlosť internetu.

- ○ Áno
- ○ Nie
- ○ Other:

7. Použiteľnosť, dobrota, možnosť revízie a frekvencia technologických pokynov.

8. Pomohla by Vašu prácu a predchádzanie škodám databáza a GIS systém, ktorý sumarizuje škody spôsobené spracovaním uhľovodíkov a popisuje ich príčiny?

	1	2	3	4	5	
Nie	○	○	○	○	○	Áno

9. Dôležité je podľa Vás to, aby pracovník pre riadenie katastrof, ktorý kontroluje konkrétny uhľovodíkový priemysel, mal základné technické znalosti (chemický inžinier, strojný inžinier, ropný inžinier), aby lepšie porozumel týmto procesom.

	1	2	3	4	5	
nie je dôležité	○	○	○	○	○	veľmi dôležité

10. Aké oblasti by sa dali vzhľadom na súčasnú legislatívu rozvinúť s cieľom obmedziť a zabrániť škodám?

- ☐ Ťažba uhľovodíkov
- ☐ Výroba uhľovodíkov
- ☐ Preprava uhľovodíkov: potrubie, tanker, čln, tanker atď.
- ☐ Zásobník uhľovodíkov, podzemný zásobník plynu, nadzemný zásobník plynu
- ☐ Skladovanie uhľovodíkov stacionárny fliaš na skladovanie oleja, benzínu a bitúmenu
- ☐ Spracovanie uhľovodíkov
- ☐ Other: _____

11. Vysvetlite prosím niekoľkými vetami podstatu vývoja súvisiaceho s vybranou oblastou.

12. Na základe súčasných právnych a vnútorných predpisov, ktorú oblasť rozvoja je možné zdôrazniť s cieľom znížiť a predchádzať nehodám v uhľovodíkovom priemysle v oblastiach riadenia katastrof?

13. Na základe súčasnej legislatívy a vnútorných predpisov by sa malo v oblastiach spracovania uhľovodíkov zdôrazniť, ktoré oblasti je potrebné rozvíjať s cieľom znížiť a zabrániť škodám v uhľovodíkovom priemysle: ťažba, výroba, preprava, skladovanie, spracovanie.

14. V priebehu Vašej práce je k dispozícii systém na podporu rozhodovania?

- ○ Áno
- ○ Nie
- ○ Other: _____

15. Aký vplyv má podľa Vás epidémia koronavírus na Vaše vlastné pracovisko alebo oblasť pôsobenia?

- ○ ☐ Žiadny efekt, práca pokračuje obvyklým kanálom.
- ○ ☐ Zažil som zmenu.
- ○ ☐ Moje pracovisko testuje pracovníkov.
- ○ ☐ Moje pracovisko neposkytuje vybavenie potrebné na ochranu pred vírusmi.
- ○ ☐ Other: _____

16. Aký je Váš názor na vážne následky epidémie koronavírus pre priemysel spracovania uhľovodíkov?

- ○ ☐ Nebude to mať žiadne vážne následky.
- ○ ☐ Nastanú stredné zmeny.
- ○ ☐ Má vážne následky.
- ○ ☐ Bude to mať veľmi vážne následky.
- ○ ☐ Other: _____