

Tóth András<sup>1</sup> – Bleszity János<sup>2</sup> – Restás Ágoston<sup>3</sup>

## A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési lehetőségei – 2. rész

### The Improvement Possibilities of Fire Research Activities Connected to Hydrocarbon Processing Accidents – Part II

*A tűzvizsgálati tevékenység fontos része a katasztrófavédelem komplex rendszerének, a feltárt tűzkeletkezési okok és a megszerzett tapasztalatok visszahatnak a tűzvédelemre, az iparbiztonságra és a polgári védelemre. A szerzők hipotézise, hogy a szénhidrogén-feldolgozás során keletkezett tüzek vizsgálata merőben más szemléletet kíván, mint az élet különféle területein lefolytatott tűzvizsgálatok. A 2. rész a fejlesztési lehetőségeket, a technikai újdonságokat, a tűztáblázat használhatóságát és a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához alkalmazható kiterjesztett valóságot vizsgálja.*

**Kulcsszavak:** szénhidrogén-feldolgozás, tűzvizsgálat, tűztáblázat, kiterjesztett valóság

*Fire research activities are an important part of the complex system of disaster management; the found causes of fires and the experience gained can effect fire prevention, industrial safety and the protection of citizens. The hypothesis of the authors is that the research of fires happening during hydrocarbon processing requires to be looked at from a completely different point of view than the fire researches carried out in other areas of life. The second part investigates improvement opportunities, new technologies, the usability of the fire spreadsheet and the extended reality of incidents of hydrocarbon-processing applicable to fire examination.*

<sup>1</sup> Zala MKI, Zalaegerszegi Katasztrófavédelmi Kirendeltség polgári védelmi felügyelő, e-mail: [Andras.Toth@katved.gov.hu](mailto:Andras.Toth@katved.gov.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7365-6620>

<sup>2</sup> Nemzeti Közszerológiai Egyetem, professzor emeritus, e-mail: [Bleszity.Janos@uni-nke.hu](mailto:Bleszity.Janos@uni-nke.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6803-3154>

<sup>3</sup> Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék tanszékvezető egyetemi docens, e-mail: [Restas.Agoston@uni-nke.hu](mailto:Restas.Agoston@uni-nke.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4886-0117>

**Keywords:** *hydrocarbon-processing, fire examination, fire spreadsheet, extended reality*

## 1. A tűzvizsgálati tevékenység további fejlesztési lehetőségei

Az előző tanulmányban Tóth András első szerző a kérdőívek alapján összegyűjtötte a tűzvizsgálók kompetenciáit, elemezte a szénhidrogén-feldolgozáshoz kapcsolódó tüzesetek vizsgálatát. A feldolgozott kérdőíves felmérésből kiderült, hogy Magyarországon 16 megye érintett és veszélyeztetett a szénhidrogén-feldolgozás szempontjából. Az olajipari tűzvizsgálatokat végzők a megszokott hétköznapi tüzesetek közül belesöpönnének egy teljesen új világba, ahol az olajipari szakszavakból szinte szótárt kell összeállítani annak érdekében, hogy megértsék és átlássák a technológiai folyamatokat, majd ebből meg tudják állapítani a lehetséges tüzeletkezéshez vezető történéseket.

Az első cikk tűzvizsgálatait tanulmányozva kitűnik, hogy a tűzvizsgálók szakmai felkészültsége magas, a szénhidrogénipari eljárásokba, a technológiai folyamatokba a tűzvizsgálattal eltöltött hónapok alatt beletanultak. A harmadik tűzvizsgáltnál a Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálat (KMSZ) két munkatársa szemlebizottságot alkotva hatékonyabban tudta az ügyfeleket nyilatkoztatni és a tanúkat meghallgatni. Legalább ketten jobb és hatékonyabb tűzvizsgálati stratégiával dolgoznak, mint a korábbi egy fős tűzvizsgálói szolgálat.<sup>4</sup>

A szerzők véleménye, hogy azt a tűzvizsgálót, aki több szénhidrogéniparral kapcsolatos tűzvizsgálatot lefolytatott és beletanult, ismeri ennek a különleges területnek a fortélyait, emeljük ki és legyen az olajipari tüzek szervezeten belüli szakértője. A belső szakértőnek a tűzvizsgálati és igazságügyi szakértői jogosultság nem feltétel, de jó, ha ezekkel a kompetenciákkal is rendelkezik. A kérdőíves felmérés alapján a tűzvizsgálók gyakorlati ideje hullámlázó, átlagosan 6 év. A válaszadók szöveges kiegészítése alapján van, aki több éve volt tűzvizsgáló, illetve két évtizede nem vett részt szénhidrogénipari eseménynél. Gondoljunk csak bele, ilyen és hasonló tüzesetek nem minden évben fordulnak elő Magyarországon.

A metódust lehet alkalmazni a feldolgozóipar más területeire is élelmiszer-, gyógyszer-, könnyű- és vegyipar stb. A tűzvizsgálóknak tisztában kell lenniük az üzemek összetett be rendezéseivel, a technológiával, amit csak a folyamatos képzés, az üzemekben végrehajtott gyakorlatok, szemlék során a tűzoltási, hatósági és iparbiztonsági, valamint a polgári védelmi területtel közösen, egymást segítve lehet elsajátítani.

### 1.1. Elektronikus jegyzőkönyvek és aláírások bővítése

A jövő a katasztrófavédelmet sem kerülheti el. A HAMAR<sup>5</sup>-rendszer bevezetését követően a cél szakterületek által végrehajtott, nyomtató és papír nélküli helyszíni szemlék végrehajtása. A szerzők véleménye, hogy a tűzvizsgálók munkájának megkönnyítése érdekében a digitálisan

<sup>4</sup> Nagy László Zoltán: *A tűzvizsgálat taktikája*. Budapest, Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2010. Elérhető: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-a-tuzvizsgalat-taktikaja.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 07.)

<sup>5</sup> HAMAR a BM OKF fejlesztés alatt álló digitális hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszere. *KÖFOP-1.0.0-VE-KOP-15-2016-00023* jelű, „Mezőgazdasági Vízhasználat Információs és Ellenőrzési Keretrendszer (VIZEK)” projekt

elkészített helyszínrajzot és szemlejegyzőkönyvet közvetlenül a HAMAR-rendszerbe integrálják, rögzítik. A szoftveres fejlesztés óhatatlanul magával vonja a hardveres fejlesztés igényét, érintőképernyős laptop, Onyx BOOX Note vagy a Sony DPT-RP1/CP1 és a legújabb fejlesztésű, reMarkable e-papír kijelzőméretű tablet, phablet, iPad tesztelése, beszerzése, integrálása. Az eszközök integrálása szükséges a jegyzőkönyv és a helyszínrajzok szabadkezü elkészítésére az eljárásban részt vevők digitális aláírásának rögzítésére.

Tóth András első szerző úgy gondolja, hogy a katasztrófavédelem komplex tűz-, ipar- és polgári védelmi feladatainak végrehajtása során az ügyfelek, tanúk meghallgatására szánt idő is jelentősen lerövidíthető, a hatékonyság növelhető a fenti digitális eszközök segítségével abban az esetben, ha az események rögzítése egyszerre történik, nem kell külön-külön jegyzőkönyvet felvenni tűzvizsgálóknak és a szakterületek munkatársainak.

A fent említett helyszíniszemle-jegyzőkönyvet, ügyfélnyilatkozat és tanúmeghallgatás jegyzőkönyvének elektronikus/digitális sorait, kérdéseit alkalmassá kell tenni arra, hogy komplexen, a tűzvizsgálat kérdéseit kibővítve a többi szakterület iparbiztonsági, polgári védelmi speciális kérdéseire is választ adjon. A jegyzőkönyvrögzítést követően a HAMAR-rendszerbe bekerült adatok az adott szakterület saját felületén jelennek meg, alapját képezve például az üzemmel szemben megindítható iparbiztonsági eljárásnak és a későbbi szankciónak vagy egy elzárkózás elrendelésére okot adó tény megállapítását a polgári védelem területén. Az eljárás megindítását követően a hiányzó vagy a további pontosításra szoruló adatokat már a szakterület ügyintézője kéri be. Természetesen ehhez egy sor szabályzót módosítani kell, többek között a Katasztrófavédelem Szervezeti és Működési Szabályzat a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, a küszöbérték alatti üzemek hatósági ellenőrzése, valamint a veszélyes áruszállítás körében bekövetkező balesetek, üzemzavarok körülményeinek kivizsgálására vonatkozó pontját.

## 1.2. Az oktatás és képzés korszerűsítése

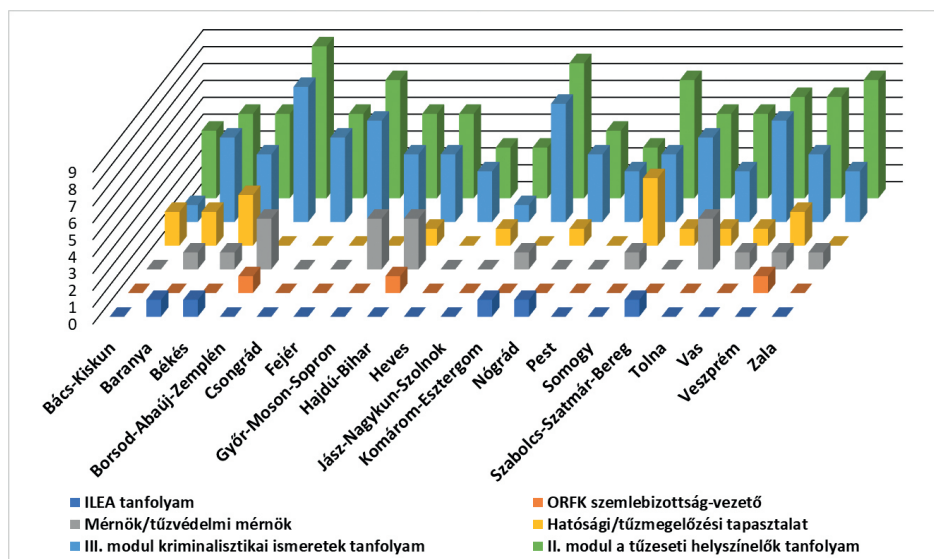
Bérczi és Varga korábbi cikkükben megállapították, hogy a magyar tűzvizsgálók Európa élmezőnyébe tartoznak. Igényként merült fel a rendőrséget támogató szakértői munka mellett a tűzoltó szakma tapasztalatainak összefoglalása. Célként tűzték ki a tűzvizsgálatot végzők felkészültségének fejlesztését, illetve a tűzvizsgálattal nyert tapasztalatok hasznosításának lehetőségét.<sup>6</sup>

A tűzvizsgálat II. modul a tüzeseti helyszínelők továbbképző és a tűzvizsgálat III. modul kriminalisztikai ismeretek tanfolyamot a kérdőív tanúsága szerint a tűzvizsgálók nagy része elvégezte. A megyei főügyeleti osztályvezetők és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) főügyeleti osztályvezetője nagy gondot fordítanak a tűzvizsgálók utánpótlására és folyamatos képzésére.<sup>7</sup>

keretében integrált hatósági ügyviteli rendszer kialakítása két részben. Elérhető: [www.kozbeszerzes.hu/ertesito/2018/0/targy/portal\\_403/megtekint/portal\\_6523\\_2018/](http://www.kozbeszerzes.hu/ertesito/2018/0/targy/portal_403/megtekint/portal_6523_2018/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)

<sup>6</sup> Bérczi László – Varga Ferenc: Nemzetközi tűzvizsgálat gyakorlati elemzése. *Védelemtudomány*, 1. (2016), 3. 28–45. Elérhető: [www.vedelemtudomany.hu/articles/03-berczi-varga.pdf](http://www.vedelemtudomany.hu/articles/03-berczi-varga.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 08.)

<sup>7</sup> Hesz József: *A főügyeleti osztályvezető a cikk írásakor állította össze a tűzvizsgálati eljárás lefolytatásához szükséges tanfolyami modulokra történő beiskolázási tervet a 2020-as évre*. Feljegyzés (2019. 12. 23.)



1. ábra. A KMSZ tűzvizsgálóinak képzettsége és a mérnök végzettségük ábrázolása megyénként

Forrás: kérdőíves felmérés, készítette: Tóth András, 2020

A kérdőíves felmérésből kiderült, hogy a mérnök végzettséggel rendelkezők száma országosan 19 fő. Tóth András első szerző véleménye szerint az ipari üzemek, veszélyes üzemek, a szénhidrogénipar tűzvizsgálatainak magasabb szintű és színvonalú végrehajtásához<sup>8</sup> szükség van a Nemzeti Községi Egyetem Katasztrófavédelmi tanszék felsőfokú képzéseire, például a most induló tűzvédelmi mérnök képzés keretében, vagy ahhoz kapcsolódva.<sup>9</sup>

A tűzvizsgálattal kapcsolatos tudományos ismeretek és az ezzel összefüggő tudásbázis egyre fontosabb szerepet kap a védelmi szférában.<sup>10</sup> Fontos lenne a módszertant beilleszteni az egyetem katasztrófavédelmi képzési rendszerébe.<sup>11</sup>

A tűzkezelés, az égés fizikáját jól ismerik, de a kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatása létfontosságú a tűzvizsgálók számára, hogy alkalmasak legyenek többek között a tűzvizsgálati, az ezzel kapcsolatos felkészítés és az elsődleges katasztrófaelhárítási tevékenységek keretében jelentkező feladatok elvégzésére.<sup>12</sup>

<sup>8</sup> Bleszity, János – Kátai-Urbán, Lajos – Grósz, Zoltán: Disaster Management in Higher Education in Hungary. *Administrativa Un Kriminala Justicija – Latvijas Policijas Akademijas Teoretiski Praktisks Zurnals*, 67. (2014), 2. 66–70.

<sup>9</sup> Cséplő Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: A tűzvédelmi mérnöki képzéshez szükséges szakmai feltételek vizsgálata. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 153–167. Elérhető: [http://hadmernok.hu/181\\_12\\_cseplo.pdf](http://hadmernok.hu/181_12_cseplo.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 09.)

<sup>10</sup> Érces Gergő – Restás Ágoston: A komplex tűzvédelem fejlesztése – mérnöki módszerek a tűzvizsgálatban. *Védelem- Katasztrófa- Tűz és Polgári Védelmi Szemle*, 13. (2016), 1. 19–23.

<sup>11</sup> Bleszity János et alii: *Nemzeti Községi Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, Önértékelés program akkreditáció*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2016.

<sup>12</sup> Dobor József: A kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatásának fontossága a katasztrófavédelmi képzésben. *Bolyai Szemle*, 23. (2014), 3. 223–229.

### 1.3. A tűzvizsgálói eszközök, felszerelések korszerűsítése

A tűzvizsgálóknak országosan közel egységes eszköz- és informatikai rendszer áll rendelkezésre. A megyére jellemző tűzvizsgálat típusához és megkönnyítéséhez, valamint a pontos tűzkeletkezési ok meghatározásához szükséges speciális és extra kiegészítő eszközöket is alkalmazhatnának.

#### 1.3.1. Tűzvizsgáló készlet

Az ION Science fotoionizációs detektorral szerelt kézi műszereket (2. ábra) kifejezetten arra tervezték, hogy egy tűzeset során kényelmes, könnyen használható megoldást nyújtson az illékony szerves vegyületek felismerésére. Bűncselekmény gyanúja esetén a tűzvizsgáló készlet felhasználható égésgyorsító szerek, szénhidrogén-vegyületek kimutatására: például benzin, alkánek és cikloalkánok stb.

A műszerek robusztus kialakításúak, másodpercek alatt készen állnak a használatra, kesztyűben könnyen kezelhetők. Mindkét modell magában foglalja az Ion Science piacvezető PID technológiáját és szabadalmaztatott elektródavédelmi rendszert. A fejlett háromelektrodás kialakítás fokozottan ellenáll a párának és a szennyeződéseknek, ezzel garantálva a megbízhatóságot és pontosságot a használat során.



2. ábra. ION Science Tiger tűzvizsgáló készlet

Forrás: Fire Investigation Kit. Elérhető: [www.ionscience.com/products/fire-investigation-kit](http://www.ionscience.com/products/fire-investigation-kit)  
(A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

#### 1.3.2. Red Hawk hőszkenner

A 955L RedHawk™ hőszkenner (3. ábra) a legújabb és legfejlettebb darab a Dyn-Optics által gyártott hőszkenner sorozatához, amely évek óta segíti a tűzoltókat. A vörös lézer a forró pontok pontos helyének meghatározására szolgál. Forróág észlelése esetén hangos figyelmeztetést

ad, és a TIC<sup>13</sup>-kel ellentétben nincs szüksége keresőre, amely elvonhatja a tűzoltó figyelmét az eseményekről. A fejlett technológia lehetővé teszi a hőszkenner számára, hogy erős napfényben is maximális érzékenységgel működjön, olyan kicsi hőforrásokat képes felderíteni, mint egy égő cigaretta egy aszfaltúton, erős napfényben. A hőkamerától és az infrahőmérőktől eltérően a hőszkenner a napfény nem akadályozza, így kültéren páratlan teljesítményt nyújt. Az egyik legfontosabb előnye a hőkamerákhoz képest, hogy az üvegen keresztül is alkalmazható.



3. ábra. Red Hawk hőszkenner, 955L modell

Forrás: Model 955L Red Hawk™. Elérhető: [http://dyn-optics.com/?page\\_id=294](http://dyn-optics.com/?page_id=294) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)

### 1.3.3. Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet

A tűzvizsgáló mesterkészlet (4. ábra) a tűzvizsgálathoz szükséges szisztematikus módszertan követésének eszközeit tartalmazza. A 6 külső zsebbel ellátott taktikai hátizsákba csomagolt eszközök egy-két kivétellel megegyeznek a mai KMSZ egységcsomag részeivel, és biztosítják a tűzvizsgálók számára a helyszín dokumentálását. A bemutatott egységcsomagból a hátizsákot emelném ki, mivel a KMSZ eszközeit jellemzően kofferekben és ládákbán helyezték el. A hátizsák a gépjárművel nem megközelíthető helyszínen jól használható lenne, a készletből az ujjlenyomat-garnitúra és az infravörös hőmérő rendszeresítése a KMSZ előnyére válna.



4. ábra. Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet

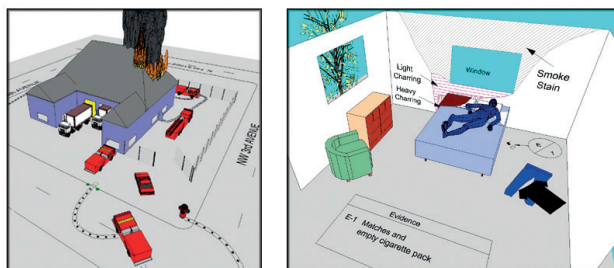
Forrás: Master Fire Investigator's Kit. Elérhető: [www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-3709kit-master-fire-investigator-s-kit.html](http://www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-3709kit-master-fire-investigator-s-kit.html) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)

<sup>13</sup> Thermal Imaging Camera – magyarul: termikus képalkotó, hőkamera.

## 2. Fejlesztési lehetőségek a tűzvizsgáló alkalmazások területén

### 2.1. Korábban használt háromdimenziós számítógépes programok

Tóth András kivételével a KMSZ tűzvizsgálói ritkán használnak, használtak a tűzvizsgálatot támogató alkalmazásokat. A 2016 előtti tűzvizsgálatokhoz használt ausztrál grafikus program több modulból áll, köztük egy rajzszoftver, amely lehetővé teszi a szükséges tűzvizsgálati információkkal ellátott rajzok gyors és egyszerű létrehozását. A kiegészítésekkel különféle berendezési tárgyakat, eszközöket, objektumokat, formákat lehet hozzá ingyenesen letölteni.



5. ábra. A 3D tűzzóna rajzprogram

Forrás: *The Fire Zone, 3D Features*. Elérhető: [http://users.chariot.net.au/~firesafe/firesafe/Fire\\_Zone-3D\\_Features.html](http://users.chariot.net.au/~firesafe/firesafe/Fire_Zone-3D_Features.html) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)

### 2.2. A modern létesítést és tűzvizsgálatot támogató programok

A tűzvizsgálók számára ingyenesen elérhető a Fire Dynamic Simulator, amelynek a legfrissebb változata: 2019. november 1. A szoftvert az Amerikai Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézete fejlesztette ki a finn VTT Műszaki Kutatóközponttal együttműködve.<sup>14</sup>

A Thunderhead Engineering szoftverfejlesztő cég három számítógépes szimulációs programot is készített a tudomány és a mérnökök számára. Az alkalmazások a létesítés, használat és a tűzvizsgálat során hasznos segítséget nyújtanak a tűz- és füstterjedés, a kiürítés szimulálásával. A próbaverzióban az internetes, telefonos konzultáció és a támogatás fizetős.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Kevin McGrattan et alii: *Fire Dynamic Simulator User's Guide*. NIST Special Publication 1019, 2017.

<sup>15</sup> *Simulation Software for Science and Engineering*. 2020. Elérhető: [www.thunderheadeng.com/](http://www.thunderheadeng.com/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 11.)



### 2.3. A holisztikus szemlélet

Az ördög mindig a részletekben rejlik. A részletek: aprólékos munkával szétválasztani a lényegtelen a lényegestől. A részletek azok, amelyek valamerre billenthetik a mérleget. Egy tűzvizsgálat sikere a legkisebb részleten múlhat.

A tűzvizsgáló képes minden mástól megkülönböztetni a lényegét, a folyamatos, részletekre történő odafigyeléssel a vizsgálat egésze alatt. Van olyan tűzvizsgálat, amely az első pillantásra egyszerűnek tűnhet, de a vártnál több idő és erőfeszítés szükséges a részletek pontos feldolgozásához. A részletek különféleek lehetnek, mikroszkopikus méretűek vagy épületnagyságúak, illékony anyagúak, holisztikusak. A tűzvizsgálat maga is holisztikus: a részleteket felsoroljuk, táblázatba foglaljuk és rendszerbe állítjuk, ahogyan a hadtudomány a katasztrófaelhárítás során is alkalmazza a holisztikus elméletet.<sup>16</sup>

### 2.4. A tűzkeletkezés táblázata

A tűzvizsgáló által kitöltött táblázat az összes gyújtóforrást és a közelében lévő éghető anyagokat figyelembe véve megmutatja, hogy közülük melyik az elsődleges gyújtóforrás, ahonnan a tűz továbbterjed.<sup>17</sup> A tűzvizsgálat tudományos alapokra helyezésében a táblázatnak is jelentős szerepe volt, az elektromos tüzek keletkezésének vizsgálatához használták (1. táblázat).<sup>18</sup>

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 gyújtóforrások, oldala: elsődleges éghető anyagok.

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.

<sup>16</sup> Nagy Zoltán: A 21. század fegyveres küzdelmeinek irányai és kihívásai a NATO szemszögéből. *Hadtudomány*, 15. (2005), 4. Elérhető: [https://web.archive.org/web/20081215084711/http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2005/4/2005\\_4\\_4.html](https://web.archive.org/web/20081215084711/http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2005/4/2005_4_4.html) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 12.)

<sup>17</sup> Lou F. Bilancia: *This video is about Ignition Matrix*. Presentation 2014. Elérhető: [www.youtube.com/watch?v=jK-8DZlvmPWM](http://www.youtube.com/watch?v=jK-8DZlvmPWM) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 22.)

<sup>18</sup> David J. Icov: *When Things go Wrong in Electrical Power Plants*. ECE620, Fall University of Tennessee, 2015. Elérhető: [http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT\\_Dlcove.pdf](http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT_Dlcove.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 13.)



1. táblázat. A tűzkeletkezés táblázata

		Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás					
		rádiós óra	mobiltelefon-töltő	cigaretta	gyertya	kompakt fénycső	konktorba dugható légfrissítő
Első számú éghető, tüzet fokozó, terjesztő anyagok	Csipke éjjeliszekrényfedő	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 tüzterjedés lehetősége I / N?

**Színleírás**

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

**Jelölések**

- T = lángcsóva vagy kiteljesedett tűz  
V = volt szemantú  
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

Forrás: David J. Icov: *Forensic Engineering: When Things Go Wrong in Electrical Power Plants*. ECE620, Fall University of Tennessee, 2015. Elérhető: [http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT\\_DIcov.pdf](http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT_DIcov.pdf) alapján készítette Tóth András, 2020

A tűzvizsgálókat és a kutatókat arra ösztönzi a táblázat, hogy vegyenek fontolóra minden lehetséges feltételezést, és mérleljenek. A táblázatot Haynes is alkalmazta, és tudományos kiegészítéseket tett hozzá, például az alternatív feltételezések széles körét, majd vizsgálta:

- a hőbocsátás 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.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Gerald Haynes: *Need for Science for in Fire Scene Investigation and Reconstruction*. 20<sup>th</sup> Annual Fire Investigative Approaches Seminar Myrtle Beach, SC October 20. 2016. Elérhető: [www.nciaai.com/conferences/document-s/2016-conference-class-materials/130-01-kirk8-principles-2015-gah/file](http://www.nciaai.com/conferences/document-s/2016-conference-class-materials/130-01-kirk8-principles-2015-gah/file) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 14.)

Tóth András elkészítette az első cikkben feldolgozott harmadik tüzeset a T-1110-es bitumentároló tartály tűzkeletkezés-táblázatát (2. táblázat). A lehetséges gyújtóforrások és az éghető anyagok beírása után a feltételezések kitöltését követően a piros négyzetben megjelent a lehetséges tűzkeletkezés forrása.

2. táblázat. A T-1110-es tartály tűzkeletkezés-táblázata

		Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás				
		páravezeték olaj-származeinek 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, csőszűrlődés	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 kitérjedt 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

Forrás: T-1110-es tartály tűzvizsgálati dokumentuma, készítette: Tóth András, 2020

A tűzkeletkezés forrása és az éghető, tüzet fokozó terjesztő anyagok közé bekerültek a hőközlőolaj hőáramához és a termikus tehetetlenség tudományos vizsgálatához szükséges sorok is.

A táblázat kitöltését követően a rendelkezésre álló adatok alapján a hőfluxus-definíció szerint kiszámolható, hogy a hővezető anyagban adott keresztmetszeténél egy időegység alatt a hőmennyiség mennyivel változott meg, és okozhatta-e a tűz kifejlődését.

A táblázatot például egy táblagépen kitöltve azonnal látható a tűzkeletkezés lehetséges oka. Online rendszeren országosan megosztva a tűzkeletkezés-táblázat további következtetések levonására is lehetőséget ad, tűzvizsgálók, szakértők kapcsolódhatnak a vizsgálatba. A rögzített adatok például a keletkezési okok, tűzterjedés stb. a tűzvizsgálók számára lehetőséget biztosítanak a korábbi tapasztalataik megosztására, a hasonló esetek felismerésére, feltárására, ezáltal a tűzvizsgálat hatékonyságának és pontosságának növelésére.

### 3. Az olajipari létesítmények tűzvizsgálatának támogatása 3D eszközökkel

#### 3.1. 3D lézerszkennelés a csővezeték-tervezés és -építés során

A 3D lézeres szkennelés viszonylag új technológia, amelyet többfajta olaj- és gázipari infrastruktúra tervezéséhez, építéséhez és javításához használnak. A 3D lézeres szkennelési 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 projektekhez.<sup>20</sup>

#### 3.2. 3D felhasználási lehetőségek a szénhidrogén-feldolgozó iparban

Egy üzem létesítése során, például a megvalósulási tervdokumentáció, a modern 3D technológiával pontosabban és gyorsabban elkészíthető. A gyártás során a folyamattervezéssel kapcsolatos feladatokat megkönnyíti a 3D technológia alkalmazása. Technológiai rendszerek tervezésénél, átalakításoknál, karbantartásoknál, illetve új beruházásoknál is széles körben használható, Autodesk-programok segítségével tökéletes pontosságú 3D tervek készíthetők, virtuális séták, animációk és fényképtérképek készülnek.

A karbantartás szempontjából lényeges információk pontfelhőben jelennek meg, így a valódi térben koordináták segítségével pontosan megtalálható a kívánt hely. Ilyen lehet például egy esedékes szűrőcsere utasításokkal ellátott megjelenítése, útmutatóval és fényképekkel, valamint a szűrő elhelyezkedésének pontos adataival.<sup>21</sup>

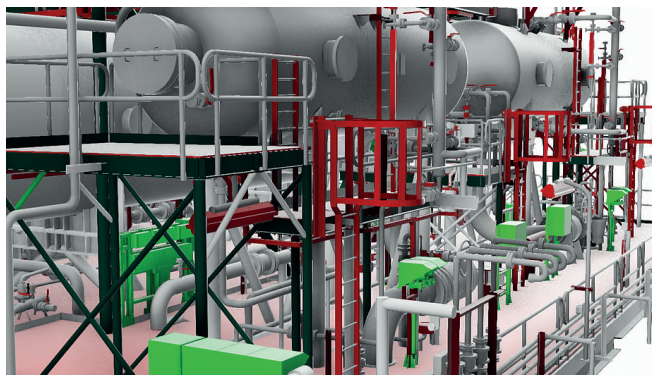
A 3DS Technologies Inc. kifejlesztette a felhők új nemzedékét. Egy felületen vagy felhőn oszthatják meg a 3D-s modelleket. Akár több partner együttműködhet egymással. Az adatokkal VR<sup>22</sup>-környezetet hoznak létre, és akár sétálhatnak benne.<sup>23</sup>

<sup>20</sup> *3D Laser Scanning Becoming an Invaluable Tool for Pipeline Design and Construction*. Audubon Companies, 2014. Elérhető: <https://auduboncompanies.com/3d-laser-scanning-becoming-an-invaluable-tool-for-pipeline-design-and-construction/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)

<sup>21</sup> *A 3D lézerszkennelés alkalmazásának lehetőségei az ipari szektorban*. 2015. Elérhető: [www.techmonitor.hu/termek-megoldas/cad-cam-plm/a-3d-lezerszkennel-alkalmazasanak-lehetosegei-az-ipari-szektorban-20150502](http://www.techmonitor.hu/termek-megoldas/cad-cam-plm/a-3d-lezerszkennel-alkalmazasanak-lehetosegei-az-ipari-szektorban-20150502) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 15.)

<sup>22</sup> Virtual Reality – magyarul: virtuális valóság.

<sup>23</sup> *Precise, high speed measurements*. 2020. Elérhető: <https://3dstechnologies.com/3d-modeling> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 16.)



6. ábra. TreisTek 3D által készített olajüzem modellje

Forrás: *Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services*. 2019. Elérhető: [www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants](http://www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

### 3.3. 3D-s modellek előnye az olajfinomító üzemekben

Ma a fő hiányt az olajfinomító-üzemek vezetésében, az üzem tevékenysége során használt adatok, ábrák és dokumentumok értelmezésének elégtelensége okozza. A manuális és félig automatizált módszerek, amelyeket e kihívások legyőzésére alkalmaznak általában nem gazdaságosak. A 3D-s modellek lehetővé teszik a csövek szinkódolását, hogy megmutassák a gyors korrózióval szembeni ellenálló képesség magas, közepes és alacsony tartományait. A 3D-s modellek végrehajtják a terv felülvizsgálatát, összehasonlításokat végeznek, és optimalizálják a rendszert. A modellek az „automatikus ütközésérzékelést” használják a 3D csővezetékrendszerben, a szerkezetben, a berendezésben és az elektromos csatlakozásokon keresztül, amely lehetővé teszi számunkra, hogy a hibákat azonnal észleljük.<sup>24</sup>

### 3.4. Olaj- és gázfinomítás, valamint petrokémiai adatok 3D-s megfigyeléssel és modellezéssel

Az olaj- és gázipar sikerének alapja a naprakész tényeken alapuló képalkotó és feltérképező adatok integrálása 3D lézeres scan technológiával annak érdekében, hogy valós idejű épületinformációs modelleket készítsünk (BIM) a finomítók átalakításához, csövek kiépítéséhez és a fűrótornyok modernizálásához. A LIDAR<sup>25</sup>-szkenelés lehetővé teszi a régi adatok és az új szkennelések összehangolását valós idejű másolatok létrehozása vagy új tervek készítése céljából. Vizuális eszközzel, a HDS<sup>26</sup>-letapogatás a teljes berendezést digitálisan képes rögzíteni

<sup>24</sup> *Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services*. 2019. Elérhető: [www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants](http://www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

<sup>25</sup> Light Detection and Ranging – magyarul: lézer alapú távérzékelés.

<sup>26</sup> High Definition Survey – magyarul: nagy felbontású felmérés.

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 eszközközeli szoftver segítségével a karbantartási dokumentumok összekapcsolhatók a digitális 3D modellekkel.<sup>27</sup>

### 3.5. Az olajipari tartályok deformációinak mérése lézeres szkenneléssel

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.<sup>28</sup>

### 3.6. A 3D modellezés lehetősége a szénhidrogén-feldolgozó iparban

A folyamattervezés modern eszközei a 3D lézerszkennerek és a hozzá kapcsolódó Autodesk-programok. A lézerekamera segítségével tökéletes pontossággal végezhetnek térszkennelést. Több millió pontból álló pontfelhőt generál, majd több száz fényképet készít, majd a fényképeket gömbpanoráma-képpé illeszti össze. A térszkennerek 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.

A szerzők véleménye alapján 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 leképezésével és az adatok elektronikus tárolásával. A káreseményt követő 3D modellezés a helyszínt dokumentálja, és a bizonyítékok gyűjtése érdekében lehetővé teszi a helyszíni valós idejű áttekintését. A tűzvizsgálatot segítő szakértők és előljárók számára lehetőséget biztosít arra, hogy a korábbi 3D-s modelleket összehasonlítsák a tüzesetet követő állapottal, így nagy távolságból is vizsgálhatják az eseményeket, nem kell elhagyniuk az irodájukat.

## 4. A virtuális és a kiterjesztett valóság

Az ezredfordulót követően a szórakoztató- és játékipart kibővítve több iparág, köztük az olajipar, építészet, oktatás, egészségügy, turizmus, sport számára fontos fejlesztőeszközzé vált a virtuális és kiterjesztett valóság.

<sup>27</sup> *Digitizing Energy Streams and Footprints*. 2020. Elérhető: [www.realityimt.com/services/oil-gas/](http://www.realityimt.com/services/oil-gas/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)

<sup>28</sup> Billy Rooney: *Measuring Deformations with Laser Scanning – Storage Tank Surveys*. 2019. Elérhető: <https://merrettsurvey.com/blog/measuring-deformations-with-laser-scanning-storage-tank-surveys/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)

## 4.1. A virtuális valóság

A robottechnikában a VR segítségével lehetőség nyílik arra, hogy a veszélyes területeken robotok dolgozzanak emberek helyett, hiszen irányításuk nagyon könnyűvé vált.<sup>29</sup>

A jövő trendje 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.<sup>30</sup>

A 2020-as év legújabb fejlesztése a Panasonic VR-szemüvege már a sisakot is mellőzi, és egy hegesztőszemüvegre emlékeztet. Egy ilyen kis méretű virtuális eszközt a bevetési sisak vagy a légzőálc alá is fel lehet venni. A szemüveg átlátszó, tehát a tűzvizsgálat során a valóságot, például egy kiégett helyiséget és a helyiség korábbi digitalizált képét is látja maga előtt a viselője. A falon lévő kormozódásra a szemüveg rávetíti az elégett tárgyat akár a helyiség kamerája utolsó képkockájának képével ötvözve, és a tűzkeletkezés oka a vizsgáló számára láthatóvá válhat ebben a kevert valóságot megelevenítő térben.



7. ábra. A világ első HDR-képességű UHD VR-szemüvege

Forrás: *Panasonic Develops World's First 1 HDR Capable UHD VR Eyeglasses*. Elérhető: <https://news.panasonic.com/global/press/data/2020/01/en200107-5/en200107-5.html> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

<sup>29</sup> Tóth András: *A szénhidrogén-feldolgozás káresetek tűzoltói beavatkozásának fejlesztése tűzoltó robotokkal*. Konferenciakiadvány „Tűzoltó Szakmai Nap 2018” Tudományos Konferencia, Budapest, 2018. 120–123. Elérhető: <https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/TSzN%202018%20Kiadvány%20%20ISBN%20978-615-80429-6-3%20AAX.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 23.)

<sup>30</sup> *A virtuális valóság nem a jövő technológiája*. 2018. Elérhető: <https://24.hu/tech/2018/11/19/a-virtualis-valóság-nem-a-jovo-technologiaja/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 26.)



## 4.2. A digitális ipari forradalom

A negyedik ipari forradalom (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. A 4.0 ipar számára ennek számos előnye lehet.

Tökéletes módja lehet a releváns információk bemutatásának a műszaki szakemberek és a vállalat munkavállalói számára, lehetővé téve számukra, hogy valós idejű információkat nézzenek az elvégzett munkájukról.

A technikusoknak információt nyújt a gép meghibásodásáról, lehetőséget adva számukra a felhasználói útmutató megtekintésére, vagy akár szakértővel való kapcsolatfelvételre, valós idejű segítségért. Az AR további nagy előnye az ipari képzés és tanulás fejlesztésének lehetősége, a kockázatok és a költségek csökkentése.<sup>31</sup>

## 4.3. A kiterjesztett valóság

A kiterjesztett valóság digitális eszközök segítségével a virtuális valóság elemeinek valós világra történő rétegezésével jön létre.<sup>32</sup> Egy AR<sup>33</sup>-felhasználó átlátszó szemüveget visel, amely egy képernyőt is tartalmaz; ekkor egyrészt látja a valós világot, másrészt a számítógéppel megjelenített képek is láthatók számára.

A kiterjesztett valóság lényege, hogy valós és virtuális világ elemeit is tartalmazza egyszerre, és valós idejű interakció végezhető benne. A virtuális objektumok lehetnek állandók vagy időben változók. A virtuális világból származó hozzáadott tartalom például segítheti a valós világban lévő tárgyak megértését. A kiterjesztett valóságban található virtuális objektumokkal történő interakciót a felhasználó a valós világban meglévő érzékelők és kijelzők segítségével tudja elvégezni.

<sup>31</sup> *The key of Augmented Reality in Industry 4.0.* 2018. Elérhető: [www.seaberyat.com/key-augmented-reality-in-industry-4-0/](http://www.seaberyat.com/key-augmented-reality-in-industry-4-0/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)

<sup>32</sup> Ronald T. Azuma: *A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6. (1997), 4. 355–385.

<sup>33</sup> Argument Reality – magyarul: kiterjesztett valóság.



#### 4.4. A kevert valóság

Ha önmagában a virtuális szó jelentését vesszük alapul, igen szabadon, talán túlon túl önkényesen is dönthetjük el, hogy mit tekintünk virtuális valóságnak: lehet az tényleges, nem valós, látszólagos, lappangó vagy lehetséges.<sup>34</sup>

A közvetített valóságok két főcsoportját a módosított vagy csökkentett valóságok és a kevert valóságok alkotják.<sup>35</sup> A kevert valóságok jellemzője, hogy nem feltétlenül és egészében virtuálisak, de virtuális technológiához kötődnek.<sup>36</sup> A kevert valóság magában foglalja a kiterjesztett valóságot, amelynek része a virtuális valóság is, amely így a megfelelő eszközök és alkalmazások bevonásával, használatával a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához alkalmazható.

### 5. Összefoglalás, következtetések, javaslatok

A cikk második részében a szerzők bemutatták a KMSZ tűzvizsgálati tevékenységének további fejlesztési lehetőségeit, az elektronikus jegyzőkönyvek és aláírások, oktatások, képzések, valamint a tűzvizsgálóeszközök tekintetében.

Konkrét példán keresztül a tűzvizsgálókkal kipróbáltuk a tűztáblázat (virtuális tűzvizsgáló) alkalmazhatóságát. A 3D-s technológiák és a negyedik ipari forradalom bemutatását követően a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához is alkalmazható, virtuális és kiterjesztett, valamint kevert valóság megfelelőségét vizsgáltuk.

A szénhidrogén-feldolgozáshoz kapcsolódó tűzvizsgálati eljárások fejlesztése 2. rész új tudományos ismereteinek alapján a korszerűsítésre tett javaslatok: a) A modern tűzvizsgálatot támogató szabadfelhasználású programok alkalmazásának elősegítése, telepítés, képzés. Az (e-papír) táblagépek alkalmazása a helyszínrajok, jegyzőkönyvek elkészítéséhez, digitális megjelenítéséhez, a tűzkeletkezés táblázatának kitöltéséhez, alkalmazásához. b) Egységes, kampányszerű javaslattétel a szénhidrogén-feldolgozással érintett létesítmények digitalizálásának elősegítése érdekében: építmény, épület, műtárgy és a szabad terek vonatkozásában. A digitális objektum virtuális térben történő elhelyezése és használata veszélyhelyzet, tűzoltói beavatkozás, tűzvizsgálat dinamikus szakaszában. c) A cikkben bemutatott új tűzvizsgálatot segítő eszközök alkalmazhatóságának vizsgálata, egy-egy példány beszerzése, tesztelése, használhatóságának elemzése, később országos „egységcsomag” kialakítása. d) E-learning képzések a jogszabályi és szakmai ismeretek felfrissítésére, kondicionáló tesztek. A külföldi tűzvizsgálati

<sup>34</sup> Kriskó Edina: Új kihívások a virtuális és a kiterjesztett valóságok korában. *Médiakutató*, 18. (2017), 1–2. 125–137. Elérhető: [https://mediakutato.hu/cikk/2017\\_01\\_tavaszi\\_nyar/08\\_uj\\_kihivasok\\_a\\_virtualis\\_es\\_kiterjesztett\\_valóságok\\_koraban.pdf](https://mediakutato.hu/cikk/2017_01_tavaszi_nyar/08_uj_kihivasok_a_virtualis_es_kiterjesztett_valóságok_koraban.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 28.)

<sup>35</sup> Steve Mann: *Mediated Reality with implementations for everyday life*. Presence Connect, 2002. Elérhető: <http://wearcam.org/presence-connect/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 25.)

<sup>36</sup> David Grover: *A survey of Mixed Reality, with an emphasis on Augmented Reality*. Sidney, Australia Macquarie University, 2013. Elérhető: <https://wiki.mq.edu.au/display/ar/AR+background+history+and+terminology> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 24.)

jó gyakorlatok, képzések kiterjesztése, minden megyéből egy-egy tűzvizsgáló beiskolázása az ILEA és NFPA képzésekre.

Tóth András véleménye szerint, amennyiben a szénhidrogén-feldolgozás nyit a kevert valóság adta lehetőségek felé, a műveletirányítóknak, beavatkozóknak, tűzvizsgálóknak nagyobb esélyük lesz egy adott káreset irányítása, felszámolása, majd a helyszíni szemle lefolytatása és a további tűzvizsgálati cselekmények elkészítése terén.

A tűzvizsgálat dinamikus szakaszában a virtuális vagy kiterjesztett valóságot látó szemüveg segítségével az eredeti helyszínen és a tüzeset utáni állapot összehasonlítása is megtörténhet a kevert valóság segítségével.

Minden egyes lépés mérőföldkő lesz a tűzvizsgálatot végzők számára. Megfelelő szoftverrel társítva egy szénhidrogén-feldolgozó üzemben a 3DS és folyamatirányító rendszerekkel összekapcsolt képmegjelenítő eszköz megmutatja a karbantartottság hiányából adódó csapágymegszorulás, az emberi mulasztások vagy túlfeszültség miatt keletkezett tűz pontos helyét és okát, a tűz kifejlődésének ütemét és intenzitását.

## Felhasznált irodalom

- 3D Laser Scanning Becoming an Invaluable Tool for Pipeline Design and Construction.* Audubon Companies, 2014. Elérhető: <https://auduboncompanies.com/3d-laser-scanning-becoming-an-invaluable-tool-for-pipeline-design-and-construction/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)
- A 3D lézerszkennő alkalmazásának lehetőségei az ipari szektorban.* 2015. Elérhető: [www.techmonitor.hu/termek-megoldas/cad-cam-plm/a-3d-lezerszkennor-alkalmazasanak-lehetosegei-az-ipari-szektorban-20150502](http://www.techmonitor.hu/termek-megoldas/cad-cam-plm/a-3d-lezerszkennor-alkalmazasanak-lehetosegei-az-ipari-szektorban-20150502) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 15.)
- Azuma, Ronald T.: A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6. (1997), 4. 355–385. DOI: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services.* 2019. Elérhető: [www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants](http://www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)
- Bérczi László – Varga Ferenc: Nemzetközi tűzvizsgálat gyakorlati elemzése. *Védelemtudomány*, 1. (2016), 3. 28–45. Elérhető: [www.vedelemtudomany.hu/articles/03-berczi-varga.pdf](http://www.vedelemtudomany.hu/articles/03-berczi-varga.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 08.)
- Bilancia, Lou F.: *This video is about Ignition Matrix.* Presentation, 2014. Elérhető: [www.youtube.com/watch?v=jk8DZlvmPwM](http://www.youtube.com/watch?v=jk8DZlvmPwM) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 22.)
- Bleszity, János – Kátai-Urbán, Lajos – Grósz, Zoltán: Disaster Management in Higher Education in Hungary. *Administrativa Un Kriminala Justicija – Latvijas Policijas Akademijas Teoretiski Praktiski Zurnals*, 67. (2014), 2. 66–70.
- Bleszity János – Dobor József – Endródi István – Grósz Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Krizsán Zoltán – Restás Ágoston: *Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, Önértékelés program akkreditáció.* Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2016.
- Cséplő Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: A tűzvédelmi mérnöki képzéshez szükséges szakmai feltételek vizsgálata. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 153–167. Elérhető: [http://hadmernok.hu/181\\_12\\_cseplo.pdf](http://hadmernok.hu/181_12_cseplo.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 09.)
- Digitizing Energy Streams and Footprints.* 2020. Elérhető: [www.realityimt.com/services/oil-gas/](http://www.realityimt.com/services/oil-gas/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)
- Dobor József: A kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatásának fontossága a katasztrófavédelmi képzésben. *Bolyai Szemle*, 23. (2014), 3. 223–229.

- Érces Gergő – Restás Ágoston: A komplex tűzvédelem fejlesztése – mérnöki módszerek a tűzvizsgálatban. *Védelem- Katasztrófa- Tűz és Polgári Védelmi Szemle*, 13. (2016), 1. 19–23.
- Grover, David: *A survey of Mixed Reality, with an emphasis on Augmented Reality*. Sidney, Australia, Macquarie University, 2013. Elérhető: <https://wiki.mq.edu.au/display/ar/AR+background+history+and+terminology> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 24.)
- Haynes, Gerald: *Need for Science for in Fire Scene Investigation and Reconstruction*. 20<sup>th</sup> Annual Fire Investigative Approaches Seminar Myrtle Beach, SC October 20. 2016. Elérhető: [www.nciaai.com/conferences/documents/2016-conference-class-materials/130-01-kirk8-principles-2015-gah/file](http://www.nciaai.com/conferences/documents/2016-conference-class-materials/130-01-kirk8-principles-2015-gah/file) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 14.)
- Hesz József: *A főigyeleti osztályvezető cikk írásakor állította össze a tűzvizsgálati eljárás lefolytatásához szükséges tanfolyami modulokra történő beiskolázási tervet a 2020-as évre*. Feljegyzés (2019. 12. 23.)
- Icove, David J.: *When Things go Wrong in Electrical Power Plants. ECE620*, Fall University of Tennessee, 2015. Elérhető: [http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT\\_Dicove.pdf](http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT_Dicove.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 13.)
- The key of Augmented Reality in Industry 4.0*. 2018. Elérhető: [www.seaberyat.com/key-augmented-reality-industry-4-0/](http://www.seaberyat.com/key-augmented-reality-industry-4-0/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)
- Kriskó Edina: Új kihívások a virtuális és a kiterjesztett valóságok korában. *Médiakutató*, 18. (2017), 1–2. 125–137. Elérhető: [https://mediakutato.hu/cikk/2017\\_01\\_tavasz\\_nyar/08\\_uj\\_kihivasok\\_a\\_virtualis\\_es\\_kiterjesztett\\_valosagok\\_koraban.pdf](https://mediakutato.hu/cikk/2017_01_tavasz_nyar/08_uj_kihivasok_a_virtualis_es_kiterjesztett_valosagok_koraban.pdf) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 28.)
- Mann, Steve: *Mediated Reality with implementations for everyday life*. Presence Connect, 2002. Elérhető: <http://wearcam.org/presence-connect/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 25.)
- McGrattan, Kevin – Simo Hostikka – Randall McDermott – Jason Floyd – Craig Weinschenk – Kristopher Overholt: *Fire Dynamic Simulator User's Guide*. NIST Special Publication 1019, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.1019>
- Nagy László Zoltán: *A tűzvizsgálat taktikája*. Budapest, Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2010. Elérhető: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-a-tuzvizsgalat-taktikaja.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 07.)
- Nagy Zoltán: A 21. század fegyveres küzdelmeinek irányai és kihívásai a NATO szemszögéből. *Hadtudomány*, 15 (2005), 4. Elérhető: [https://web.archive.org/web/20081215084711/http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2005/4/2005\\_4\\_4.html](https://web.archive.org/web/20081215084711/http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2005/4/2005_4_4.html) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 12.)
- Precise, high speed measurements*. 2020. Elérhető: <https://3dstechologies.com/3d-modeling> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 16.)
- Rooney, Billy: *Measuring Deformations with Laser Scanning – Storage Tank Surveys*. 2019. Elérhető: <https://merrettsurvey.com/blog/measuring-deformations-with-laser-scanning-storage-tank-surveys/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)
- Tóth András: *A szénhidrogén-feldolgozás káresemények tűzoltói beavatkozásának fejlesztése tűzoltó robotokkal*. Konferenciakiadvány „Tűzoltó Szakmai Nap 2018” Tudományos Konferencia, Budapest, 2018. 120–123. Elérhető: <https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/TSzN%202018%20Kiadvány%20%20ISBN%20978-615-80429-6-3%20AAX.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 23.)
- A virtuális valóság nem a jövő technológiája*. 2018. Elérhető: <https://24.hu/tech/2018/11/19/a-virtualis-valosag-nem-a-jovo-technologiaja/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 26.)

## Internetes források

- Fire Investigation Kit*. Elérhető: [www.ionscience.com/products/fire-investigation-kit](http://www.ionscience.com/products/fire-investigation-kit) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)
- KÖFOP-1.0.0-VEKOP-15-2016-00023 jelű, „Mezőgazdasági Vízhatszám Információs és Ellenőrzési Kezdetrendszer (VIZEK)” projekt keretében integrált hatóságai ügyviteli rendszer kialakítása két részben. Elérhető: [www.kozbeszerzes.hu/ertesito/2018/0/targy/portal\\_403/megtekint/portal\\_6523\\_2018/](http://www.kozbeszerzes.hu/ertesito/2018/0/targy/portal_403/megtekint/portal_6523_2018/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)

*Model 955L Red Hawk™*. Elérhető: [http://dyn-optics.com/?page\\_id=294](http://dyn-optics.com/?page_id=294) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)

*Master Fire Investigator's Kit*. Elérhető: [www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-3709kit-master-fire-investigator-s-kit.html](http://www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-3709kit-master-fire-investigator-s-kit.html) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)

*The Fire Zone, 3D Features*. [http://users.chariot.net.au/~firesafe/firesafe/Fire\\_Zone-3D\\_Features.html](http://users.chariot.net.au/~firesafe/firesafe/Fire_Zone-3D_Features.html) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)

*Panasonic Develops World's First 1 HDR Capable UHD VR Eyeglasses*. Elérhető: <https://news.panasonic.com/global/press/data/2020/01/en200107-5/en200107-5.html> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

*Simulation Software for Science and Engineering*. 2020. Elérhető: [www.thunderheadeng.com/](http://www.thunderheadeng.com/) (A letöltés dátuma: 2020. 01. 11.)