



# HADMÉRNÖK

## Kiemelt közlemények

**FEJES ZSOLT, HELYES MARCELL:**  
*A Covid-19-világjárvány hatása  
a telemedicina védelmi besorolására*

**GODA ZOLTÁN:** *Szerves mikroszennyezők  
kockázatelemzése a parti szűrésen  
alapuló ivóvízellátásban*

**MARLOK TAMÁS:** *Virtuálisvalóság-alapú  
taktikai szimulációs kiképző eszközök  
hazai fejlesztési lehetőségei 2. rész:  
A technológia lehetőségei a kiképzés  
szemszögéből*

16. évf. (2021)  
1. szám

ISSN 1788-1919 (elektronikus)



**LUDOVIKA**  
EGYETEMI KIADÓ

### Hadmérnök

Katonai műszaki tudományok online folyóirata

ISSN 1788-1919

### A szerkesztőbizottság elnöke

Halász László ny. ezredes, professor emeritus

### A szerkesztőbizottság elnökhelyettese

Munk Sándor ny. ezredes, professor emeritus

### A szerkesztőbizottság tagjai

Alexandru Babos őrnagy, egyetemi docens

Berek Tamás ezredes, egyetemi docens

Eleki Zoltán ezredes

Földi László ezredes, egyetemi tanár

Haig Zsolt ezredes, egyetemi tanár

Horváth Attila ezredes, egyetemi tanár

Kállai Attila alezredes, egyetemi docens

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

Lukács László ny. alezredes, egyetemi tanár

Pohl Árpád dandártábornok, egyetemi docens

Josef Procházka ny. alezredes, egyetemi docens

Szászi Gábor ezredes, egyetemi docens

Taksás Balázs százados, egyetemi docens

Turcsányi Károly ny. ezredes, egyetemi tanár

Ujházy László alezredes, egyetemi docens

### Főszerkesztő

Farkas Tibor őrnagy, egyetemi docens

### Szerkesztőség

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

Németh József Lajos, egyetemi docens

Nemzeti Közzolgálati Egyetem

1101 Budapest, Hungária krt. 9–11.

Postacím: 1581 Budapest, Pf. 15.

„A” épület 9. emelet, 901. iroda

Telefon: +36-1-432-9000/29-289/ Fax: +36-1-432-9025

E-mail: [hadmernok@uni-nke.hu](mailto:hadmernok@uni-nke.hu)

Web: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok>

### Kiadó

Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó Iroda

Székhely: 1083 Budapest, Ludovika tér 2.

Kapcsolat: [www.ludovika.hu](http://www.ludovika.hu); [kiadvanyok@uni-nke.hu](mailto:kiadvanyok@uni-nke.hu)

A kiadásért felel: Koltay András rektor

Olvasószerkesztők: Tar Krisztina, Orbán Áron, Szarvas Melinda



# Tartalom

## Biztonságtechnika

- Jasztrab Péter János, Istók Róbert*  
A világítás katonai vonatkozásai II/2. rész. . . . . 5
- Horváth Tamás*  
Mechanikai védelem mint késleltetés a fizikai védelemben . . . . . 23

## Haditechnika

- Szaniszló Zsolt*  
Új személyi légideszantejtőernyő-típus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség V. rész. . . . . 33

## Katonai logisztika

- Seres Flórián*  
Az ételmezési ellátás kalóriatartalmának empirikus vizsgálata a Magyar Honvédségben . . . . . 65

## Környezetbiztonság

- Goda Zoltán*  
Szerves mikroszennyezők kockázatelemzése a parti szűrésen alapuló ivóvízellátásban . . . . . 79
- Jackovics Péter*  
A műszaki mentés művelete összeomlott épületnél, a földrengéskutató- és mentőcsapatok tevékenysége 2. rész. . . . . 95
- Serfőző Kálmán*  
Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei II. . . . . 113

*Tóth András, Siposné Kecskeméthy Klára, Endrődi István*

A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai  
és a megelőzés módozatai 2. rész . . . . . 129

## **Védeleminformatika**

*Kralovánszky Kristóf*

A kibertér fejlődése (második rész) – Kiberműveletek és kritikus  
infrastruktúrák egyes kapcsolatai . . . . . 145

*Marlok Tamás*

Virtuálisvalóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai  
fejlesztési lehetőségei 2. rész . . . . . 161

## **Fórum**

*Fejes Zsolt, Helyes Marcell*

A Covid-19-világjárvány hatása a telemedicina védelmi besorolására . . . . . 177

*Szepesváry Zsolt, Pelcz Dominika*

Az egészségügyi szűrés kockázatelemzésen alapuló új modellje . . . . . 185

Jasztrab Péter János,<sup>1</sup> Istók Róbert<sup>2</sup>

## A világítás katonai vonatkozásai II/2. rész

A látás és látáskorlátozás követelményei,  
illetve eszközei

### The Military Aspects of Light, Part II/2.

#### The Equipment and Requirements of Vision or Vision Limitation

A cikksorozatunk második témakörének ebben a részében folytatjuk a fény és világítás katonai aspektusainak az előzőekben megkezdett tárgyalását. Korábban bemutattuk a szakág működése során felmerülő specifikumokat és csoportosítási lehetőséget. Most szó lesz az eszközökről és a követelményekről. Az aktualitása miatt foglalkozunk piaci előrejelzésekkel és rendszeresített eszközökkel, illetve kiemelten kezeljük az éjjellátókat is, mivel kulcsszerepet töltenek be a kötelékben végzett vizuális teljesítmény fokozásában. Ebben a részben igyekszünk körbejárni a látás és a látáskorlátozás harctéri alkalmazásának fejlődését, hogy történelmi kitekintés után a következő, azaz a témazáró topikban a fénybiztosítás és az elsötétítés sajátosságaira helyezhessük a hangsúlyt.

**Kulcsszavak:** harctéri világítás, követelmények, rendszeresített eszközök, éjjellátók

In this part of our article series we will continue to discuss the military aspects of light and lighting. Previously, we have presented the specifics that arise during the operation of the branch. We introduced the unique context of the operational environment through more unique tools. In this section we talk about the requirements to give a fuller picture of their limits. Due to its topicality, we deal with market forecasts and standardised tools in a separate chapter, and we also focus on night

<sup>1</sup> Óbudai Egyetem, hallgató, gépészmérnök, munkavédelmi szakmérnök, eü. szakértő, e-mail: [jasztrabp@yahoo.com](mailto:jasztrabp@yahoo.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4162-427X>

<sup>2</sup> Óbudai Egyetem, adjunktus, e-mail: [istok.robert@kvk.uni-obuda.hu](mailto:istok.robert@kvk.uni-obuda.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0683-0887>

vision, which plays a key role in enhancing visual performance in military service. In addition, we will look at the evolution of the application of vision and vision limitations in the battlefield, so in the next and last section of the second part we will look at the features of battlefield illumination and the regulations about the lowering of illumination (so called blackout rules in wartime).

**Keywords:** battlefield lighting, requirements, military equipment, night vision equipment

## 1. Történeti áttekintés

A bevezetés helyett rövid történelmi kitekintést teszünk a vizuális teljesítményre épülő, látást segítő vagy korlátozó eszközök, technikák katonai alkalmazására, aminek első említése egészen a megörökített hadviselés kezdetéig nyúlik vissza.<sup>3</sup>

A hadvezetést érintően már az ókorban fellelhetőek történelmi leírások, amelyekből kiderül, hogy kezdetben a napszaknak megfelelő seregrendezése és a megtévesztése volt a főszerep. Hamar felfedezték, hogy a fényvel arányosan a vizuális képességek befolyásolhatók, a komfort csökkenthető. Hiányával az információszerzés korlátozható, amit kihasználva zavart okozhatnak, illetve a Nap segítségével az éghető anyagok felgyújthatók.<sup>4</sup> Az antik történetírók krónikái megemlítik, hogy ennek ismeretében a hadvezérek hogyan tettek szert kisebb-nagyobb előnyökre, mint például Hannibál casilinumi hadicselénél, ahol ókrök szarvára erősített fáklyával vezette félre a római sereget a vonulásának irányáról a sötétben, hogy a létszámbeli fölényrel rendelkező sereggel a csatát elkerülje.<sup>5</sup> Ezen egyszerű módszerek a későbbiekben is fennmaradtak, és a modern hadviselésben is a „katonai fortélynak”<sup>6</sup> a részét képezik.

A középkorig kisebb-nagyobb sikerrel a taktikai fölényért gyakran vetettek be kezdetleges eszközöket, amelyek az ellenség vizuális képességeinek csökkentésével jártak.<sup>7</sup> Az újkorban már megjelent az igény a csapatmozgások felderíthetőségének korlátozására. A kezdeti időkhöz tartozik az Ázsiában használatos „jelzőbombák” és a 17. századi „jelzőpisztolyok” alkalmazása is. De ne feledjük, ez a korszak az, amikor az egyenruhákat is bevezették a megkülönböztethetőség és a manőverezhetőség érdekében.<sup>8</sup>

Ezt követően felgyorsult a rejtés és felderítés ezen eszközeinek csapatszintű használata, elsősorban a vegyészet és elektromosság fejlődésének köszönhetően. Előtérbe kerültek a pirotechnikai eszközök és bevetettek erős fényforrásokat csapatok

<sup>3</sup> Jasztrab Péter – Istók Róbert: *Fény és világítás katonai aspektusai*. XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia, 2019. 145.

<sup>4</sup> Itt értjük a ma már vitatott hatékonyságú Szürakuszai (Syracusai) csatában hajók felgyújtására használt Arkhimédész készítette tükröket. (Mégsem volt csodafegyvere Arkhimédésznek? *National Geographic*, 2005. október 24.)

<sup>5</sup> Titus Livius: *A római nép története a város alapításától*. Fordította és összeállította: Gy. Muraközy. Harmadik kötet, 22. könyv.

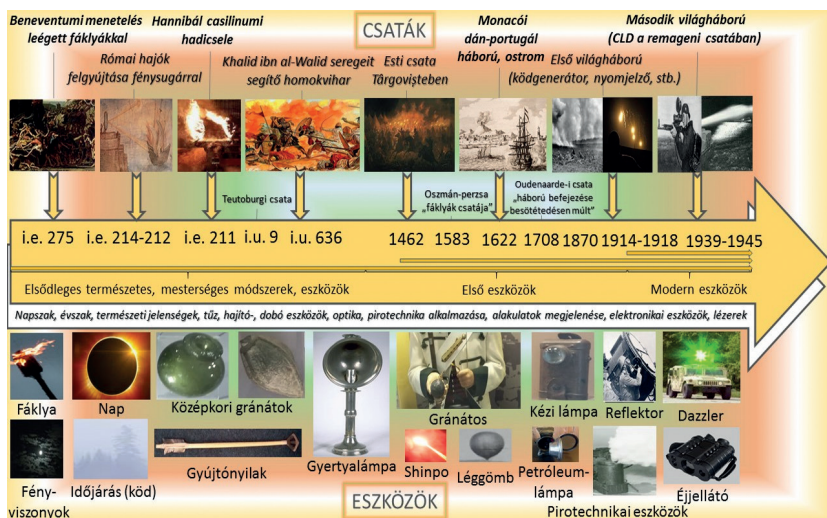
<sup>6</sup> Haditengerészetnél az első, illetve a második világháborúban is középpontba került mesterséges „füst”, az előbbinél példa a magyar–osztrák Szent István (Bánsági Andor: *A Szent István csatahajó elsüllyedése: 1918. június 10*. Documenta Historica 79, Szeged, JATEPress, 2008. 16, 29, 39.) és az utóbbira Bismarck csatahajó ütközet. Nem megfelelő időjárási körülmények között, rossz látási viszonyok mellett radarral felszerelt brit cirkálók felfedték a német hajót (Elter Tamás: *A Bismarck pusztulása*. *Origo*, 2015. május 27.). A híres magyar csatahajó a Szent Istvánon „az éjszakai célzást 11 darab 110 cm-es fényszóró volt hivatott segíteni” (Tomasits Bence: *A Szent István csatahajó*. *Újkor*, 2020. január 30.).

<sup>7</sup> Jasztrab–Istók (2019) i. m. 145.

<sup>8</sup> Jasztrab Péter – Istók Róbert: *A világítás katonai vonatkozásai II/1. rész*. *Hadmérnök*, 15. (2020), 2. 183.

vakítására. Támadásban a saját csapatok felett telepítették, hogy látásban segítse és ne zavarja a saját egységeket, és kápráztassa a védőket, illetve ellenkező esetben a tükröket alacsonyan, de a növényzet fölé helyezték el. A partvonalon nagy, a terepen kicsi tükröket alkalmaztak.<sup>9</sup> Később az elektronikai érzékelők, mint lokátorok (a radar és a szonár) hatalmas előnyt biztosítottak a rejtésben levő csapatok felderítésére.<sup>10</sup> Ennek megfelelően érdemes a látást befolyásoló elsődleges és a modern eszközök között különbséget tenni. Az utóbbiak vizsgálata egy rövidebb, de exponenciálisan fejlődő időszakot ölel fel, és az eszközök egyre kifinomultabb módszerrel, precízebb technikával és integrációval jellemezhetők.<sup>11</sup> (Lásd az 1. ábrát.)

Napjainkban a fejlődés irányát a stroboszkópfegyverek, villanógránát és lézertechnológia<sup>12</sup> rendszeresítése a rendvédelemben, illetve a városi alkalmazás elterjedése, valamint az éjjellátók tökéletesítése és adaptálása éjjel-nappali körülmények között a célzáshoz,<sup>13</sup> MI-látás fejlődése,<sup>14</sup> félvezetőik szövetbe integrálása (fényforrás és álcázás) határozzák meg.<sup>15</sup> Ezek látásra gyakorolt hatásainak összefüggései további vizsgálatok tárgyát képezik, amire mi itt most csak utalunk.



1. ábra

Történelmi példák a katonai alkalmazásra.

Forrás: a szerzők szerkesztése

<sup>9</sup> *Military Electric Lighting*. Vol. 2. London, Military Books, H. M. Stationery office, 1909. december 31., 2.

<sup>10</sup> Ian V. Hogg: *Guinness fegyverenciklopédia*. Guinness sorozat, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1994. 149–151.

<sup>11</sup> Jasztrab-Istók (2019) i. m. 145.

<sup>12</sup> Itt értsd: dazzlerek és a lézerplazma.

<sup>13</sup> Digitalizálás számtalan előnyt nyújt a felhasználónak célzásban és éjjel-nappal közötti viszonyok, illetve vakítás terén. (With the rapid pace of development nowadays, there is so much to consider when buying Night Vision technology. *Night Vision Australia*, 2018. 07. 13.)

<sup>14</sup> Itt értsd: gépi látás.

<sup>15</sup> Itt csak megemlítenénk a biolumineszcenz (autolumineszcenz) fejlesztéseket, mint világító építőelemeket és növényeket. [Jasztrab Péter: Minimális látási követelmények vészhelyzetekben, avagy a biztonsági világítás. *Hadmérnök*, 10. (2015), 2.; Alexander Krichevsky – Benjamin Meyers – Alexander Vainstein – Pal Maliga – Vitaly Citovsky: *Autoluminescent Plants*. 2010. november 12.]

## 2. Piaci trendek és példák a rendszeresített eszközökre

Kétségtelenül verseny van a látást segítő és láthatóságot növelő, illetve azt rontó, korlátozó eszközök piacán. A számos fejlesztés mutatja, hogy ezen képességek fölényt biztosítanak. A legkorszerűbb hadsereggel rendelkező ország az USA is célul tűzte ki, hogy az éjjellátók területén elvesztett hegemóniát visszaszerzik,<sup>16</sup> de Németország modernizációs törekvései során is előtérbe került fontosságuk.<sup>17</sup> A következőkben a tapasztalható trendet mutatjuk be, és szó lesz – a teljesség igénye nélkül – néhány rendszeresített eszközről.

Sok országban slágertéma a légi forgalmi bűncselekmények visszaszorítása és a védelmi rendszer korszerűsítése, aminek oka az észlelés és a lopakodók közötti véget nem érő verseny, amelyet a drónok és a katonai távolságmérők, céljelölők alkalmazása generál, és a lézer iránt növekvő igény mozgat. Ha csak a katonai lézeres távolságmérő piacát nézzük, azt 530,2 millió USD-ra becsülték 2016-ban, és a várakozások szerint 2023-ra eléri a 803,4 millió USD-t.<sup>18</sup> Az új távolságmérők olyan előnyöket kínálnak, mint a magasabb mobilitás és a kis súly. Az utóbbi jelentősen csökkenti a csapatok kimerültségét. A beépített funkciók, mint például a GPS és az adatmegosztás miatt várhatóan az elkövetkező néhány évben növekszik a preferencia a miniatürizálás iránt.

Ha megvizsgáljuk a katonai szemüvegszemszűrő piacát, kiderül, hogy ott a fő hajtóerő az extra széles, torzítás nélkül látószög. A polikarbonátból készült ballisztikus pajzs a legújabb technológia, amely a piac jövőbeni növekedésének egyik motorja.<sup>19</sup> Az egyik gyártó a védelmet nem a felületre, hanem a lencse anyagába építi be, így 100%-os UVA, UVB és UVC védelmet értek el.<sup>20</sup>

A repeszálló vagy katonai szemüveg kategóriája magában foglalja a napszemüveget, szemvédőt és biztonsági szemüveget. Az ezeket használók rendszeresen ki vannak téve lőfegyvereknek, és kötelesek viselni, ha háborús terepen vannak.<sup>21</sup> Új veszélyforrás a rendfenntartásban, például zavargásoknál egyre gyakoribb a lézer ártó használata, amelyre a gyártók is reagálnak.<sup>22</sup>

A katonai világítási piac szegmentált a felhasználás, a technológiák, a megoldások és a régiók alapján. A becslések szerint a közeljövőben is a légierő és a légi járművek fogják kitenni a katonai világítás piacának legnagyobb részét, mivel a feltörekvő országokban növekszik a katonai repülőgépek és a pilóta nélküli repülőgépek iránti kereslet. Ezen túlmenően a fejlett országok, például az Egyesült Államok különféle technológiai fejlesztési programjai dominánsak a piacon. Várható, hogy az éjjellátó képességet kompatibilissé teszik a repülőgépek világítási rendszereivel.

<sup>16</sup> Talal Hussein: German military still facing resources shortage, new report finds. *Army Technology*, 2019. január 30.

<sup>17</sup> André Forkert: *Infanteristische Nachtkampffähigkeit in der Bundeswehr*. 2019. június 22.

<sup>18</sup> Forkert (2019) i. m. 17.

<sup>19</sup> Military Eyewear System Market – Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2016 – 2024. *Transparency Market Research*.

<sup>20</sup> Ilyen az UV-védelemmel ellátott szemüveglencse, mint az Oakley Plutonite®.

<sup>21</sup> Military Eyewear System Market – Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2016 – 2024. i. m.

<sup>22</sup> The Pervasive Threat of Green Laser Illuminations and the Need for the Robust Military, Tactical and Aviation Eye Protection Found in Revision's LazrBloc® GF-8 Lenses. *Revisionmilitary*.



A technológián alapuló LED-szegmens vezetni fogja várhatóan a katonai világítási piacot. A LED-lámpáknak a hagyományos izzólámpákkal és fluoreszcens lámpákkal szembeni különféle előnyeiről való tudás növekedése fokozza a LED-lámpák nagyobb mértékű alkalmazását. A katonai világítási piac az előrejelzések szerint a 2018. évi becsült 484,5 millió USD-ről 2023-ra 615,2 millió USD-ra növekszik. A tényezők, amelyek várhatóan fő hajtóerőként szolgálnak, az a LED-lámpák energiatakarékossága, a költségek csökkentése, a hatékonyság javítása, amely célok várhatóan hatással lesznek a katonai világítás piacának növekedésére is.

A távcsövek globális piaca becslések szerint 2023-ra 196,06 millió dollárral rúg majd. Prizmák javításával jobb sztereoszkópos képet képesek majd előállítani. A Galilei- és a Porro-típusoknál is fejlődés várható.<sup>23</sup>

Magyar vonatkozásban meg kell említeni az EI Zrt., Nemere, ProPatria Electronics ADAMS, MG3 terepjáró eszközeit és a Vektor Kft láthatósági öltözékeit.<sup>24</sup>

Ha most itt nem is térünk ki teljeskörűen a lézertechnológiában rejülő lehetőségekre, de hatalmas potenciál rejlik benne, és várhatóan az elkövetkező időszak meghatározó elemét képezi. A 2. ábrában gyűjtöttünk össze néhány használt és rendszeresített haditechnikai eszközt.



2. ábra

Néhány példa a látást befolyásoló (segítő, korlátozó) eszközökre.

Forrás: a szerzők szerkesztése

<sup>23</sup> Global Binoculars Market 2019-2023. *Technavio*, 2018. november.

<sup>24</sup> Magyar Védelmiipari Szövetség: *Termékek. Katalógus 2020.*

### 3. Éjjellátók

#### 3.1. Az éjjellátók fejlődése

Egyes források állítása szerint az első éjjellátók fejlesztése a második világháború mesterlövészfegyveréhez köthető, és csak a 70-es években kerültek az előtérbe a szemüvegek, amelyet éjszakai, füst, köd és más láttást csökkentett körülmények között végzett műveletekhez terveztek.<sup>25</sup> Az éjjellátó rendszerek az elkövetkező években jelentősen fejlődtek, kiterjesztve a katonai (vizuális és harci) képességeket, ideértve a célzott észlelést és felismerést is. Az eszköz jelentősen fokozta a működési képességeket és a teljesítményt. A felmerülő egyéni képességek azonban korlátozást jelentettek és jelentenek a mai napig.<sup>26</sup>

Az első készülékek infravörös tartományban működtek, és meglehetősen nagyok és sérülékenyek voltak. Majd a 60-as években kifejlesztették a „passzív” éjjellátókat, amelyeket az első generációnak<sup>27</sup> tartanak, és ehhez már nem kellett illuminátor. A fényerősítés-típusok mikrocsatornás lemezzel<sup>28</sup> ellátott típusa képezte a következő nemzedéket, amely már a Hold fénye nélkül is látást biztosított. A következő években a hőkamerás típusok is megjelentek, amelyeket az amerikai–vietnámi háborúban használtak, előnyt biztosítva a leárnyékolt helyeken. Az IR-tartomány használata elősegítette a felfedés veszélyének elkerülését. Kettő típusa létezik, a hűtött, amely sokkal pontosabb,<sup>29</sup> és a hűtés nélküli. Hátránya a hőkamerának, hogy nem teszi lehetővé az átlátszó felületek mögé látást, a fényforrások, a fénysugarak nem detektálhatók. Fontos a tárgyak közötti hőmérséklet-különbség. A félvezetők térhódítása itt is sok lehetőséget rejt magában. Ezalatt értjük a fényviszonyokhoz automatikus beállítást és a távcső, szemüvegek és a kamerák közötti határok elmosódását. A célzást segítő nagyítás és fegyver irányzékának beépítése, valamint napszaktól független viselhetősége előnyt biztosít viselőjének, növeli a harcképességét. A terep bevilágításához képest folytonos rendelkezésre állás és az ellenség műveletei elől rejtése következtében a szerepe megnövekedett, létrehozva azt a célt,<sup>30</sup> hogy a katona „uralja a környezetét”.<sup>31</sup> (Lásd a fejlődési szakaszokat a 3. ábrán.)

<sup>25</sup> Az Egyesült Államokban az ERDL, azaz a Mérnöki Kutatás-Fejlesztési Laboratóriumnak a Kutatási és Fotometriai Osztálya (RPS) 1954-ben jött létre. Célja a „[s]ötétség meghódítása volt, hogy az egyén képes legyen megfigyelni, mozogni, harcolni és dolgozni éjszaka egy olyan kép felhasználásával, amelyet speciális képzés nélkül értelmezhet és amelyre azonnal reagálhat”. (US Army DEVCOM CSISR Center: *History of Army Night Vision*. 2019. február 26.)

<sup>26</sup> Jeff Tyson: *How Night Vision Works*. *HowStuffWorks.com*, 2001. április 27.

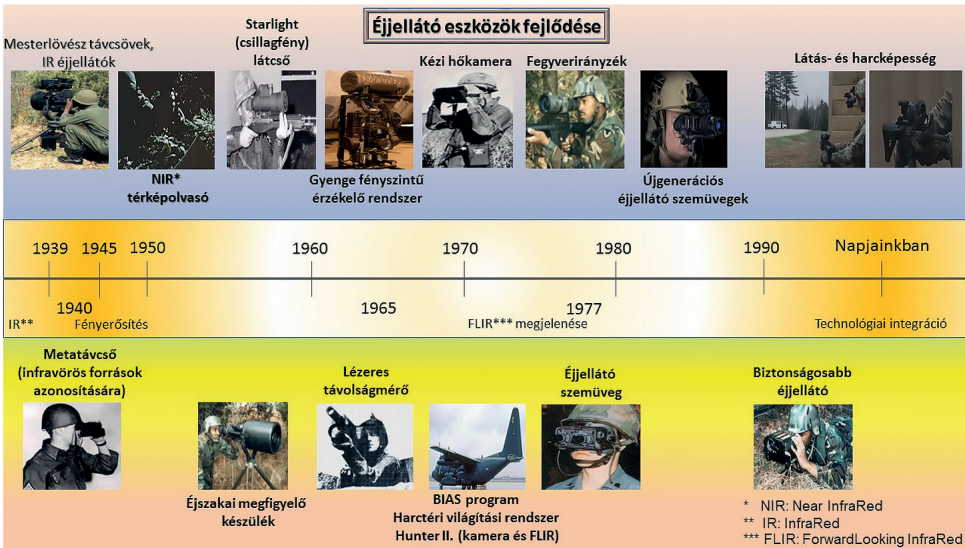
<sup>27</sup> Az amerikai irodalom öt (0-4) generációt különböztet meg egymástól.

<sup>28</sup> Itt MCP – Microchannel Plate.

<sup>29</sup> Nagyobb látótávolság.

<sup>30</sup> Tyson (2001) i. m. és W. Geiger: *Night vision and night combat capability*. *Europäische Sicherheit&Technik*, 2019. április 8.; illetve Emily Matchar: *Seeing in the Dark: The History of Night Vision*. *Smithsonian Magazine*, 2017. május 19. művek alapján.

<sup>31</sup> US Army DEVCOM CSISR (2019) i. m.



3. ábra  
Az éjjellátás régen és napjainkban.  
Forrás: a szerzők szerkesztése

### 3.2. Az éjjeli balesetek számának a növekedése, avagy az eszközök korlátai

Meg kell jegyezni, nincs csodaeszköz. Ezért is fontos hangsúlyozni, hogy az éjjellátó eszközök által biztosított további képességek új kockázatokat is jelentenek. Az éjszakai műveleteknél továbbra is jelentősen nagyobb rizikóval kell számolni; balesetet eredményezhet.<sup>32</sup>

A baleseteknek egy része közvetlenül az éjszakai látás eszközei tervezésének problémáihoz köthető. Az éjjellátó berendezések használata nem várt események és balesetek egyik oka lehet. Például az amerikai hadsereg a közelmúltban megállapította, hogy a „helikopterflottájukon 100 000 órányi nappali repülésre 7,7 súlyos incidens” jutott. Ez az éjszakai repülésnél „100 000 órára vetítve 13,9-re emelkedett”. Ezek közül a látásnövelő rendszerekkel kapcsolatos éjszakai műveletekben „100 000 óránként 15,3 incidens” történt.<sup>33</sup>

Ha ezen tényezőket megvizsgáljuk, megállapítható az adott eszköz kockázata. Az éjjellátó szemüveg hatékonyságára jelentős hatást gyakorolhat a repülőeszköz pilótafülkéjének kialakítása.<sup>34</sup> (Lásd a 4. ábrát.)

<sup>32</sup> Chris Johnson: *The Role of Night Vision Equipment in Military Incidents and Accidents*. Dept. of Computing Science, University of Glasgow, Glasgow, G12 9QQ.

<sup>33</sup> Johnson i. m. 33.

<sup>34</sup> Az éjszakai vakfolt hatásaként a távolság növekedésével egyre nagyobb tárgyak válnak láthatatlanná. Ahhoz, hogy éjszaka is minden tárgyat észlelhessünk, a perifériás látásunkat is használnunk kell, valamint be kell gyakorolnunk az éjszakai repülésnél használt pásztázási eljárásokat. (Omer Tsimhoni – Paul Green: *Night vision enhancement system for ground vehicles: The human factor literature*. University of Michigan, Transport Research Institute, 2002. április.)



4. ábra

*Pilóta sisakjára szerelt éjjellátó.*

Forrás: FlightSafety International honlapja

Mindamellet a szemüveg által létrehozott kép minősége elmarad a nappali viszonyok között, szabad szemmel látott képhez képest. Az éjjellátó szemüveggel történő repülés pszichikai és fizikai megterhelést jelent a pilóta számára. Azok az élettani sajátosságok, amelyek az éjszakai sötétség órái alatt jelentkeznek, az éjjellátó szemüvegek korlátaival<sup>35</sup> együtt komoly kockázati tényezőket jelentenek az ilyen jellegű műveletek végrehajtása során. A repülés biztonságát veszélyeztető tényezők lehetnek a kimerültség, a stressz, a szem túlerőltetése, a sisak megnövekedett súlya, az erőltetett pásztázási technika és maga a tény, hogy a pilóta a megszokott napi ritmusától eltérően éjjel nem alszik, hanem fizikailag és pszichikailag megterhelő munkát végez.<sup>36</sup> A kockázati tényezők hatása csökkenthető a megfelelő pihenési normák betartásával,<sup>37</sup> valamint azáltal, hogy megfelelő kiképzéssel elősegítjük időbeni felismerésüket.<sup>38</sup>

De nem csak a légi közlekedés során voltak balesetek. 1986–1996 között a földi járművek éjszakai látószögének használatához kapcsolódva is kirajzolódik az előbbiekhez hasonló eredmény. Vizsgálatok kimutatták, nemcsak a sötét jelenthet gondot, hanem a leggyakrabban előforduló környezeti körülmények között szerepel a por (24%), a zavaró fényforrás (9%), a pollen és a füst (8%).<sup>39</sup>

Egy másik, az amerikai hadsereg számára készült tanulmány szerint az általuk vizsgált időszakban kétszer annyi halálos baleset történt éjjellátók használatakor, mint az előző három évben.<sup>40</sup>

<sup>35</sup> Közel 35 000 nagyságú erősítésre képesek, amelyet meghaladóan torzítanak a kiegészítő lehetőségek miatt. (Johnson i. m.)

<sup>36</sup> Problémát okozhat a mélységérzékelésben, fejmozgatásnál. Nem kompatibilis a sisakkal, nem egyensúlyozható, nehéz az akkumulátor, és teljes sötétségben rosszul teljesítenek. (Tsimhoni-Green [2002] i. m.)

<sup>37</sup> Johnson i. m.

<sup>38</sup> Nagy János: Éjjellátó berendezéssel végrehajtott repülések kockázati tényezői. *Repüléstudományi Közlemények*, 22. (2010), 2. 209–216.

<sup>39</sup> Johnson i. m.

<sup>40</sup> Pamela Hess: *Army identifies soldier killed in crash*. UPI, 2002. december.

A Michigani Egyetem közlekedéskutatási tanulmánya hosszan foglalkozik a megváltozott körülmény emberi, ergonómiai hatásával. Megállapítja, hogy a speciális szkennelési technikák mellett is fókuszálási és mélységérzékelési korlátok fordulnak elő. A kiegyensúlyozatlan eszköz, viselt teher kimerültséghez és pontatlansághoz vezet.<sup>41</sup>

A fentiekben ismertetett korlátokat és nehézségeket igyekeznek az évtizedek óta folyó fejlesztések kiküszöbölni, hogy ezzel is csökkentsék a katonák halálozási arányát a harctéren. Mára számos ígéretes megoldást mutattak be a nagyközönség számára, ahogy arra a korábbiakban utaltunk.

#### 4. Az eszközök működéséről és használatáról röviden

Az eddig ismertetett és rendszeresített, a tájékozódást és a megfigyelést elősegítő katonai eszközöket csoportosíthatjuk a működési elvük szerint, amely alapján tizenkettő típust különböztetünk meg egymástól. (Lásd az 1. táblázatot.)

A févvezető-alapú eszközök napjainkban látványos fejlődésen mennek át, amelyeknél ne feledjük, átfedés van az előállított tartományban, mivel a sugárzás hullámhossza egyaránt függ a févvezető anyagtól és a szennyezéstől.

Az infratartományban működő készülékeknek kettő típusa létezik. Az aktív infravörös sugárzást érzékelő eszközök, amelyek működési elve, hogy a tereptárgyakat vagy célokat az ebbe a tartományba eső elektromágneses sugárral világítják meg, és amelyről visszaverődőket látható fénné alakítják. Másik a tárgyak által kibocsátott sugárzást fogja fel és alakítja látható képpé, amely nagyban különbözik a tényleges alaktól, mivel a hőeloszlást mutatja, és a körvonalak, azaz a kontúr elveszhet.

Hasonló a fényerősítés elvén működő típus, amely a fényt fogja össze, és azt erősíti fel látható szintre. A rádiófrekvenciás típusok szintén aktív eszközök, illetve a passzív mikrohullámú sugárzást érzékelő eszköz a távolságot is meghatározza, ha képalkotásra nem is megfelelő.<sup>42</sup>

Az indukált emissziót használó egybefüggő fénysugár, nem összetévesztendő a févvezető típussal, ha a hasonlóság sok is köztük. A hőmérsékleti sugárzáson alapuló eszközök a hőmérsékletről adnak információt. Nagyon elterjedtek. Az eddig felsoroltak közül a leghatékonyabb, ha kombináljuk, vagy további képességgel látjuk el őket. A kísérletes elven működőket érdemes külön kezelni. Alapvetően gáztöltésű típusok ismertek, de lehetnek folyékony és adalékanyagokkal töltött típusok is.

A sugárzásintenzitás nagyságát érzékelő eszközöket az előbbiekhöz képest eltérő elv szerint használják. Elsősorban a híradó egységeknél terjedtek el. Mérésen alapuló módszerek szerint működnek. A vizsgált célt a kibocsátott elektronikus jel erősségének alapján határozzák meg.<sup>43</sup>

A pirotechnikai eszközök célja elsősorban – ahogy korábban szó esett róla – nem áttetsző közeg képzése. Az ismertebb módszerekhez alumínium vagy cink-oxidos

<sup>41</sup> Tsimhoni–Green (2002) i. m.

<sup>42</sup> Jasztrab Péter – Gúth Gábor: A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete I. rész. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 255–267.

<sup>43</sup> Jasztrab–Gúth (2015) i. m. 263.

hexaklór-etilén, dízel- vagy petróleumolaj, titánium-tetraklorid, kéntrioxid-szulfonsav, illetve vörös vagy fehér foszfor, de még diszpergált pigment, színes festék is használatos.

Mára elmondhatjuk ezen technológiákról, hogy mind járműre szerelt, mind hordozható kivitelben is léteznek, igaz a teljesítményük a telepített típustól eltér.<sup>44</sup>

1. táblázat

*Látást befolyásoló (segítő, korlátozó) eszközök és fegyverek rendszerezése.*

Forrás: a szerzők szerkesztése

Ssz.	Kategória	Eszköz-használat		Alkalmazás	Korlátozó tényező	Működési tartomány	
		Látást segítő	Látást korlátozó			Nem látható tartomány	Látható tartomány
1.	<i>Aktív infravörös sugárzást érzékelő eszközök</i>	X		telepített, mobil	aljnövényzet, lomb, hó, eső	X	
2.	<i>Passzív infravörös sugárzást érzékelő eszközök</i>	X		telepített, mobil, vészhelyzeti	aljnövényzet, lomb, hó, eső	X	
3.	<i>Fényerősítést használó eszközök, védőeszközök</i>	X	X	telepített, mobil, vészhelyzeti	aljnövényzet, lomb, hó, eső		X
4.	<i>Rádiófrekvenciás eszközök</i>	X	X	telepített, mobil	időjárás	X	
5.	<i>Mikrohullámú sugárzást érzékelő eszközök</i>	X	X	telepített, mobil	nedvesség, tárgyak	X	
6.	<i>Sugárzásintenzitás nagyságát érzékelő eszközök</i>	X		telepített, mobil	természetes sugárzások, növényzet	X	X
7.	<i>Indukált emissziót használó egybefüggő fény-sugár</i>	X	X	telepített, mobil, üzemi	nedvesség, alacsony energiájú növényzet, tárgyak	X	X
8.	<i>Félvezető-alapú szilárdtest sugárzó eszközök</i>	X	X	telepített, mobil, vészhelyzeti, üzemi	tereptárgyak, időjárás		X
9.	<i>Hőmérsékleti sugárzáson alapuló eszközök</i>	X	X	telepített, mobil, vészhelyzeti, üzemi	tereptárgyak, időjárás	X	
10.	<i>Kisüléssel elven működő eszközök</i>	X		telepített, mobil, vészhelyzeti, üzemi	tereptárgyak, időjárás	X	X
11.	<i>Pirotechnikai eszközök</i>	X	X	telepített, mobil	légmozgás, csapadék		X
12.	<i>Lumineszcens eszközök</i>	X		üzemi, vészhelyzeti	füst, köd, erős fény		X

<sup>44</sup> Jasztrab-Istók (2019) i. m.

A technológia fejlődésével és a mikrokontrollerek<sup>45</sup> szélesebb körű elterjedésével, valamint a hordozható számítógépek segítette képalkotással új utakra nyílik lehetőség, ami növeli a hatékonyságot, és a különböző típusok összehangolásával létrehozott hibrid eszközök<sup>46</sup> kölcsönösen kiküszöbölhetik egymás hibáit.

## 5. Követelmények

Az előzetes kitekintést követően, miután megismerkedtünk a terület nagyságával és a benne rejlő lehetőségekkel, szeretnénk a korábbi cikkben bemutatott elvárások értelmezésére rátérni, és egyes feltételeket kitárgyalni.

A minimális látási követelménynek lényeges szerepe van abban, hogy az éjjeli feladatok végrehajtásakor a hatékonyság, a figyelem és a teherbíró képesség ne csökkenjen a szükséges minimális megvilágítási érték alá. A háborús és nem háborús körülmények között is különböző követelménynek megfelelő szintet kell biztosítani a saját csapatok védelme érdekében.<sup>47</sup>

Az éjszakai műveleteknél nagy fényerejű források, tűztorkolat, jármű menetfénye, keresőfény okozta látáscsökkenés<sup>48</sup> közel 45 másodpercig is eltarthat.<sup>49</sup>

A minimális érték harctéren közel 0,4 lux, de mentésben egyenletességet is figyelembe véve nem lehet 1 luxnál alacsonyabb. Számos korlátozás lép fel az érzékelésben, ilyen körülményeknél nincs színlátás, a látás élessége alacsony.<sup>50</sup>

A korábbi cikkben részletesen leírt értékek közül érdemes megjegyezni, hogy a célok felderítésére 0,6–1 lux,<sup>51</sup> a terepen való tájékozódáshoz pedig 0,4 lux szükséges.<sup>52</sup>

De mit is írnak a normák ezzel kapcsolatban? Közvetlen előírások nincsenek a harctéri világításról, ezért a praktikum oldaláról megközelítve kell tárgyalni,<sup>53</sup> és ki kell egészíteni további műszaki normákkal, amelyeket a 2. és 3. táblázatokban foglaltunk össze.

A fényvetők a látást elősegítő és korlátozó eszközként tarthatók számon. Katonai szempontból csak a kültéri kivitelezésnek van jelentősége.<sup>54</sup> A legfontosabb az ütésállóság, és az üveg töréséből származó másodlagos veszélyt el kell kerülni. A telepített eszközöknél 150 km/h sebességű szél nem okozhat kilengést. A vibrációt megakadályozandó legalább 2 ponton kell rögzíteni a fényvetőket. A berendezéseket víz behatolás elleni, legalább IPX3 védelemmel kell ellátni.<sup>55</sup>

<sup>45</sup> Itt értsd: félvezető ipar.

<sup>46</sup> Itt értsd: kombinált.

<sup>47</sup> Jasztrab–Gúth (2015) i. m.

<sup>48</sup> *Tűzvédelmi fénybiztosítás megszervezése éjjel.* Moszkva Katonai Kiadó, 1986. 7–8.

<sup>49</sup> Boros Béla – Kettesy Aladár – Kukán Ferenc: *Szemészet.* Budapest, Medicina, 1962.

<sup>50</sup> Varga Béla: *A tűzvédelmi harc alkalmazásának sajátosságai a dandár éjszakai védelmében.* Doktori értekezés, MH Zrínyi Miklós Katonai Akadémia 1992.

<sup>51</sup> Varga (1992) i. m.

<sup>52</sup> *Tűzvédelmi fénybiztosítás megszervezése éjjel.* (1986) i. m. 7–8.

<sup>53</sup> Nem kötelező a szélesebb értelmezés.

<sup>54</sup> Szilánkok méretét vizsgálatokkal kell ellenőrizni. (MSZ EN 60598-2-5. *Lámpatestek. 2–5. rész: Egyedi követelmények. Fényvetők.*)

<sup>55</sup> MSZ EN 60598-2-5. *Lámpatestek. 2–5. rész: Egyedi követelmények. Fényvetők.*

2. táblázat

A vonatkozó szabványok.

Forrás: a szerzők szerkesztése az MTA szabványkatalógusa alapján

Harctéri világítás			
Hivatkozási szám	Cím	Fő témakörök	Szabályozási szint
MSZ EN 60598-2-5	Lámpatestek. 2–5. rész: Egyedi követelmények. Fényvetők	Fényvetők	IV.
MSZ EN 55015/A2	Villamos világítástechnikai és hasonló készülékek rádiózavar-jellemzőinek határértékei és mérési módszerei	Rádiózavar-jellemzők	IV.
MSZ EN 60598-2-4	Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 4. főfejezet: Általános célú, hordozható lámpatestek	Hordozható lámpatestek	IV.
MSZ EN 60598-2-8/A1	Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 8. főfejezet: Kézilámpák	Kézi lámpák	IV.

A felsorolásban érdemes megemlíteni a felrobbanás elleni védőernyőt, amely függ a fényforrás típusától is, hogy milyen alkalmazunk. Továbbá jelöléssel kell ellátni a hőmérséklet-tartomány tekintetében. A típusokat minősíteni is kell, hogy megfelelőségi címke kerülhessen rá.

A hordozható lámpatestek kapcsán fontos, hogy kellő stabilitással rendelkezzenek, illetve érdemes odafigyelni a foglalat és a névleges feszültség összefüggésére. A vezetékek nem dörzsölődhetnek, szükséges fixálni őket a megelőzés érdekében. Ha a készülék nincs rögzítve<sup>56</sup> valamihez, akkor 5%-os lejtőre helyezve nem csúszhat le.<sup>57</sup> Itt kiemelnénk, hogy a fa nem minősül szigetelőnek, ez általában azon fogantyúknál merül fel, amelyek vezetékkel is tartalmaznak. A kézi lámpáknál a súlya, mérete és működési ideje, illetve a fényteljesítménye a leglényegesebb paraméter. Sok esetben a fényerő szabályozható. Az ütésállóságát és vízbehatolás elleni védelmét tesztelik. Megadott magasságból betonra ejtés adja meg a robusztusságának minősítését. A víz elleni védettségének minimum IPX4 vagy poros, párás környezetben ennél magasabb. De ha vízbemerítés várható, ott az IPX7 vagy IPX8 az elvárt érték.<sup>58</sup> Érdekes szempont, hogy a minősítése 5 °C és 25 °C között vízzel történik.<sup>59</sup>

Az elektromos működésre tekintettel követelmények vannak a csatlakozókra, vezetékekre, szigetelésre, de tervezésüknél és beszerzésükkor gondolni kell a mechanikai veszélyre, amelyet a kialakítása jelent, mert sérüléseket eredményezhet.

<sup>56</sup> Legalább csíptetve valamihez.

<sup>57</sup> MSZ EN 60598-1:2008. *Lámpatestek. Általános követelmények és vizsgálatok.*

<sup>58</sup> Manapság a kisugárzott fény szögét változtatható módon gyártják, amely lehetővé teszi a térképvilágítás vagy távoli pontok megfigyelése közötti váltást.

<sup>59</sup> MSZ EN 60598-2-4:2000. *Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 4. főfejezet: Általános célú, hordozható lámpatestek.*; MSZ EN 60598-2-8:1997/A1:2001. *Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 8. főfejezet: Kézilámpák.*



3. táblázat

A vonatkozó szabványok.

Forrás: a szerzők szerkesztése NATO NSO, STANAG katalógusa alapján

<b>Harctéri látást érintő szabványok</b>			
<b>Hivatkozási szám</b>	<b>Cím</b>	<b>Fő témakörök</b>	<b>Szabályozási szint</b>
NATO STANAG 7042 (2. ed) (2004)	Image intensifying night vision devices for aircraft – Fényerősítő éjjellátó készülékek repülőgépekhez	Éjjellátó	IV.
NATO STANAG 4579 (1. ed) (2004) (korlátozott terjesztésű)	Battlefield target identification device (btids) – Harctéri célpont-azonosító eszköz	Írányzékok	IV.
NATO STANAG 3828 (4. ed) (2017)	Minimum requirements for aircrew protection against the hazards of laser systems and devices – Légi személyzet védelmének minimum követelménye a lézerrendszerek és eszközök veszélyei ellen	Biztonsági – lézer	IV.
NATO STANAG 4296 (1. ed) (2004)	Eye protection for the individual soldier – ballistic protection – Egyéni szemvédelem – ballisztikus védelem	Biztonsági – szemvédelem	IV.
AEP-31 (1. ed) (2005)	Reference document on colours for disruptive camouflage for military equipments in use in NATO – Referenciadokumentum a NATO-ban használt katonai felszerelések zavaró álcázásának színeiről	Álca, terepruha mintázata	IV.
NATO STANAG 2836 (3. ed) (2005)	Removable paints for camouflage – Eltávolítható festékek álcázáshoz	Álca, terepruha mintázata	IV.
NATO STANAG 2835 (2. ed) (2005)	NATO ultraviolet reflecting (UVR) white colour for the camouflage of military equipment in snow environments – NATO ultraibolya fényvisszaverő (UVR) fehér szín a katonai felszerelések álcázására havas környezetben	Álca, terepruha mintázata	IV.

Egyedi előírások vannak a hadseregére vonatkozóan<sup>60</sup> a szövetségi vállalásunk alapján az éjjellátó és repesz ellen védő szemvédelmi eszközökre, célpont-azonosító készülékekre, ultraibolyafény-visszaverő fehér és eltávolítható álcázó festékre, zavaró álcázásra.<sup>61</sup>

A szemvédő, főleg a repeszvédelem esetén, fejen viselt, szemhez közeli vagy a sisakhoz csatolt lehet. A perifériás látást nem zavarhatja, mindkettő oldalon a közép-vonaltól

<sup>60</sup> Azonban a korlátozott terjesztésűről nem lesz szó.

<sup>61</sup> MSZ EN 60598-2-4:2000. Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 4. főfejezet: Általános célú, hordozható lámpatestek.

80° az optimum. A párasodást meg kell akadályozni, és legyen könnyen beállítható. Fényes felületet kerülni kell. Más optikai és kommunikációs eszközzel a közös használat legyen biztosítva. Szükséges az ABC<sup>62</sup> és erős fény vagy lézer elleni védelemmel a kompatibilitás. Nem jelenthet összeférhetetlenséget a látásjavítás más katonai ruházattal vagy egyéni felszereléssel. A teljesítményüket előírás alapján kell ellenőrizni. 10 éves tárolás alatt a védelmi szint nem romolhat.<sup>63</sup>

A fényerősítéses éjjellátó 2 mililux környékén képes működni. A pilótafülkében fontos, hogy a kijelzők olvashatóak maradjanak, ezért ezt biztosítani kell. Nem lehet teljes sötétségben használni. Binokuláris típust kell előnyben részesíteni a pilóták számára. Fotókatódra és fizikai kialakításra van elvárás. Nagyítás- és látómezőszélesítés-torzítás értéke nem lépheti túl a megengedettet. Figyelmet kell fordítani a katalpultálásra is, és a tömegre, illetve a súlyközéppontra. A szabvány kiemeli a látássegítők teljesítményre gyakorolt hatását. Az elemek nem lehetnek bonyolultak.<sup>64</sup>

A rejtésre használt fehér festék színspektrumát ellenőrizni kell, és nem lehet fluoreszkáló.<sup>65</sup> Ha eltávolítható bevonatról van szó, akkor a száradást követően típustól függően 1 vagy 3 hónapig nem romolhat. Ellen kell állnia az esőnek. Detergensevel és nagynyomású vízzel vagy lakkbenzinnel, alkohollal moshatók le.<sup>66</sup> Nem tartalmazhatnak ólmot vagy hatvegyértékű krómot, illetve nem okozhat bőrirritációt, esetleg allergiát. A dobozon fel kell tüntetni a figyelmeztető jeleket.<sup>67</sup>

A követelmények tisztázása után nem másodlagos az, hogy a tűzvezetésről és a bevetés során alkalmazott világítás összefüggéséről is ejtsünk pár szót. A harc-téri világításnál a terep megvilágítására gondolunk. A műveletek körülményeinek biztosításában a „harc-térért felelős manővert” vezető „erők parancsnoka a felelős [...]”. Együtt kell működni a szomszédos kötelekkel,<sup>68</sup> és az eszközök képességét és a terep sajátosságait is figyelembe kell venni. A fénybiztosítás lehetőleg ne legyen közvetlen, és megfelelő ideig tartson. Az elvárásokat követhetővé teszi az úgynevezett „terepmegvilágítási terv”,<sup>69</sup> amelyet bele kell foglalni a harcparancsba is. Ezen kritériumok érintik a képességek összehangolását, mint a legfontosabb törekvést is, amelynek folyamatosan működnie kell.

A követelményeket a képességekhez kell illeszteni, aminél ideális, ha egyben fokozni is tudja az elvárásokat. Ezért fontos az eszköz tulajdonságait és paramétereit ismerni, és optimális, ha a feladathoz megfelelő és a tudatosan arra a célra kialakított eszköz is hozzáférhető.

<sup>62</sup> Röv. atom-, biológiai, kémiai eszközök.

<sup>63</sup> MSZ EN 60598-1:2008. *Lámpatestek. Általános követelmények és vizsgálatok*; MSZ EN 60598-2-4:2000. *Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 4. főfejezet: Általános célú, hordozható lámpatestek*.

<sup>64</sup> NATO STANAG 7042 (2. ed) (2004). *Image intensifying night vision devices for aircraft*.

<sup>65</sup> NATO STANAG 2835 (2. ed) (2005). *NATO ultraviolet reflecting (UVR) white colour for the camouflage of military equipment in snow environments*.

<sup>66</sup> NATO STANAG 2836 (3. ed) (2005). *Eltávolítható festékek álcázáshoz*.

<sup>67</sup> AEP-31 (1. ed) (2005). *Reference document on colours for disruptive camouflage for military equipments in use in NATO*.

<sup>68</sup> Furján Attila: A tűzérség harci alkalmazásának sajátosságai éjszaka. *Hadtudományi Szemle*, 7. (2014), 1. 23–27.

<sup>69</sup> Furján (2014) i. m. 26.

## 6. Összefoglalás

A téma vizsgálatához fókuszba helyeztük a harctéri körülmények között értelmezhető látást korlátozó és javító követelményeinek, illetve eszközeinek modernkori értelmezését. Befejeztük az előzőekben megkezdett osztályozást, valamint kitértünk az egyedi követelményekre, ami segítséget nyújt a harcászati vizuális teljesítmény befolyásolására szolgáló módszerek közötti eligazodásban és értékelésében. Reményeinket fejezzük ki, hogy a következő, záró részben a harctéri világlátási és sötétítési előírások pontosításával sikerül e területről megfelelő ismeretekkel szolgálni, és felkelteni az érdeklődést a további kutatáshoz. A vizuális funkció változása a fenyegetés felismerését, és egyúttal a tudatosság növelését eredményezi, ami hozzájárul a fegyverrendszerek tökéletesítéséhez.

## Felhasznált irodalom

- AEP-31. (1. ed) (2005). *Reference document on colours for disruptive camouflage for military equipments in use in NATO*.
- Bánsági Andor: *A Szent István csatahajó elsüllyedése: 1918. június 10*. Documenta Historica 79, Szeged, JATEPress, 2008.
- Boros Béla – Kettesy Aladár – Kukán Ferenc: *Szemészet*. Budapest, Medicina, 1962.
- Elter Tamás: A Bismarck pusztulása. *Origo*, 2015. május 27. Online: [www.origo.hu/tudomany/20150527-bismarck-hadihajó-tengeri-utkozet-harmadik-birodalom-brit-kiralyi-haditengereszet-csatahajó.html](http://www.origo.hu/tudomany/20150527-bismarck-hadihajó-tengeri-utkozet-harmadik-birodalom-brit-kiralyi-haditengereszet-csatahajó.html)
- FlightSafety International. Online: [https://elearning.flightsafety.com/media/catalog/product/cache/1/small\\_image/222x120/9df78eab33525d08d6e5fb-8d27136e95/s/m/small\\_1\\_3.png](https://elearning.flightsafety.com/media/catalog/product/cache/1/small_image/222x120/9df78eab33525d08d6e5fb-8d27136e95/s/m/small_1_3.png)
- Forkert, André: *Infanteristische Nachtkampffähigkeit in der Bundeswehr*. 2019. június 22. Online: <https://esut.de/en/2019/06/fachbeitraege/streitkraefte-fachbeitraege/13470/infanteristische-nachtkampffaehigkeit-in-der-bundeswehr/>
- Furján Attila: A tüzérség harci alkalmazásának sajátosságai éjszaka. *Hadtudományi Szemle*, 7. (2014), 1. 23–27.
- Geiger, W.: Night vision and night combat capability. *Europäische Sicherheit & Technik*, 2019. április 8. Online: <https://esut.de/en/2019/04/fachbeitraege/ruestung/12085/nachtsicht-und-nachtkampffaehigkeit/>
- Global Binoculars Market 2019-2023. *Technavio*, 2018. november. Online: [www.technavio.com/report/global-binoculars-market-industry-analysis](http://www.technavio.com/report/global-binoculars-market-industry-analysis)
- Hess, Pamela: *Army identifies soldier killed in crash*. UPI, 2002. december. Online: [www.upi.com/view.cfm?StoryID=20021213-124412-7962r](http://www.upi.com/view.cfm?StoryID=20021213-124412-7962r)
- Hogg, Ian V.: *Guinness fegyverenciklopédia*. Guinness sorozat, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1994.
- Husseini, Talal: German military still facing resources shortage, new report finds. *Army Technology*, 2019. január 30. Online: [www.army-technology.com/news/german-military-report-2019/](http://www.army-technology.com/news/german-military-report-2019/)

- Jasztrab Péter – Gúth Gábor: A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete I. rész. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 255–267.
- Jasztrab Péter – Istók Róbert: A világítás katonai vonatkozásai II/1. rész. *Hadmérnök*, 15. (2020), 2. 180–197. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.2.12>
- Jasztrab Péter – Istók Róbert: *Fény és világítás katonai aspektusai*. XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia, 2019.
- Jasztrab Péter: Minimális látási követelmények vészhelyzetekben, avagy a biztonsági világítás. *Hadmérnök*, 10. (2015), 2. 10–11.
- Johnson, Chris: *The Role of Night Vision Equipment in Military Incidents and Accidents*. Dept. of Computing Science, University of Glasgow, Glasgow, G12 9QQ. Online: [www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/night\\_accidents.pdf](http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/night_accidents.pdf)
- Krichevsky, Alexander – Benjamin Meyers – Alexander Vainstein – Pal Maliga – Vitaly Citovsky: *Autoluminescent Plants*. 2010. november 12. Online: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015461>
- Livius, Titus: *A római nép története a város alapításától*. Fordította és összeállította: Gy. Muraközy. Harmadik kötet, 22. könyv.
- Magyar Védelmiipari Szövetség: *Termékek*. Katalógus 2020. Online: [www.vedelmiipar.hu/?lang=hun&mnuGrp=mnuTagsaglmnuTTermek&module=products2](http://www.vedelmiipar.hu/?lang=hun&mnuGrp=mnuTagsaglmnuTTermek&module=products2)
- Matchar, Emily: Seeing in the Dark: The History of Night Vision. *Smithsonian Magazine*, 2017. május 19. Online: [www.smithsonianmag.com/innovation/seeing-dark-history-night-vision-180963357/?page=4](http://www.smithsonianmag.com/innovation/seeing-dark-history-night-vision-180963357/?page=4)
- Mátyás Dániel: *Examination of carrying non-lethal weapons*. *Hadmérnök*, 10. (2015), 4. 65–74.
- Mégsem volt csodafegyvere Arkhimédésznek? *National Geographic*, 2005. október 24. Online: [https://ng.hu/tudomany/2005/10/24/megsem\\_volt\\_csodafegyvere\\_arkhimedesznek/](https://ng.hu/tudomany/2005/10/24/megsem_volt_csodafegyvere_arkhimedesznek/)
- Military Electric Lighting*. Vol. 2. London, Military Books, H. M. Stationery office, 1909. december 31.
- Military Eyewear System Market – Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2016 – 2024. *Transperency Market Research*. Online: [www.transparencymarketresearch.com/military-eyewear-system-market.html](http://www.transparencymarketresearch.com/military-eyewear-system-market.html)
- MSZ EN 60598-1:2008. *Lámpatestek. Általános követelmények és vizsgálatok*.
- MSZ EN 60598-2-4:2000. *Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 4. főfejezet: Általános célú, hordozható lámpatestek*.
- MSZ EN 60598-2-5. *Lámpatestek. 2-5. rész: Egyedi követelmények. Fényvetők*.
- MSZ EN 60598-2-8:1997/A1:2001. *Lámpatestek. 2. rész: Egyedi követelmények. 8. főfejezet: Kézilámpák*.
- Nagy János: Éjjellátó berendezéssel végrehajtott repülések kockázati tényezői. *Repüléstudományi Közlemények*, 22. (2010), 2. 209–216.
- NATO STANAG 2835. (2. ed) (2005). *NATO ultraviolet reflecting (UVR) white colour for the camouflage of military equipment in snow environments*.
- NATO STANAG 2836. (3. ed) (2005). *Eltávolítható festékek álcázáshoz*.
- NATO STANAG 4296. (1. ed) (2004). *Eye protection for the individual soldier – ballistic protection*.
- NATO STANAG 7042. (2. ed) (2004). *Image intensifying night vision devices for aircraft*.

- Parts submitted. *Cambridge iGEM*. Online: <http://2010.igem.org/Team:Cambridge/BioBricks>
- The Pervasive Threat of Green Laser Illuminations and the Need for the Robust Military, Tactical and Aviation Eye Protection Found in Revision's LazrBloc® GF-8 Lenses. *Revisionmilitary*. Online: [www.revisionmilitary.com/en/revisions-lazrbloc-gf-8-lenses-case-study](http://www.revisionmilitary.com/en/revisions-lazrbloc-gf-8-lenses-case-study)
- Tomasits Bence: A Szent István csatahajó. *Újkor*, 2020. január 30. Online: <http://ujkor.hu/content/szent-istvan-csatahajjo>
- Tsimhoni, Omer – Paul Green: *Night vision enhancement system for ground vehicles: The human factor literature*. University of Michigan, Transport Research Institute, 2002. április.
- Tüzérségi fénybiztosítás megszervezése éjjel*. Moszkva Katonai Kiadó, 1986.
- Tyson, Jeff: How Night Vision Works. *HowStuffWorks.com*, 2001. április 27. Online: <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/nightvision.htm>
- US Army DEVCOM C5ISR Center: *History of Army Night Vision*. 2019. február 26. Online: [https://c5isr.ccdc.army.mil/inside\\_c5isr\\_center/nvesd/history/](https://c5isr.ccdc.army.mil/inside_c5isr_center/nvesd/history/)
- Varga Béla: *A tüzérségi harc alkalmazásának sajátosságai a dandár éjszakai védelmében*. Doktori értekezés, MH Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, 1992.
- With the rapid pace of development nowadays, there is so much to consider when buying Night Vision technology. *Night Vision Australia*, 2018. július 13. Online: [www.nightvision.com.au/why-go-digital/](http://www.nightvision.com.au/why-go-digital/)



Horváth Tamás<sup>1</sup>

## Mechanikai védelem mint késleltetés a fizikai védelemben

### Mechanical Protection as Delay in Physical Security

Sokat és sokszor beszélünk a biztonsági szakmában a fizikai védelem egyik legfontosabb védelmi eleméről a mechanikai védelemről. Néhány kivételes esettől (nukleáris létesítmények fizikai védelme) eltekintve szinte soha nem foglalkozunk azzal, hogy a késleltetési funkció az egyik legalapvetőbb feladata minden, a védett területre történő bejutást akadályozó, nehezítő és így késleltető – esetenként építészeti, építőipar – mechanikai védelmi rendszernek, pedig érdemes lenne. Jelen dolgozatomban ezen funkció részleteit és feladatait fogom megvilágítani, segítve ezzel a mérnökök, leendő megrendelők szemléletének a változását ebben a témakörben.

**Kulcsszavak:** késleltetés, mechanikai védelem, fizikai védelem, védelmi funkció

We speak many times in the security profession about one of the most important protection elements of physical protection, is the mechanical protection. Apart from a few exceptional cases (physical protection of nuclear installations), we almost never deal with the fact that one of the most important tasks of mechanical protection elements is the ability to delay. Using up the elements of a mechanical protection system, which are architectural parts sometimes, we will be able to prevent or impede the intruders to access into the protected area in the desired time. In my article I will reveal the details of this function, which could help to change the attitude of engineers and prospective customers.

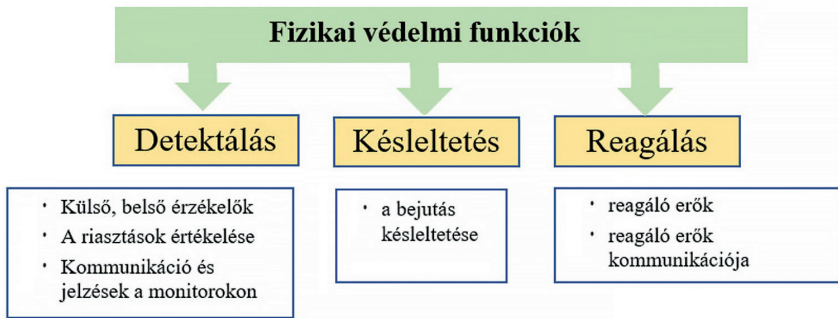
**Keywords:** delay, mechanical protection, physical protection, protection function

### 1. Bevezetés

A fizikai védelmi rendszerek tekintetében nagyon gyakran kapunk olyan feladatot, amely során mechanikai védelmet is kell terveznünk, és kialakítanunk egy adott létesítmény fizikai védelmi rendszere részeként.

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendészet Tudományai Kar, Magánbiztonsági és Önkormányzatai Tanszék, adjunktus, e-mail: [horvathtam@uni-nke.hu](mailto:horvathtam@uni-nke.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1085-3045>

Az 1. ábra alapján jól látható, hogy a detektálás, mint alapfolyamat, mellett a késleltetés is meghatározó eleme egy fizikai védelmi rendszernek a biztonsági rendszerek minden szintjén a lakásunktól az atomerőművekig. Természetesen az már nem mindegy, hogy milyen biztonsági kockázatok kezeléséhez kívánjuk a késleltetésre hivatott rendszer elemeket igénybe venni.



1. ábra

*A fizikai védelmi rendszer alapfunkciói.*

Forrás: a szerző szerkesztése Mary Lynn Garcia: *Design and Evaluation of Physical Protection System (PPS)*. (Kindle Location 230), Elsevier Science, Kindle Edition alapján

A fizikai védelmet rétegekre is bonthatjuk, egyfajta csoportosítás szerint, ennek megfelelően három réteget különböztethetünk meg:

„[H]árom fő védelmi rétegenként a mechanikai-fizikai védelmi elemeket, a biztonságtechnikai rendszereket, valamint az élőerős védelmet és a biztonsági intézkedéseket különböztethetjük meg.”<sup>2</sup>

A jelenlegi fókuszban most az első rétegbe sorolható mechanikai védelemmel foglalkozom mint az első, az engedély nélküli behatoló számára leküzdendő réteggel.

Az egyedi építészeti elemek (például a bejárati ajtók) alapvetően azért készülnek (az az elsődleges funkciójuk), hogy a tulajdonukat, bérleményünket körülhatároló kerítésbe, falazatba történő illesztéssel a tulajdonunkba, bérleményünkbe, illetve a helyiségekbe történő bejutást biztosítsuk.

A bejárati ajtó másodlagos funkciójának tekinthetjük azt a tulajdonosi, bérlői szándékot, hogy az általunk birtokolt területre idegenek, engedéllyel nem rendelkezők ne tudjanak bejutni. Ez az a pont vagy funkció, ahol a biztonság első alkalommal megjelenik, ha egy lakásról, házról, illetve egy létesítményről beszélünk.

Egy lakás, létesítmény védelmi képességének egy fontos eleme az építménybe történő napi használat során meghatározott útvonalon található, a bejutást biztosító ajtó védelmi szintje, pontosabban az a késleltetési idő, amely a rossz szándékú behatoló számára a leküzdendő akadályt képezi.

*Megjegyzés: a napi gyakorlat, a statisztika azt mutatja, hogy egy-egy épület kialakításakor nem minden lehetséges bejáratra tekintünk úgy, mint lehetséges behatolási útvonalra,*

<sup>2</sup> Lippai Zsolt – Thieme-Eső Milán: A szállodák, mint „puha célpontok”. In *Közös kihívások – egykor és most*. Budapest, Magyar Rendészettudományi Társaság, 2020. 174.



amely tény számos későbbi biztonsági problémát okozhat. Soha ne feledkezzünk meg arról, hogy egy esetlegesen meglévő kényelmes udvari bejáratot, hátsó bejáratot jelentő ajtó biztonsági szintje legalább azonos vagy jobb legyen a normál, hétköznapiokban használt ajtó biztonsági szintjével, azaz a késleltetési képességével. (Egy jól takart, nem túl jól megvilágított bejárat esetenként igen csábító lehet egy nem várt behatoló számára. Több időt szánhat a feltörésére, és többfajta szerszámot használhat a bejutáshoz feltűnés nélkül...)

## 2. Behatolás detektálási valószínűsége

Az ajtó mint építészeti elem késleltetési képességei mellett fontos megjegyezni, hogy egyetlen érzékelő sem képes 1,0 valószínűséggel jelezni sem a telepítés pillanatától kezdődően, mint új eszköz, és főként nem az élettartama teljes hossza alatt.

Ezt a bizonyos detektálási valószínűséget, amelyet egyetlen gyártó sem ad meg a műszaki adatlapokon, vagy beszerezzük egy-egy tesztekkel foglalkozó társaságtól, vagy megvásároljuk, ha erre lehetőségünk nyílik valamilyen hivatalos állami szervtől (bizonyos feltételek mellett az Egyesült Államokban van erre lehetőség). Amennyiben nincs lehetőség a hivatalos tesztadatok beszerzésére, egy jó becsléssel is számolhatunk, amennyiben a biztonsági kockázatok ezt a lehetőséget biztosítják, azaz nem kell sehol, semmilyen hivatalos intézmény számára igazolni, hogy mivel számoltunk, vagy 0,5 valószínűségnél magasabb számmal sehol nem kalkulálunk. (Az érzékelő vagy jelez, vagy nem...)

A saját szakmai tapasztalatom, az eddigi tanulmányaim alapján teljes szalmai felelősséggel kijelenthetem, hogy egy átlagos, minőségi gyártó által árusított „egyszerű” passzív infra mozgásértékelő (PIR)<sup>3</sup> detektálási valószínűségét bátran vehetjük PPIR = 0,6-nek, ami valamivel több, mint a „vagy jelez, vagy nem” állapot!

1. táblázat

Detektálási valószínűségek 2 PIR felhasználásával.

Forrás: Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. Hypothetical Atomic Research Institute (HARI)

Érzékelő	Detektálási valószínűség		
	PIR1 ( $P_{d1}$ )	PIR2 ( $P_{d2}$ )	Együttes használat ( $P_{d\bar{0}}$ )
PIR	0,50	0,50	<b>0,75</b>
	0,55	0,55	<b>0,80</b>
	0,60	0,60	<b>0,84</b>
	0,65	0,65	<b>0,88</b>
	0,70	0,70	<b>0,91</b>
	0,75	0,75	<b>0,94</b>
$P_{d\bar{0}} = 1 - (P_{d1} * P_{d2})$			

Pdx: detektálási valószínűség egyetlen PIR-mozgásérzékelő esetében

Pd $\bar{0}$ : detektálási valószínűség több, azonos típusú PIR-mozgásérzékelő esetében

<sup>3</sup> PIR: Passzív Infra Red, infravörös frekvenciatartományban működő mozgásérzékelő.

Az 1. táblázatból jól látható, hogy egyetlen alap PIR-mozgásérzékelő esetén (a leg-egyszerűbb esetben „vagy jelez, vagy nem”) a detektálási valószínűséget  $P_{d1} = 0,5$  vehetjük. Már két egyforma érzékelő esetén is a detektálási valószínűség  $P_{d0} = 0,75$  lesz, amely érték jelentős javulást mutat az eredeti „vagy lesz jelzés, vagy nem”-hez képest. A táblázat további ellenőrzésével láthatjuk, hogy alig kell növelni a detektálási valószínűséget, és az összesített detektálási valószínűség jelentősen javul.

Túlzott magyarázat és gyözködés nem kell senki számára arról, hogy az elismert biztonságtechnikai eszköz-gyártók nem a  $P_{d1} = 0,5$  értékre törekednek, és persze ennél jelentősen jobb a helyzet a gyakorlatban ( $P_{Dpir} = 0,8$ ).

Az eddigi indokok alapján probléma nélkül számíthatunk  $P_{d1} = 0,6$  értékre mint becsült detektálási valószínűségre. Így már két érzékelő használatával  $P_{dössz} = 0,84$  érték lesz, amely megfelelő lehet nem fokozott biztonsági kockázatú létesítmények<sup>4</sup> esetén.

„Az egyes létesítmények, amelyekben a legmagasabb biztonsági kockázatú tevékenység folyik, magától értetődően a legmagasabb szintű fizikai védelemmel kell ellátni. Tekintettel kimagasló biztonsági kockázatra olyan veszélyek bekövetkezésére is készülni kell, amelyek bekövetkeztét a biztonsági kockázatokat értékelő szakértői csoport aktuálisan (historikus adatok nem lévén) magas hatásúnak, de alacsony eséllyel bekövetkezőnek tart.”<sup>5</sup>

Amennyiben példaként egy lakóház vagy egy lakás bejárataként beépített ajtóra szabotázsvédett módon telepített (megfelelő mágnessel sem semlegesíthető) nyitásértékelőt vizsgálunk, a  $P_{dNYIT} = 0,8$  értékkel számítható.<sup>6</sup> A bejáratra telepített szabotázsvédeletten telepített nyitásérzékelő és a bejáratot is lefedő PIR-mozgásérzékelő esetén a  $P_{dÖssz} = 0,9$  feletti értékeket vehet fel, ami elegendő az elvárt detektálási valószínűségnek.

2. táblázat

Detektálási valószínűség nyitásérzékelővel.

Forrás: Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. Hypothetical Atomic Research Institute (HARI)

Érzékelő	Detektálási valószínűség		
	PIR1 ( $P_{d1}$ )	NYIT ( $P_{d2}$ )	Együttes használat ( $P_{d0}$ )
PIR	0,50	0,80	<b>0,90</b>
	0,55	0,80	<b>0,91</b>
	0,60	0,80	<b>0,92</b>
	0,65	0,80	<b>0,93</b>
	0,70	0,80	<b>0,94</b>
	0,75	0,80	<b>0,95</b>
<b><math>P_{d0} = 1 - (P_{d1} * P_{d2})</math></b>			

<sup>4</sup> Lásd: Horváth Tamás: *Elektronikus megfigyelő- és ellenőrzőrendszerek objektumorientált kialakítása különös tekintettel a biztonsági kockázatok rendszerére*. 2018.

<sup>5</sup> Horváth (2018) i. m.

<sup>6</sup> Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. Hypothetical Atomic Research Institute (HARI).

Fokozott biztonsági kockázatú létesítmény esetén a detektálási valószínűség növelésére, az 1,0 valószínűségi értékhez történő korrelálásra, a harmadik érzékelő telepítése a javasolt, ugyanis három azonos típusú érzékelő esetén az alábbi táblázatot kapjuk:

3. táblázat

Detektálási valószínűség 3 PIR felhasználásával.

Forrás: Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. Hypothetical Atomic Research Institute (HARI)

Érzékelő	Detektálási valószínűség			
	PIR1 ( $P_{d1}$ )	PIR2 ( $P_{d2}$ )	PIR2 ( $P_{d3}$ )	Együttes használat ( $P_{d0}$ )
PIR	0,50	0,50	0,50	<b>0,88</b>
	0,55	0,55	0,55	<b>0,91</b>
	0,60	0,60	0,60	<b>0,94</b>
	0,65	0,65	0,65	<b>0,96</b>
	0,70	0,70	0,70	<b>0,97</b>
	0,75	0,75	0,75	<b>0,98</b>
$P_{d0} = 1 - (P_{d1} * P_{d2} * P_{d3})$				

Megjegyzés: Fokozott biztonsági kockázatú létesítmény esetében alkalmazott kültéri érzékelők detektálási valószínűsége  $P_{dPIR} = 0,8$ .<sup>7</sup> Ezen értékkel számolva az ideális detektorcsoport (három érzékelő) esetében a  $P_{d0PIR} = 0,992$ , azaz kellően magas, hogy a behatoló első detektálása gyakorlatilag igen nagy biztonsággal megtörténjen.

A detektálási valószínűség kiemelt jelentőségű minden védett környezetben, ugyanis az első jelzéstől kezdve van lehetőség arra, hogy a reagáló erő (kivonuló szolgálat, helyi beavatkozó egység) riasztását követően a helyszínre induljon.

### 3. Késleltetés mint meghatározó biztonsági paraméter

A késleltetési idő elindulása az első detektálást követően valósulhat meg, ebből már jól érthető, hogy a védett területre történő belépést a lehető legkorábban már érzékelni kellene, ami arra ösztönzi a tervezőt, kivitelezőt, hogy megfelelő mennyiségű és elhelyezésű érzékelő telepítése nem megkerülhető. Nem megengedhető, hogy egy bejárati ajtón végzett különböző rezgésekkel, feszítéssel járó behatolási kísérleteket a telepített behatolásjelző rendszerünk ne érzékelje.

Megjegyzés: önálló építmények, családi házak esetén néhány megfelelően telepített kültéri érzékelő szignifikánsan csökkentheti a detektálási időt, ezzel együtt a meghiúsítási lehetőséget jelentősen növeli. Egyszerűen időben érkezik a reagáló erő.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> International Training Course on the Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities. IAEA, Albuquerque, NM, USA, 2016. november 11–22.

<sup>8</sup> Reagáló erőként lakásoknál, családi házaknál akár egy szomszédval, közel lakó ismerőssel történő támogatás is sokat segíthet a behatolás meghiúsításában, de a kivonuló szolgálatot, rendőrséget soha nem helyettesítheti.

Az egyes beépített építészeti, biztonságtechnikai elemek által biztosított késleltetési időket természetesen sokszoros tesztekkel lehet megállapítani. A gyártók a különböző szabványok szerint készítik a biztonsági nyílászárókat (ajtókat, ablakokat, függönyfalakat stb.), amelyről teljesítménynyilatkozatot adnak ki. A MABISZ<sup>9</sup> ezen gyártói adatok ismeretében és különböző, már elvégzett akkreditált behatolási kísérletek, vizsgálati módszerek, valamint az erre vonatkozó szabványok<sup>10</sup> alapján besorolja.<sup>11</sup>

Fokozott biztonsági kockázati környezetben természetesen más (a szabványok előírásain túl) előírásokat, elvárásokat is megfogalmazhatnak a hatóságok. Ilyen szabályozás az OAH (Országos Atomenergia Hivatal) által gondozott 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről.<sup>12</sup> A jogszabály nagy részletességgel szabályozza azokat a követelményeket, amelyeket a nukleáris anyagokkal dolgozó társaságoknak (nem csak az atomerőműveknek) teljesíteni kell.

Egy adott létesítmény fizikai védelmi rendszerének tervezése és kivitelezése a releváns biztonsági kockázatoktól függ, ergo egy egyedi kockázatértékelést el kell végezni, mielőtt bármilyen tervezésbe, főként költségbecslésbe kezdenénk.

„Egy létesítmény fizikai biztonsági rendszerének tervezését meg kell, hogy előzze egy kockázatértékelés, amely számba veszi, értékeli a valós és a várható kockázatokat. Egy fajta Tervezési alapfenyegetettséget dolgoz ki, amely a tervezési folyamat alapját képezi biztosítva, hogy a tervezési folyamat a biztonsági kockázatokra megfelelő válaszokat adjon.”<sup>13</sup>

A késleltetési idő szerepének megértéséhez érdemes az alábbi 2. ábrát áttekinteni, amely kellő magyarázatot és értelmet ad a különböző fogalmaknak.

„The PPS<sup>14</sup> must provide detection and enough delay for the response force to stop the adversary from successfully completing their tasks.”<sup>15</sup>

A 2. ábra magyarázatáról annyit érdemes tudni, hogy alapvetően egy olyan létesítmény fizikai védelmének magyarázatára készült, ahol a tervezési elv a meghíúsítás volt, azaz fokozott biztonsági kockázatokkal kellett számolni és kezelni azokat. „A fizikai védelmi rendszernek biztosítania kell a detektálást és az elegendő késleltetési időt a reagáló erők számára annak érdekében, hogy a behatolót, a feladata sikeres teljesítése előtt megállítsa.”

Bár a behatoló által választható (a legnagyobb biztonsági kockázatú létesítmény egységgel számoltunk) útvonalon több, különböző technológiájú érzékelő, érzékelőrendszer található, jól látszik, hogy egyáltalán nem mindegy mikor érkezik az első jelzés a diszpécserközponthoz (például: a Fegyveres Biztonsági Őrség által üzemeltetett felügyeleti központhoz) annak érdekében, hogy a behatoló (szabotőr) szándéka szerinti cselekmény megakadályozható legyen.

<sup>9</sup> MABISZ: Magyar Biztosítók Szövetsége.

<sup>10</sup> MSZ EN 1630:2011; MSZ EN 1627:2011.

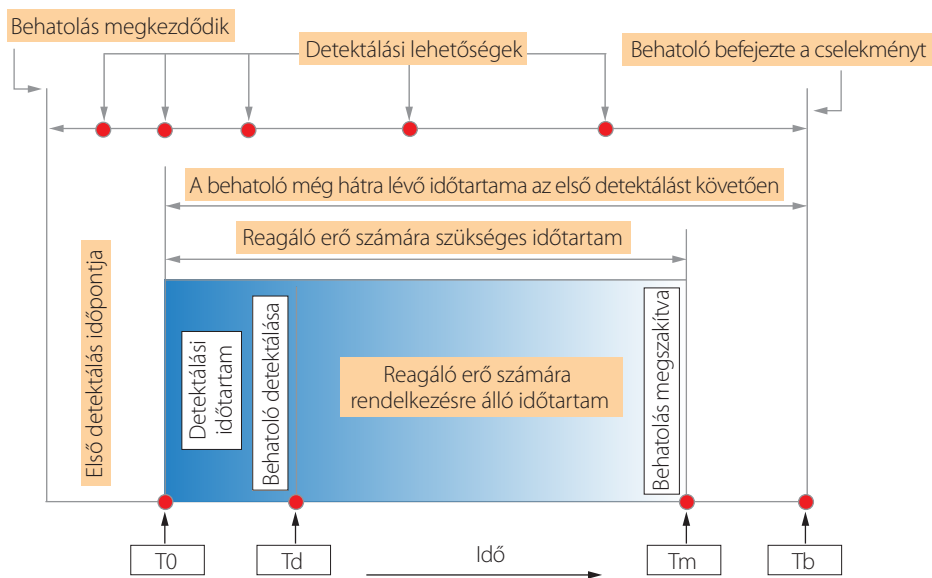
<sup>11</sup> MABISZ besorolási kategóriák: <https://mabisz.hu/ajanlott-biztonsagtechnikai-besorolasi-kategoriak-i/>

<sup>12</sup> <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100190.kor>

<sup>13</sup> Horváth Tamás – Kovács Tibor: *Kockázatértékelési módszerek, azok alkalmazási lehetőségei a fizikai védelem területén*. Tavasz Biztonságtechnikai Szimpózium 2013. Budapest, Óbudai Egyetem, 2013. 10.

<sup>14</sup> PPS: Physical Protection System (fizikai védelmi rendszer).

<sup>15</sup> Mary Lynn Garcia: *Vulnerability assessment of physical protection systems*. Butterworth-Heinemann, 2005.



2. ábra

*Késleltetési idő értelmezése.*

Forrás: Horváth (2018) i. m. tartalmilag átvette: Mary Lynn Garcia: *Vulnerability assessment of physical protection systems*. Butterworth-Heinemann, 2005.

Különösebb képzelőerő és képzettség nem kell ahhoz, hogy észrevegye minden olvasó, az összes olyan építészeti és biztonságtechnikai elem, amely a reagáló erő számára némi többletidőt biztosít a helyszínre érkezéshez, sok esetben kulcstényezővé válik a megghiúsítás, neutralizáció tekintetében.

A célhelyszínre történő érkezés időtartama nem lehet hosszabb, mint:

$$T_e = T_m - T_d \text{ [mp]},$$

ahol

$T_e$ : helyszínre érkezés időtartama;

$T_m$ : cselekmény megszakításának időpontja;

$T_d$ : ellenőrzött detektálási idő.

*Megjegyzés: érdemes percekben és másodpercekben (pp:mp) számolni, ugyanis az egyes késleltetési idők összeadása során látni fogjuk, hogy néhány építészeti és biztonságtechnikai elem valóban rövid késleltetési időt biztosít csupán. Például: 1,5 perc = 1:30 szintaktikát érdemes alkalmazni, mert a decimális átváltással hibát vihetünk a rendszerbe, amely ilyen biztonsági szinten nem elfogadható kockázat. Az angolszász szakirodalom is ezt a rendszert alkalmazza, amint az később látható lesz.*

A késleltetések időtartamáról csak példaként az alábbi, 4. táblázatban megadott adatok jelzik a késleltetési képesség fontosságát, a reagáló erők (kivonuló szolgálat, felszámoló csoport stb.) számára milyen időtartam számítható.

A megadott adatok példaként szolgálnak, a hivatkozott szakmai anyagban több adat van természetesen, sőt az Egyesült Államok Energetikai Minisztériuma rendkívül széles körű teszteléseket végeztet különböző szakmai szervezetekkel, amelyek eredményei bizonyos körülmények között (például az USA-ban kiadott atomerőmű építésére vonatkozó engedély, speciális tanfolyamok, továbbképzések stb.) hozzáférhetők.<sup>16</sup>

4. táblázat

*Építészeti elemek késleltetése percben és másodpercben megadva.*

Forrás: Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. i. m.

Építészeti elem	Rövid leírás	Szerszámok			Robbanóanyaggal		Járművel
		Szerszám nélkül	Kézi	Nagy teljesítményű	Robbantás	Átjutás	
Fal	60 cm vastag, vasbeton fal	∞	∞	15:00	3:00	5:00	∞
	30 cm vastag, vasbeton fal	∞	∞	14:00	2:00	0:54	NA
	20 cm vastag, vasbeton fal	∞	∞	10:00	2:00	0:00	NA
	faszerkezet	1:00	0:30	0:30	0:30	0:00	NA
Ajtók	60 cm vastag vasbeton és acélszerkezetű úszókapu	∞	∞	15:30	3:20	5:00	NA
	30 cm vastag vasbeton és acélszerkezetű úszókapu	∞	∞	10:40	2:40	0:54	NA
	30 cm vastag faszerkezet fém lapokkal megerősítve	∞	∞	8:50	2:40	0:30	NA
	10 cm vastag faszerkezet fém lapokkal megerősítve	∞	5:00	3:00	1:18	0:00	0:05 gazdasági bejárat
	5 cm vastag fa ajtó	∞	0:12	0:12	0:12	0:00	NA
	5 cm vastag fa ajtó, üveg betétekkel	∞	0:12	0:12	0:12	0:00	NA
	0,75 cm vastag acél ajtó	∞	5:00	0:30	0:30	0:00	NA
	V. és VI. kategóriájú páncélajtó (MSZ EN1627-1630:2000)	∞	8:00	1:00	1:00	0:00	NA
	Fém forgóajtó	∞	1:12	0:18	0:18	0:00	NA

Amennyiben ezt a számolási metódust alacsonyabb biztonsági kockázatú létesítményre is szeretnénk alkalmazni, természetesen nincs akadálya. Egy családi ház vagy a lakóparki lakás esetén, kockázatértékelést követően, pontosan meghatározhatóak azok a behatolási (penetrációs) útvonalak, amelyek esetében a késleltetési idők és a detektálási valószínűségeket érdemes számolni.

*Megjegyzés: magánbiztonsági környezetben gyakran előfordul, a kockázatértékelésben nagyobb értéket kell tulajdonítani egy-egy érzelmileg erősen kötődő tárgynak (nem pótolható videófelvétel a gyerekekről, unokákról stb.), mint néhány pótolható műszaki berendezésnek. A tapasztalataim szerint nem elhanyagolható kockázati értéket kell megállapítani esetenként néhány kevésbé értékes, de a tulajdonosok, bérlők számára*

<sup>16</sup> Megjegyzés: NA – nincs adat, nem volt tesztelés tárgya.

egyéni leg fontos dologra, mint például a fehérműs fiók érintetlensége. Mindezek jól kezelhetők egy megfelelő kockázatértékelési módszer esetén.<sup>17</sup>

5. táblázat

Magán-lakókörnyezet esetén a késleltetések.

Forrás: Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. i. m.

Építészeti elem	Rövid leírás	Szerszámok	
		Szerszám nélkül	Kézi
Fal	30 cm vastag, vasbeton fal	∞	∞
	20 cm vastag, vasbeton fal	∞	∞
	Téglafal	∞	∞
	faszerkezetű fal, gipszkarton	1:00	0:30
Épület bejárat (főbejárat, terasz bejárat, erkélyajtó)	10 cm vastag faszerkezet fém lapokkal megerősítve	∞	5:00
	5 cm vastag fa ajtó	∞	0:12
	5 cm vastag fa ajtó, üveg betétekkel	∞	0:12
	0,75 cm vastag acél ajtó	∞	5:00
	V. és VI. kategóriájú páncélajtó (MSZ ENV1627-1630:2000)	∞	15:00
Kerítés	Hegesztett pálcás kerítés	0:10	0:10
	Fonott drótkerítés	0:10	0:10
Egyéb elemek	Minősített lakat	∞	1:30
	Minősített hengerzár rosszul telepítve	∞	2:00
	Nem minősített hangerzár	∞	0:05

A zöld színnel jelzett értékek már számottevő időt jelentenek a szakszerűen telepített behatolásjelző berendezés által generált jelzés a kivonuló szolgálat, esetlegesen egy-egy értesített szomszéd számára.

#### 4. Konklúzió

A behatolásjelző rendszereink szakszerű tervezése és telepítése kulcskérdés a nem kívánt behatoló elrettentése vagy a cselekménye megghiúsítása szempontjából. A tervező számára a gondos kockázatértékelés, az egyes rendszerlemek megfelelő kiválasztása meghatározó a teljes rendszer (az első mechanikai akadálytól a kivonuló szolgálattig) hatékony működése szempontjából. Nem szabad megfedkezni arról, hogy főként nagyvárosokban a kivonuló szolgálatnak a helyszínre történő megérkezése a forgalmi

<sup>17</sup> Lásd: Horváth (2018) i. m.

helyzetektől is függhet, megrendelőként soha ne várjunk el néhány perces kivonulási időt, főként ne szerződéssel és biztosítással támogatva. Azonban 15–20 perc már reális kivonulási idő, ami persze nem jelenti azt, hogy akár 3–5 percen belül nem érkezhetsz a helyszínre a járőr, amennyiben a körülmények szerencsésen egybeesnek. Tehát a nagy valószínűségű első jelzéstől a leszerződött kivonuló szolgálat megjelenése között eltelt 15–20 percet kellene a szakszerűen tervezett és telepített behatolásjelző rendszernek áthidalnia úgy, hogy az esetleges behatolók számára érdemi cselekvési idő ne maradjon, és akár a tettenérésre is lehetőség legyen.

## Felhasznált irodalom

- 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről. Online: [https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=a1100190.kor](https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a1100190.kor)
- Garcia, Mary Lynn: *Design and Evaluation of Physical Protection System (PPS)*. (Kindle Location 230), Elsevier Science, Kindle Edition. Online: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-25612-1>
- Garcia, Mary Lynn: *Vulnerability assessment of physical protection systems*. Butterworth-Heinemann, 2005.
- Horváth Tamás: *Elektronikus megfigyelő- és ellenőrző rendszerek objektumorientált kialakítása különös tekintettel a biztonsági kockázatok rendszerére*. Budapest, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, 2018.
- Horváth Tamás – Kovács Tibor: *Kockázateértékelési módszerek, azok alkalmazási lehetőségei a fizikai védelem területén*. Tavasz Biztonságtechnikai Szimpózium 2013. Budapest, Óbudai Egyetem, 2013.
- Hypothetical Facility Exercise Data Handbook. *Hypothetical Atomic Research Institute (HARI)*. Online: [https://share-ng.sandia.gov/itc/assets/hypo\\_fac\\_hari\\_090117.pdf](https://share-ng.sandia.gov/itc/assets/hypo_fac_hari_090117.pdf)
- International Training Course on the Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities*. IAEA, Albuquerque, NM, USA, 2016. november 11–22.
- Lippai Zsolt – Thieme-Eső Milán: A szállodák, mint „puha célpontok”. In Csaba Zágón – Szabó Andrea (szerk.): *Közös kihívások – egykor és most*. Budapest, Magyar Rendészettudományi Társaság, 2020. 159–182. Online: <https://doi.org/10.37372/mrttvpt.2020.1.9>



Szaniszló Zsolt<sup>1</sup>

## Új személyi légideszantejtőernyő-típus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség V. rész

A lehetséges „trónkövetelők” összevetése a jövőendő alkalmazó szempontjából: a fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrások vizsgálata

### The Hungarian Defence Forces Faces the Inauguration Process of a New Type of Personnel Airborne Troop Parachute, Part V

Comparison of the Possible 'Pretenders' from the Point of View of Future Appliers: The Examination of the Parachute Jumps With Personnel Weapon and Equipment

Többrészes tanulmányom a Magyar Honvédség (MH) új személyi légideszantejtőernyő-rendszerrel történő ellátásának szükségességére hívja fel a figyelmet, és természetesen javaslatot tesz a beszerzésre irányuló kezdeti lépések megtételére.

A tanulmány korábbi részeiben napjaink legelterjedtebben alkalmazott konvencionális személyi légideszantejtőernyő-rendszereit mutattam be, és elemeztem a fő- és a tartalékejtőernyő-, illetve a biztonságinyitóműszer-típusokat.

A tanulmány ötödik, egyben befejező része számos hadseregben alkalmazott modern, de ugyanakkor még hagyományos rendszerű személyi

<sup>1</sup> HM Állami Légügyi Főosztály, repülésfelügyeleti (ejtőernyős) főtiszt, e-mail: [sunnyboymi24@gmail.com](mailto:sunnyboymi24@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0646-1505>

légideszantejtőernyő- rendszerekhez rögzíthető személyi felszereléseket vizsgálja meg, amelyekkel az MH légideszantosai, mint lehetséges alkalmazók, ugrásaikat a jövőben biztonságosan végrehajthatják.

**Kulcsszavak:** ejtőernyős katona, személyi légideszant ejtőernyő rendszer, bekötött nyitási rendszerű ejtőernyős dobás, fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrás

The objective of my serial study is to highlight the necessity of introduction of a new personnel airborne troop parachute system in the Hungarian Defence Forces (HDF) and to make a proposal for the process of the procurement.

I introduced the widely used modern conventional personnel airborne troop parachute systems and examined the types of the main and the reserve parachutes, and the automatic activation devices in the earlier parts of my study.

In the fifth, and actually the final part of my study those accessoires are examined that fitted the modern, but conventional personnel airborne troop parachute systems used by many defence forces, and that could be worn during the parachute dropping safely by the paratroopers of the HDF, as the optional appliers in the future.

**Keywords:** paratrooper, personnel airborne troop parachute system, static line drop, parachute jump with weapon and equipment

## 1. Bevezetés

Mivel a légideszantos katona sok esetben közvetlenül a földetérést követően kell hogy megkezdje harcfeleadatát, annak sikeres megvívásához nélkülözhetetlen, hogy mind az egyéni, mind az alegység tűztámogatását biztosító lőfegyverek azonnal rendelkezésre álljanak.

## 2. A fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrások története

### 2.1. A kezdetek...

A fenti igény már a légideszant megszületésekor megmutatkozott, de annak technikai biztosítása komoly kihívást jelentett mind „az ejtőernyős gyalogság”-ot létrehozó és azt elsőként harcászati és hadműveleti szintű gyakorlatokon kipróbáló Szovjetunióknak, mind az új fegyvernemet a II. világháborúban számos alkalommal sikeresen alkalmazó Németországnak.

Az első tizenkét bator katona 1930. augusztus 2-ai ejtőernyős ugrását 1934-ben már 900, 1935 nyarán 1200, ugyanezen év őszén 1800, míg 1936-ban ismét 1800 fős<sup>2</sup> ejtőernyős deszant ledobása követte, valóságos „légideszantos sokk”-ot okozva

<sup>2</sup> Bácskai Györgyi et alii: *Selyemszárnyakon*. Budapest, Zrínyi, 1969. 40.

a hadgyakorlatok „nyílt napja”-it meglátogató nyugati katonai megfigyelők körében. Ezt jól szemlélteti Lord Hansardnak a Brit Parlament Felsőházában 1936. november 17-én tett felszólalásából való részlet:

„Megértettem, milyen fejlődésen mennek át más hadseregek – az orosz, a német és a francia. Éppen most láttam egy filmet a Kijev környéki nagy orosz hadgyakorlatokról, lenyűgözött egy teljes hadosztály légi deszantolása. A katonák első hullámát ejtőernyővel dobták le – egy teljes dandár ért földet ilyen módon –, harckocsik, közepes lövegek légi szállítással és ejtőernyővel ledobva az első hullám által biztosított területre. Ez komoly, mély benyomást tett rám. A tény, hogy a módszert a német és a francia hadsereg is leutánozza, felhívja a figyelmet Őfelsége hadseregének fejlesztésére.”<sup>3</sup>

Noha a fenti idézet harckocsik ejtőernyős ledobását is megemlíti, meg kell jegyezni, hogy a szovjet légideszant erre csak közel négy évtizeddel később volt képes... Ezt leszámítva a katonai körzetek gyakorlatain végrehajtott tömeges ejtőernyős dobások rendkívül látványosak voltak, de „a szovjet légideszant megálmodója”, Mihail Ny. Tuhacsevszkij marsall mégsem volt maradéktalanul elégedett. A katonák egyéni lőfegyver nélküli kijuttatásával kapcsolatosan a következő megjegyzést tette: „13. Az ejtőernyősök fegyver nélkül ugranak ki. Ezen változtatni kell...”<sup>4</sup> A 600 méteres magasságból kézi nyitási rendszerrel (!) ugró katonák földet érésük után ugyanis meglehetősen sok időt fordítottak személyi fegyvereik megszerzésére az őket dobó repülőgépekből velük egyszerre kijuttatott, puha falú ejtőernyős tartályokból<sup>5</sup>... és már akkor egyértelművé vált, hogy éppen az idő az, amelyből egy hasonló művelet esetében a lehető legkevesebb áll rendelkezésre.

A technikai biztosítás tekintetében – az ugró minőségi kiképzettségén túl – a fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrás végrehajthatóságához két „peremfeltétel” megléte szükséges:

1. olyan szállítórepülőgép-típus, amely megfelelően nagy(méretű) ajtónyílással/nyílásokkal rendelkezik ahhoz, hogy azo(ko)n keresztül a légideszantos katonák kényelmes testtartásban képesek legyenek az ejtőernyőjükhöz rögzített egyéni felszereléssel és fegyverzettel – az alacsony alkalmazási magasságból következően optimálisabb – bekötött nyitási rendszerű ejtőernyős ugrás<sup>6</sup> végrehajtására;
2. olyan típusú személyi légideszantejtőernyő-rendszer, amely a katonai célú ejtőernyős ugrási feladat speciális kritériumainak megfelelően lett kialakítva, így ahhoz az egyéni felszerelés (hátizsák, löszertáska stb., valamint a személyi lőfegyver) a teljes ejtőernyős ugrási folyamat során biztonságosan rögzíthető.

<sup>3</sup> Timothy Neil: *The Evolution of British Airborne Warfare: A Technological Perspective*. A thesis submitted to the University of Birmingham for the Degree of Doctor of Philosophy. Vol. 103. 140–196.

<sup>4</sup> Tuhacsevszkij: *Tuhacsevszkij válogatott művei*. Budapest, Zrínyi, 1975. 25.

<sup>5</sup> Ez az MH jogelődjében, a Magyar Néphadseregben (MN) is alkalmazott PDMM-47 típusú puha falú ejtőernyős teherzsák (Параашютно-Десантный Мякий Мешок – ПДММ) elődjét jelentette.

<sup>6</sup> A jó gépelhagyási testhelyzet már alapesetben meghatározza az ejtőernyőnyitási, illetve -nyílási folyamat jellemzőit és annak sikerességét vagy sikertelenségét bekötött nyitási rendszerű ejtőernyős ugrás esetében.

Így hiába volt a Szovjetunió „úttörő nemzet” nem csak a katonai ejtőernyőzés területén, a fegyveres-felszereléses ugrások fenti „alapproblémáival”, valamint – ezekből adódóan – a biztonságos ugrási módszer kidolgozásával még nekik is meg kellett birkózniuk...

A légideszantosok a technikai hátrányokat kezdetben egyéni bátorsággal „kompenzálták”: a rendszeresített 1891/1931 típusú Moszin–Nagat-puskát, illetve a PPSH-41 típusú géppisztolyt tussal felfelé – de kivett tölténnyel – felakasztották a vállukra (1. ábra), és ugrás közben a fegyver csövét kézzel az oldalukhoz szorítva rögzítették... De a géppisztoly esetében az is előfordult, hogy „egyszerűen” bedugták azt a hasi tartalék ejtőernyő alá (2. ábra).



1. ábra

*Szovjet légideszantos katonák eligazítása gépbeszállás előtt. Jól látható a kivett tárral „vállra vett” PPSH-41 típusú géppisztoly a legközelebbi ugrónál.*

Forrás: Tadeusz Malinowski: *Spadochrony*. Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1974. 359.



2. ábra

*Bajtársaik már megkezdték a gépbe szállást, de a csoport két tagja még megvitat egy-két dolgot: azonos felszerelésük ellenére, géppisztolyuk „rögzítése” jöcskán eltérő...*

Forrás: 6th Guards Airborne Division.

A kezdeti szovjet gondok – részben – visszavezethetők voltak a korabeli szovjet ejtőernyő-technika légideszant-ejtőernyőként való korlátozott alkalmazhatóságára, valamint a Szovjetunió Munkás Paraszt Vörös Hadsereg Légijerején belül az ejtőernyős dobást biztosító repülőgépek folyamatban lévő típusváltására.<sup>7</sup> Ezt csak tetézte a jelentkező szakemberhiány: az úgynevezett „tisztogatás” a politikai, a gazdasági és tudományos elit után a katonákra is lesújtott...

<sup>7</sup> Az Antonov-tervezte A-7 (TB-3) típusú, ejtőernyős dobásra is (részben) átalakított bombázó repülőgép helyét hamarosan a Borisz P. Liszunov vezette tervezőiroda Li-2 típusú szállítógépe vette át, amely az amerikai C-47 (DC-3) licenzváltozatát jelentette. Az új repülőgépen az optimálisabban elhelyezett, nagyobb méretű ajtó jelentősen megkönnyítette a személyi deszant ejtőernyős gépelhagyását, akik ennek következményeként nem szóródtak annyira szét a levegőben, ami a földet érést követő gyors harcbevételre is pozitív hatással volt.

Tényként kell azonban kijelenteni, hogy a németeken kívül a légideszantos műveletekben „komoly fantáziát látó” további nemzetek – mint például az olaszok, a franciák és a lengyelek – sem jártak előrébb, mindegyiküknél hiányzott a fenti két „peremfeltétel” legalább egyike a fegyveres-felszereléses ugrások biztonságos végrehajtásához. A háború kitöréséig ez a helyzet gyakorlatilag változatlan is maradt.

## 2.2. A II. világháború időszaka

Tanulmányom tartalék ejtőernyővel foglalkozó részében kifejtettem, hogy minősített (háborús) körülmények között általában „van lehetőség” a békeidőben egyébként szigorú biztonsági előírások – véleményem szerint néha az észszerűséget is jóval túllépő módon történő – felülbírálására. Ebből „értelemszerűen” az következne, hogy – ilyen esetben – minden nemzet katonái egyéni lőfegyverükkel fogják végrehajtani ejtőernyős ugrásaikat, akár veszélyesek azok, akár nem. Érdekes módon ez mégsem teljesen így történt!

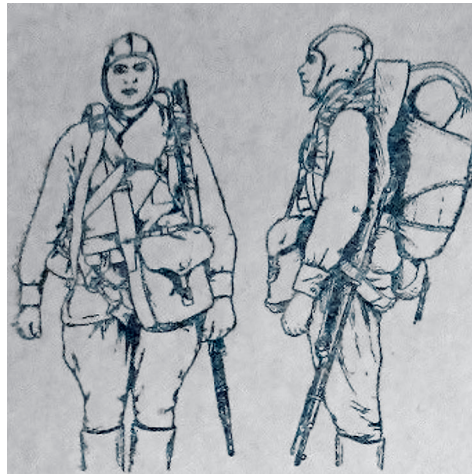
A Szovjetunióban ugyan nem változtattak a bevált gyakorlaton: a katonák ugyanúgy az egyéni lőfegyvereikkel ugrottak (3. ábra), de a felsőbb vezetés legalább megpróbálta ezt „legalizálni” és egységesíteni: az 1942-ben kibocsátott *Szabályzat a Vörös Hadsereg légideszant csapatai ejtőernyős ugrásainak végrehajtására* már rajzokkal illusztrálta a fegyveres-felszereléses ugráshoz történő szabályos felszerelést (4. ábra).



3. ábra

1941 tele, szovjet ejtőernyős katonák szállnak be egy Li-2 típusú szállító repülőgépbe, a moszkvai ellentámadás kezdetén.

Forrás: Чем только не воевали...



4. ábra

Rajz a szabályzat 8. oldaláról: látható, hogy a lényeg gyakorlatilag változatlan maradt...

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből

Ez azonban még a bekötött nyitási rendszer szerint működő légideszant-ejtőernyők rendszerbe állítását követően sem jelenthetett végleges megoldást, noha egy kívülálló úgy gondolhatja, hogy inkább a kézi nyitási rendszerű (szabadeséses) ugrások a veszélyesebbek, mert az ugrónak több ideje van „elveszíteni” a stabilitását a levegőben, így meg fog nőni az ejtőernyő-kupola nyílási rendellenessége bekövetkezésének lehetősége. Valójában a bekötött nyitási rendszerű ugrásoknál is előfordulhat a nyíló ejtőernyő elakadása az ugró valamely kiálló testrészén vagy a hozzá rögzített fegyverzetten, de ennek alapvetően a rossz gépelhagyási testhelyzet az oka, amely egyben a rossz ejtőernyőnyitási helyzetet is „megalapozza”!

Büszkék lehetünk rá, hogy a problémára éppen a fiatal magyar katonai ejtőernyőzésben jelent meg egyfajta megoldás a stabilizátoros ejtőernyő formájában, amelynek „utódai” a katonai és a polgári (sport) ejtőernyőzés<sup>8</sup> mellett egyéb területen is komoly karriert<sup>9</sup> futottak be.

A H-39M típusjelzést kapott ejtőernyő<sup>10</sup> alapesetben is úgynevezett „zuhanó-ugrás”-ra készült, amelynek egyik kritikus pontját a fő ejtőernyő nyitását megelőző szabadeséses szakaszban az ejtőernyős ugró esetlegesen bekövetkező „bepörgés”-e jelent(h)ette. Ezért a teljes rendszert tervezője, Hehs Ákos szkv. mérnök százados egy olyan kis méretű, stabilizáló funkciót ellátó ejtőernyő-kupolával egészítette ki, amely a fő ejtőernyő kézi nyitását követően – hosszú csatolótagja okán – nem gátolta sem a fő, sem esetlegesen a tartalék ejtőernyő kupolájának levegővel való feltöltődését<sup>11</sup> (5. ábra), így téve biztonságosabbá a – nemcsak – fegyveres-felszereléses<sup>12</sup> (6. ábra) ugrások végrehajtását.

Kezdetben elődeink német ejtőernyős bajtársai kezdetben „csak” azt vihették magukkal, ami ugróruhájuk zsebeibe belefért: a 9 mm-es Luger pisztolyt, néhány kézigránátot, valamint az úgynevezett „gravitációs kés”-t.

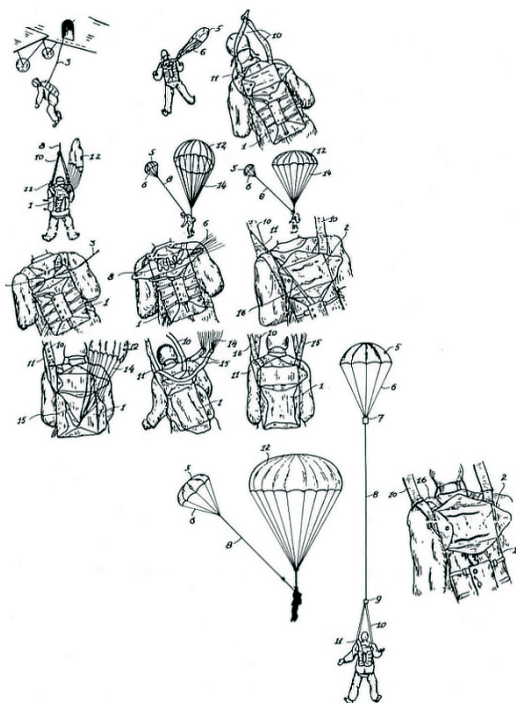
<sup>8</sup> A stabilizátoros ejtőernyő legismertebb és egyben nélkülözhetetlen alkalmazási területe a tandem (páros-ugró) ejtőernyőrendszereké, ahol lehetetlen a fő ejtőernyő nyitása a stabilizátoros kisernyő működtetése nélkül.

<sup>9</sup> Ez az eszköz – két évtizeddel később – több, úrhajózáshoz kötődő ejtőernyős problémára is jó műszaki megoldást kínált: itt kell megemlítenünk az amerikai Gemini, majd Apollo személyszállító úrhajók visszatérő egységeinél alkalmazott több, egymással párhuzamosan működésbe lépő ejtőernyő rendszere esetében a kupolák kihúzóadását és belobbanását segítő, kis méretű stabilizáló ernyők jelentőségét.

<sup>10</sup> Hehs Ákos: A magyar ejtőernyő története. *Top Gun*, (1990), 12. 9–12. Érdemes megjegyezni, hogy a típusjelzésben szereplő „H” betű a tervező családnevének kezdőbetűjére utal, aki az ejtőernyővel kapcsolatos kísérleteit – részben – a szolgálati előljáró (az akkori Magyar Királyi Légierő Parancsnokság) jól dokumentáltan fennmaradt, kifejezett tiltása ellenére (!) hajtotta végre.

<sup>11</sup> A mellékelt ábra alapján megállapítható, hogy maga a 39M típusú ejtőernyő nyitási rendszere nem volt azonos az 1950-es években megjelent „klasszikus” kombinált (stabilizátoros) nyitási rendszerrel, amely a szovjet (orosz) légideszant fő ejtőernyők egyik legismertebb jellegzetessége mind a mai napig.

<sup>12</sup> Az ejtőernyős egyéni lőfegyvere egy vászonból varrt tokban kapott helyet, amelynek szíját – a levegőben történő elvesztés elkerülése okán – az ugró csuklójára tekerték.



5. ábra

A stabilizátoros kisernyővel ellátott Hehs-féle 39M fő ejtőernyő szabadalmi rajza.

Forrás: Dombi Lőrinc: *Selyemkopolák. Fejezetek az ejtőernyő történetéből.* Budapest, Zrínyi, 1993. 76.



6. ábra

Magyar ejtőernyős katona fegyveres-felszereléses ugrás előtt.

Forrás: Pataky Géza: *Ég és föld között.* Budapest, Magyar Repülő Sajtóvállalat és Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, 1942.

Annak bizonyítékeként, hogy több, sikeres légideszantos akciót követően az ejtőernyő hevederzete alá dugott, tokba rejtett géppisztoly, valamint a – futballisták lábszárvédőjéhez hasonlóan felerősített – tartalék táruk meglétét ábrázoló rajz (7. ábra) mégsem a fantázia szüleménye, csak a háború harmadik évében (!) a német ejtőernyős vadászok „hattyúdalát jelentő”<sup>13</sup> krétai bevetésre készülők esetében igazolja előtalált fénykép (8. ábra). „Természetesen” azt is érdemes hozzátenni, hogy – érdekes módon – ezek inkább „megtúrt” egyéni, mint a katonai vezetés által legálisan elfogadott általános technikai megoldásokat jelentettek.

<sup>13</sup> A III. Birodalom vezére a nagy létszámú ejtőernyős akciók tervezését és végrehajtását a „Merkúr”-műveletet követően egyértelműen letiltotta, vélhetően azért, mert az egy „pürrhoszi győzelem”-mel ért fel. Az előtalált adatok – bár minimálisan eltérőek a német veszteséggel kapcsolatban – mégis megrökönytetők: 6000 fő, köztük 3764 (!) fő ejtőernyős vadász (Pöppel [1999] i. m.), illetve 6578 fő és 348 db repülőgépet (Hajdó József: *Légideszantok a korszerű harcban.* Budapest, Zrínyi, 1965. 14.)!



7. ábra

Német ejtőernyősök ugráshoz készülve a művész szerint...

Forrás: Airborne. Pinterest.



8. ábra

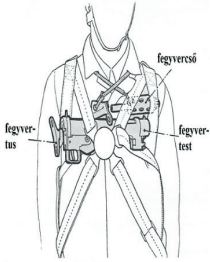
... és a valóságban, Kréta felé tartva.

Forrás: Martin Pöppel: *Mennyország és pokol. Egy német ejtőernyős hadinaplója.* Debrecen, Hajja & Fiai Könyvkiadó Kft., 1999.

A nyugati szövetségeseknél sem volt egységes a fegyveres-felszereléses ugrásokhoz történő hozzáállás. A brit légideszant katonái a Sten-géppisztolyukat – természetesen ugyancsak kivett tölténnyel – egyszerűen bedugták az X típusú ejtőernyőjük hevederzete alá, rögzítésre a nyakukba vett fegyverszíjat használva (9. és 10. ábra). Ez a módszer jelentősen meggyorsította annak földet érést követő szükségzerű használatát, de hosszabb lőfegyverek esetében ők is a fegyvertokba történt csomagolást tartották biztonságosabbnak az ejtőernyős ugrás végrehajtásához (11. ábra).

A „vörös ördögök” emellett az elsők között voltak, akik már nagyobb teherzsákokkal is képesek voltak ugrani (12., 13. és 14. ábra) olyan módon, hogy a zsákot a gépelhagyástól a kupola belobbanásának pillanatáig kézzel (!) „rögzítették”, majd az ejtőernyő hevederzetéhez erősített kötél végére leengedték: csökkentve az ejtőernyővel való földet érés sebességét.





9. ábra

*Sten-géppisztoly az X típusú ejtőernyő hevederzete alatt.*

Forrás: Early British Paratroop Training – Parachute School Ringway 1941. *Arnhem Jim*, 2012. november 30.



10. ábra

*Királynői szemle: a brit ejtőernyős büszkén válaszol a királynő kérdésére. A kép jobb szélén a fiatal trónörökös, a jelenlegi II. Erzsébet látható.*

Forrás: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/The\\_Queen\\_and\\_Princess\\_Elizabeth\\_talk\\_to\\_paratroopers\\_in\\_front\\_of\\_a\\_Halifax\\_aircraft\\_during\\_a\\_tour\\_of\\_airborne\\_forces\\_preparing\\_for\\_D-Day%2C\\_19\\_May\\_1944.\\_H38612.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/The_Queen_and_Princess_Elizabeth_talk_to_paratroopers_in_front_of_a_Halifax_aircraft_during_a_tour_of_airborne_forces_preparing_for_D-Day%2C_19_May_1944._H38612.jpg)



11. ábra

*Lengyel ejtőernyős brit felszereléssel.*

Forrás: Early British Paratroop Training – Parachute School Ringway 1941. (2012) i. m.



12. ábra

*A brit ejtőernyős zsák rögzítése az ejtőernyő hevederéhez...*

Forrás: Para Trooper's Leg Bag (Bags Kit Special MK2). *Pegasus Militaria*.



13. ábra

*... és az ugró „lendületet vevő” lábához, segítve a gépelhagyást!*

Forrás: Para Trooper's Leg Bag (Bags Kit Special MK2). *Pegasus Militaria*.



14. ábra

*Arnhem felett, 1944. szeptember 17. A „vörös ördögök” egy C-47 típusú szállító repülőgép ajtajában, az ugrás előtt.*

Forrás: Malinowski (1974) i. m. 387.

Alaposan megfigyelve az előző képeket, észre kell hogy vegyük: az ejtőernyős zsákokot az ugró jobb alsó lábszarához rögzítették. Ez azonnal érthetővé válik, ha tudjuk: a háború második felében a britek is C-47 (DC-3) típusból hajtották végre ugrásaikat, a gép bal oldalán elhelyezett ajtó küszöbétől bal lábbal rugaszkodva el, ehhez nyújtott jobb lábbal véve a lendületet,<sup>14</sup> amely módszer még a hosszabb lőfegyverrel való ugrás esetén is<sup>15</sup> biztonságos gépelhagyást garantált.

Az amerikaiak – bár ők is a „bicska”-testhelyzetet alkalmazták – csak részben követték ezt az utat, ezt tanúsítja az 1944-ben készült alábbi három felvétel (15., 16. és 17. ábra) is.



15. ábra

1944. június 5. Amerikai ejtőernyős Thompson M1A1 típusú géppisztollyal a T-7 típusú főejtőernyő hevederzete alatt.

Forrás: D-Day – 15 Stunning Photos & Footage of Allied Airborne Forces. *War History Online*.



16. ábra

Irány Normandia! Amerikai ejtőernyős a tartalék ejtőernyője alá rögzített M1 Garand típusú puskájával.

Forrás: World War II: Paratroopers is a photograph by Granger which was upload<sup>ed</sup> on December 3rd, 2014. *Fineartamerica*.



17. ábra

1944. M1A1 típusú karabélyt rejtő fegyvertok az ugró oldalán, míg a háttérben egy 1950M fegyvertokelő látható!

Forrás: [www.combatreform.org/para-trooper.htm/](http://www.combatreform.org/para-trooper.htm/)

Noha az előbbieket – a fegyveres-felszereléses ugrásokkal kapcsolatosan – csak egy-egy kiragadott példát jelentenek a katonai ejtőernyők technikatörténetéből, és egy kívülálló szemében apróságnak is tűnhetnek, nagyban megalapozták a korszerű, de még hagyományos légideszantejtőernyő-technika továbbfejlesztésével kapcsolatos kutatások irányát.

<sup>14</sup> A gépelhagyást követő, repülési iránnyal szembe történő kifordulást és az úgynevezett „bicska”-testhelyzet felvételét a levegőáram ugró jobb lábára (valamint az ahhoz rögzített málhazsáakra) ható torlónyomása jelentősen segítette.

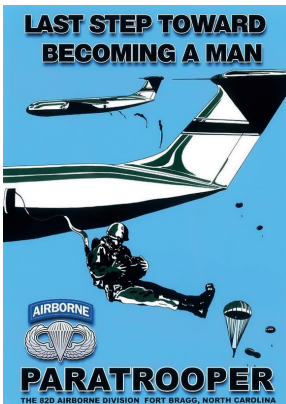
<sup>15</sup> Lásd: 11. ábra.

### 2.3. A hidegháborútól napjainkig

A hidegháborúban már más „szelek fújtak”, így a mérnököknek fiatalabb haditechnikaeszköz-generációkat kellett „csatasorba állítaniuk” a – várható újabb háborús kihívásoknak már csak részlegesen megfelelő – „győzelem fegyverei” helyett. A komolyabb kutató- és elemző munkák elvégzését biztosító lehetőségek a tanulmányom jelen részének elején utalt két fő követelménynek történő megfelelést célozták meg. Ezek közül a légideszantosokat a dobási zóna fölé el-, majd ott ejtőernyővel kijuttató repülőgépek létrehozása és hadrendbe állítása jelentette az *első „peremfeltétel”*-t, amely döntő módon befolyásolta az új, de még változatlanul konvencionális (hagyományos) személyi légideszantos fő ejtőernyők nyitási rendszerének és szerkezetének kialakítását.

A szovjetek az ejtőernyős dobást 350–400 km/h sebességgel biztosító repülőeszközökben gondolkodva a kombinált (stabilizátoros) nyitási rendszerű, de alapvetően irányítható, míg az amerikaiak a maximálisan 150 knots (230 km/h) dobási sebességnél még biztonságosan – és változatlanul a „Heinecke-rendszer” alapján – nyiló, ugyanakkor irányíthatatlan személyi légideszantejtőernyő-rendszerek tervezése irányába léptek tovább. Ez jelentette a *második „peremfeltétel” első felének technikai biztosítottóságát*.

A szállító repülőgépek fenti sebességértékei, a kezdetben kizárólagosan oldalsó részen elhelyezett ajtó(k), majd egyre inkább a hátsó rámpa méretei, valamint a rendszeresített légideszantejtőernyő-rendszerek fő ejtőernyőinek nyitási rendszerei együttesen határozták meg a biztonságos gépelhagyás módját. Ez eredményezte a „nyugati” oldalon – a már említett – úgynevezett „bicska”-testhelyzet (18. ábra) „megmaradását”, ugyanakkor a „keleti” oldalon megkezdődött az úgynevezett „zsugor”-testhelyzet (19. ábra) napjainkig tartó (!) „egyeduralkodása”.



18. ábra

Az Amerikai Egyesült Államok Hadserege, 82. Légideszant Hadosztály toborzóplakátja: központi elem az úgynevezett „bicska” gépelhagyási testhelyzet.

Forrás: Pinterest. Online: [www.pinterest.es/pin/58476495145784292/](http://www.pinterest.es/pin/58476495145784292/)



19. ábra

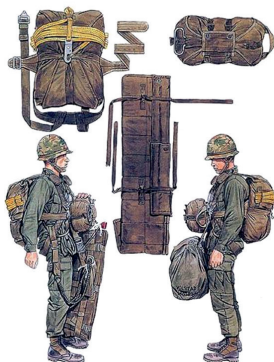
Az úgynevezett „zsugor” gépelhagyási testhelyzet a valóságban, orosz ejtőernyősök kombinált (stabilizátoros) nyitási rendszerű ugrása D-6 típusú ejtőernyővel.

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből, a kép eredete ismeretlen

A második „peremfeltétel” második felének technikai biztosítottságához, vagyis az ejtőernyős teherzsák szerkezeti kialakításához, méretének meghatározásához és a személyi légideszant-ejtőernyő hevederzetéhez történő rögzíthetőségéhez a kötelezően betartandó gépelhagyási testhelyzet felvétele jelentette az elsődleges kritériumot. Emellett azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül az ejtőernyős ereszkedés jellegét, végül a földet érés biztonságos kivitelezését sem, hiszen ne felejtjük el: a légideszantos katona harctevékenysége alapvetően csak a földet érését követően kezdődhet meg... De ahhoz először, lehetőleg sérülésmentesen kell azt végrehajtania, ehhez pedig kifejezetten fontos tudni, hogy az ejtőernyős teherzsákkal és az esetleges fegyvertokkal „mit lehet büntetlenül megtenni” a levegőben, és mit nem.

Szinte lehetetlen minden típust bemutatni, amelyet a II. világháborút követően, a világ „keleti” vagy „nyugati” oldalán rendszeresítettek, ezért csak a legfontosabbakra térek ki.

A „nyugati” ejtőernyők nyitását tekintve a „Heinecke-rendszer” állandósága, valamint az ebből következő úgynevezett „bicska”-testhelyzet eredményezte az ugró elé, a hasi tartalék ejtőernyője alá felfüggesztett teherzsák alkalmazhatóságának gondolatát. Ez a koncepció a brit X típusú ejtőernyőnél bevált módszerből<sup>16</sup> „fejlődött ki” lépésről lépésre: az ugró jobb lábszárán rögzített zsák először a katona combjára „kúszott fel”, majd – már egyre inkább PDB<sup>17</sup>-ként emlegetve – két ponton lett rögzítve az ejtőernyő hevederzetéhez, elősegítve a nyílásban lévő fő ejtőernyő kupolájára ható terhelés szimmetrikusabbá tételét. A gondolat olyan jól bevált, hogy az amerikai T-10 típusú ejtőernyőrendszer valamennyi modifikációjával „összefonódva” (20. ábra) egészen napjainkig megmaradt! Igaz, „csak” részben, mert az eredeti PDB-t menet közben HSPR<sup>18</sup> típusú univerzális teherhevederzet-rendszerre cserélték le, az egyéni lőfegyver azonban – a méretétől függetlenül – továbbra is az 1950M fegyvertokban kap helyet (21. ábra).



20. ábra

Amerikai ejtőernyős katona T-10 típusú ejtőernyő rendszerrel, ejtőernyős teherzsákkal és 1950M fegyvertokkal felszerelve az 1960-as évek elején.

Forrás: Pinterest. Online: <https://hu.pinterest.com/pin/314618723961163721/>



21. ábra

Amerikai ejtőernyős katona már HSPR típusú ejtőernyős teherhevederzet-rendszerrel, és az 1950M fegyvertokkal az 1980-as években.

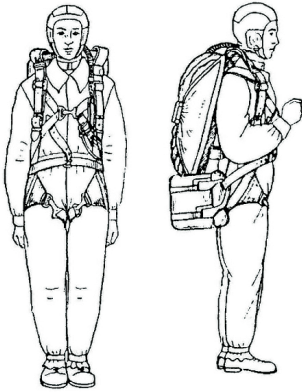
Forrás: David Bohrer: *Amerikai különleges alakulatok*. Budapest, Gulliver Könyvkiadó Kft., 1998. 54.

<sup>16</sup> Lásd: 12., 13. és 14. ábra.

<sup>17</sup> Ejtőernyős teherzsák (Parachute Drop Bag – PDB).

<sup>18</sup> Egy ponton leoldható hevederzet (Harness Single Point Release – HSPR).

A „keleti” ejtőernyőtípusoknál jól alkalmazható úgynevezett „zsugor”-testhelyzet már alapesetben is az ugró mögé, a fő ejtőernyő tokja alatt rögzített teherzsák formájában (22. ábra) adta meg a választ a felfüggesztési hely kérdésére, amely a szovjet GK<sup>19</sup>-30 típusú ejtőernyős zsák (23. és 24. ábra) megjelenésében realizálódott.



22. ábra

A fő ejtőernyő tokja alá rögzített ejtőernyős teherkonténer felerősítésének vázlata.

Forrás: Н. А. Лобанов: *Основы расчёта и конструирования парашютов*. Москва, Издательство Машиностроение, 1965. 330.



23. ábra

GK-30-2 típusú teherkonténer a D-1 típusú fő ejtőernyő tokja alatt.

Forrás: Грузовой Контейнер GK-30-2. Forgalmaszói prospektus, В/О Авиаэкспорт, СССР, Москва. 4.



24. ábra

GK-30-2 típusú teherkonténer a D-1 típusú fő ejtőernyő tokja alatt.

Forrás: Грузовой Контейнер GK-30-2. Forgalmaszói prospektus, В/О Авиаэкспорт, СССР, Москва. 4.

A fegyver rögzítésével kapcsolatosan az ejtőernyő hevederzetéhez erősített tokban vagy a hevederzet alatti „csupasz” felkötésben találta meg a megoldást a „keleti” koncepció.

*Összefoglalva:* látható, hogy a repülőgép, valamint a fő ejtőernyők nyitási rendszerének azonossága sem vezetett automatikusan – még a szövetséges hadseregek között sem – az alkalmazási, gépelhagyási stb. módszerek teljes egységesítéséhez.

Kijelenthető azonban, hogy a fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrások végrehajtásával kapcsolatosan már a II. világháború során is több olyan technikai megoldás, intézkedés jelent meg – ezt a tanulmány jelen részében többé-kevésbé bemutatuk –, amely a biztonságot szolgálva még napjainkban sem veszített létjogosultságából. Háborús időkben tudományos kutatásokra, elemzésekre azonban kevés lehetőség van, ezért volt szükség több esetben is „a szerény technikai lehetőségek egyéni bátorsággal történő kompenzálására”.

<sup>19</sup> Teherkonténer (Грузовой Контейнер – ГК).

A hidegháború időszakában azonban a kutató-fejlesztő munka – ahogy tanulmányom előző részeiben már több esetben említettem – a légideszantejtőernyő-technika tervezésével kapcsolatosan a világ mind a „keleti”, mind a „nyugati” felén egy-egy olyan fő irányvonal kialakulásához vezetett, amelyek a konvencionális kialakítású személyiejtőernyő-rendszerek legújabb modifikációinak tervezési koncepcióját mind a mai napig jelentősen meghatározzák.

Ahhoz, hogy az MH jövőbeni személyi légideszantejtőernyő-rendszeréhez rögzíthető ejtőernyős teherzsákokat, teherhevederzet-rendszereket és fegyvertokokat a jövőben alkalmazó szempontjából össze tudjuk hasonlítani, komoly, részleteibe menő gyakorlati tapasztalatokkal (is) kell(ene) hogy rendelkezünk, de ennek sajnos (még) nem minden típus esetében vagyunk birtokában. Azt azonban meg kell hogy jegyezzem: mind a „keleti”, mind a „nyugati” termékekkel kapcsolatosan vagy nekünk, vagy elődeinknek azért vannak olyan alapvető gyakorlati ismereteink, amelyekre a következőkben biztonságosan tudunk építeni!

### 3. A lehetséges ejtőernyős teherzsák, teherhevederzet-rendszer és fegyvertok-„utódok”

Az alábbi táblázat az MH-ban általam elképzelt, rendszeresíthető konvencionális kialakítású (hagyományos) fő ejtőernyőhöz (lásd: tanulmányom első részének<sup>20</sup> 1. táblázatát) rögzíthető személyi ejtőernyős teherzsák-, teherhevederzet-rendszer- és fegyvertoktípusok harcászati adatait tartalmazza (1. táblázat), a hivatalos gyártói kiadványaik alapján:

1. táblázat

Az MH-ban általam elképzelt, rendszeresíthető személyi légideszantejtőernyő-rendszerhez rögzíthető személyi ejtőernyős zsák-, teherheveder-rendszer-, fegyvertoktípusok fő harcászati jellemzői.

Forrás: a szerző készítette a hivatalos gyártói prospektusok<sup>21</sup> felhasználásával

Típus és megnevezés	Gyártó ország	Fő ejtőernyőtípus	Elhelyezés	Rögzítés	Rögzítés oldhatósága ereszkedés közben	Tömeg üres/max. (kg)	Befoglaló méretek (cm)	Üzemeltetési élettartam (év vagy alkalmazás)
<b>Személyi ejtőernyős teherzsák-, illetve ejtőernyős teherhevederzet-rendszer típusai</b>								
<b>SGE-006 teherhevederzet-rendszer</b>	Németország	<b>RS-4/4 LA</b>	elöl, a tartalék ejtőernyő alatt	háromkarikás leoldózár	igen	0,95/50	45 x 35 x 85	15 év

<sup>20</sup> Lásd: tanulmányom első része. Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség I. Rész. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 267–278. Online: [www/hadmernok.hu/153\\_22\\_szaniszlosz.pdf](http://hadmernok.hu/153_22_szaniszlosz.pdf)

<sup>21</sup> *Kézikönyv az SGE 006 típusú hátizsák-hordhevederhez, cikksz.: 50-524/01:00*. SPEKON GmbH, 2004.; CPS Parachutist Drop Bag. PAAVAK. Online: <http://paavak.in/product/cps-parachutist-drop-bag/>; Грузовой Контейнер ГК-30-У. Gyártói prospektus, O. A. O. Ивановский парашютный завод, 2016. 60.; *Az NSV-12 típusú málharendszer P-004-13 sz. kezelési, üzemeltetési, hajtogatási, ápolási, tárolási és karbantartási kézikönyve*, 5. kiadás, érvényes az 1748002 gyártási számtól. A MarS a.s. kiadványa, (2017), 7. Jevičko, Czech Republic. 4., 10.; *Static Line Parachuting Techniques and Training*. TC 3-21.220 [TC 3-21.220/MCWP 3-15.7/AFMAN 11-420/NAVSEA SS400-AF-MMO-010]. Washington, D. C., Headquarters, Department of the Army, 2018. 12–41.

Típus és megnevezés	Cyártó ország	Fő ejtő-ernyőtípus	Elhelyezés	Rögzítés	Rögzítés oldhatósága ereszkedés közben	Tömeg üres/max. (kg)	Befoglaló méretek (cm)	Üzemeltetési élettartam (év vagy alkalmazás)
<b>PDB teherzsák</b>	Amerikai Egyesült Államok	<b>MC-6, T-11</b>	elől, a tartalék ejtőernyő alatt	háromkarikás leoldózár	igen	5,76/54	58 x 41 x 30 (kis méret)	nem ismert
							66 x 46 x 30 (közép méret)	
							76 x 46 x 41 (nagy méret)	
<b>GK-30-U teher-konténer</b>	Oroszország	<b>D-6/4, D-10</b>	hátsul, a fő ejtőernyő alatt	speciális szíj	igen	3,5/29	46 x 22 x 42	10 év vagy 25 alkalmazás
<b>NSV-12 univerzális teherrendszer</b>	Csehország	<b>OVP-12 SL, OVP-80.08</b>	elől, a tartalék ejtőernyő alatt	háromkarikás leoldózár	igen	5,2/60	70 x 50 x 30	15,5 év
<b>Személyi ejtőernyősfegyvertek-típusok</b>								
<b>1950M</b>	Amerikai Egyesült Államok	<b>MC-6, T-11</b>	az ejtőernyő-hevederzet és a teherzsák/teherheveder bal oldalához rögzítve	rögzítő zsinór, heveder és fémcsat	igen, a teherzsákot/teherhevedert leengedő kötél mentén lecsúsztható	3,6/54	~5 x 26,04 x 85,09÷127 (a tok hossza a fegyverhossz alapján beállítható)	nem ismert
<b>PZ-038</b>	Csehország	<b>OVP-12 SL, OVP-80.08</b>	az ejtőernyős teherzsák elejéhez rögzítve	heveder és műanyag csat	nem	0,25 / nem ismert	max. 76 cm hosszú fegyverhez	15,5 év

Tanulmányom jelen részének legfontosabb mondanivalóját a második „peremfeltétel”-nek történő megfelelés vizsgálata jelenti, amelyet a fő- és a tartalék ejtőernyők vizsgálata esetében is alkalmazott három szakasz – vagyis a gépelhagyás és az ejtőernyő nyílása, a már nyitott kupola alatt történő ereszkedés, valamint a földet érés – vonatkozásában fogom elvégezni.

#### 4. A lehetséges ejtőernyős teherzsák, teherhevederzet-rendszer és fegyvertek-„utódok” részletes összevetési szempontjai

A „komplex személyi légideszantejtőernyő-rendszer”-elv miatt az ejtőernyős ugrás végrehajtása esetén a legfontosabb – az ejtőernyősből, a személyi légideszant-ejtőernyőből,

valamint a személyi fegyverzetből és felszerelésből álló – teljes rendszer<sup>22</sup> stabilitásának biztosítása az ejtőernyős ugrási folyamat első pillanatától kezdve egészen az utolsóig.

#### 4.1. Az ejtőernyő-kupola teljes feltöltődéséig tartó szakasz vizsgálata

Érdekes módon már a gépelhagyást megelőző szakasz sem lehet közömbös a fegyveres-felszereléses ugrások szempontjából: a felszerelést követő gépbeszállás előtti (25. és 26. ábra), valamint a dobási zóna felé tartó repülőút időtartama akár több órá<sup>23</sup> is lehet!



25. ábra

Amerikai légideszantosok várakoznak a hangárban.

A pad speciális ergonomiai kialakítása csak részben könnyíti meg a már teljesen felszerelt ugrók hosszú várakozását...

Forrás: Airborne Students Conduct Parachute Jumps. U.S. Department of Defense.



26. ábra

Orosz ejtőernyősök várakoznak a nyílt ég alatt, egy téli kiképzési ugrás előtt. Láthatóan kényelmes az ülés a GK-30-U típusú teherkonténeren.

Forrás: Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище.

Ehhez kapcsolódóan nem felejtkezhetünk el a dobást végző repülőeszközhöz való „sétáról” sem (27. és 28. ábra), ennek jellegzetességét az ejtőernyő hevederzetéhez rögzített egyéni felszerelés és fegyverzet fizikai paraméterei egyértelműen befolyásolják. Vagyis: az előírászerű gépelhagyás végrehajtását sem segíti elő, ha az ejtőernyős már az ugrást megelőzően elfárad, mert nem lesz képes annak végrehajtására pontosan koncentrálni.

<sup>22</sup> A továbbiakban az ejtőernyősökből, a személyi légideszantejtőernyő-(rendszer)ből, valamint az adott ugrási feladat végrehajtásához az ahhoz rögzített személyi fegyverzetből, valamint felszerelésből álló teljes rendszerre tanulmányom jelen részében, a továbbiakban mint teljes rendszerre fogok utalni.

<sup>23</sup> Az ejtőernyős ugrás biztonságát szolgálja, hogy az ejtőernyős ugráshoz szükséges felszereléshez (a fő és a tartalék ejtőernyőhöz, valamint az annak hevederzetéhez rögzített személyi fegyverzethez, illetve teherzsákhöz) – annak leellenőrzését követően, egészen az ugrás pillanatáig – már csak szakember nyúlhat. A „Warlord Rock 2015” gyakorlaton 2015. február 26-án 13.00-ra befejeződött a teljes végrehajtó légideszantos állomány felszerelése az olaszországi Aviano Air Base-en, majd 3 órán át vártuk a hangárban a C-130 és C-17 típusú szállító repülőgépekbe történő beszállást. Ott újabb, kb. 2 és fél óra várakozás és repülés után hajtottuk végre az ugrást Pápa felett, amely valóságos megváltást jelentett!





27. ábra

Magyar és amerikai légideszantosok a PDB és az 1950M fegyvertokba rejtett löfegyverük súlya alatt görnyedezve „cammognak” fel a C-17 típusú nehéz szállító repülőgép hátsó rámpáján.

Forrás: Combined Exercise Warlord Rock pre-jump 150226-A-MM054-016. *Wikimedia.*



28. ábra

Orosz ejtőernyősök a kis méretű GK-30-U típusú teherkonténernek (is) köszönhetően könnyedén „masíroznak” a polgári festésű (!) Il-76 típusú nehéz szállító repülőgép „árnyékában”.

Forrás: <http://sdrvdy.ru/news/desantniki-otdelno-go-soedineniya-vdv-i-brigady-specialnogo-naznacheniya-cvo-vpervye-provedut-sovmestnoe-desantirovanie-lichnogo-sostava-iz-samoletov-il-76/>

A fő ejtőernyő nyitási/nyílási folyamata már alapesetben sem lehet teljesen stabil lefolyású, ugyanis sem az ejtőernyős, sem a kupolát magában rejtő úgynevezett „belsőszak”-ból a légáramlatba kijutó, majd ott belobbanó kupola körüli áramlás sem lesz az! Továbbá a „nyugati” ejtőernyő-hevederzethez az ugró elé és oldalt rögzített fegyver és felszerelés alapvetően csak negatívan befolyásolhatja az előírászerű gépelhagyási testhelyzet felvételét... (29. és 30. ábra).



29. ábra

Inkább „zsugor”-nak, mint „bicská”-nak „sikerült” gépelhagyás még az 1950-es évekből. Az 1950M fegyvertok ekkor még az ugró jobb oldalán (!) volt...

Forrás: Jim Greenwood: *Parachuting for sport.* New York, Sports Car Press Ltd., 1962.



30. ábra

Amerikai légideszantos gépelhagyása, C-17 típusú nehéz szállító repülőgépből, napjainkban. Noha az ejtőernyős-technika korszerűnek mondható, ez a gépelhagyás mégsem nevezhető igazán előírászerűnek...

Forrás: Combined Exercise Warlord Rock pre-jump 150226-A-MM054-016. i. m.

Az előző képeket megvizsgálva egy érdekes paradoxont kell észrevennünk: a „Heinecke-rendszer” alapján működő fő ejtőernyő nyílási folyamata – még a kisebb dobási sebesség ellenére is – éppen az ugró „bicska”-testhelyzete miatt válhat könnyebben instabillá, amihez a nagy méretű PDB és az 1950M fegyvertok<sup>24</sup> még „komoly segítséget is nyújt”!

A „keleti” ejtőernyő-konstruktőrök az alaphelyzetben is már inkább kombinált (stabilizátoros) nyitási rendszerű légideszantejtőernyő-rendszereik miatt – a „nyugati” „kollégáik”-kal ellentétben – a kisebb méretű, az ugró mögött, a fő ejtőernyő alá rögzített ejtőernyős zsákban vélték megtalálni a megoldást: ez a „zsugor”-gépelhagyási testhelyzettel együtt alkalmazva gyakorlatilag zérusra csökkentette a nyílási rendelle-  
nességek bekövetkezését.

Sokak által ismert, hogy az MH és az MN által is évtizedeken keresztül alkalmazott, keletnémet gyártású RS-„generáció” első „családtagjai” is ezen konstrukciós elv alapján készültek, tökéletesen biztosítva az akkori felhasználói igényeknek történő megfelelést. Így nem is csodálkozhatunk rajta, hogy az RS-4/3, RS-4/4A, illetve RS-8A típusú ejtőernyők esetében is hátra, a tok alá csatolták fel a – vélelmezhetően a szovjet GK-30 típusú teherkonténer „ihlette” – magyar GM-85 típusú ejtőernyős hátizsákot (31. ábra), amelynek méretei nem voltak túlságosan nagyok, de ezt a hátrányt jelentősen ellensúlyozta, hogy könnyen és gyorsan lehet vele a gépelhagyást végrehajtani.<sup>25</sup>

Érdekes módon az MH által rendszeresített utolsó RS-„családtag”-hoz, az RS-4/4LA-hoz alkalmazott SGE-006 teherhevederzet-rendszer már az ugró elé került rögzítésre, de a gépelhagyásra – alapvetően a Mi-8, illetve Mi-17 típusú helikopterek kis méretű oldalajtaja miatt – a továbbiakban is a „zsugor”-testhelyzetet alkalmazták (32. ábra).



31. ábra

Magyar ejtőernyős katona az RS-4/4A típusú főejtőernyője alá csatolt GM-85 típusú ejtőernyős hátizsákkal.

Forrás: Egerszegi János – Kővári László – Zord Gábor – Sárhidai Gyula – Zsig Zoltán: *Arsenal 2003. Hungarian Defence Forces*. Skybear Bt. 29.



32. ábra

Gépelhagyás „zsugor”-testhelyzetben, helikopterből, de már SGE-006 típusú teherhevederzet-rendszerrel.

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből, készítette: Kovács Illés zászlós, ejtőernyő-beugró, 2009. július 28-án, Szolnok-Szandaszőlős sportrepülőtér felett.

<sup>24</sup> Friday, April 12, 2013. Pic of the day. 2nd Brigade Combat Team, 82nd Airborne Division. *Snafu*.

<sup>25</sup> Ez azzal az előnnyel jár, hogy egy 8-10 főből álló különleges műveleti vagy mélységi felderítő csoport tagjai nagyon kis időintervallummal lesznek képesek egymás után elhagyni a dobást biztosító repülőeszközt, így kevésbé szóródnak szét a levegőben, vagyis a földet érest egy viszonylag kis területre végre fogják tudni hajtani.

A fentiek alapján tanulmányom fegyveres-felszereléses ugrásokra vonatkozó első vizsgálati pontjával, vagyis az *ejtőernyő-kupola teljes feltöltődéséig tartó szakaszának vizsgálatával* kapcsolatos, valamint azzal összefüggő tényszerű megállapításaimat a következőképpen foglalhatom össze:

1. Ergonómiai szempontból egyáltalán nem elhanyagolható fontosságú az ejtőernyő-technikai eszközök kialakítása, egymáshoz olyan módon történő készletezése és rögzítése, amely biztosítja, hogy alkalmazója csak minimálisan fáradhasson el a dobást biztosító repülőeszköz fedélzetén, az ejtőernyős ugrást megelőzően.
2. A gépelhagyás végrehajtására még a legkorszerűbb, hagyományos felépítésű, bekötött nyitási rendszerű ejtőernyő esetén is kiemelt figyelmet kell fordítani.
3. Stabilitás szempontjából mind a „keleti”, mind a „nyugati” megoldással az ejtőernyő-hevederzethez rögzített ejtőernyős teherzsákok és teherhevederzet-rendszerek jó megoldást garantálnak – elsősorban – a saját nyitási rendszerű ejtőernyőik tekintetében. A részben eltérő „filozófia” alapján készített ejtőernyő-technikai eszközök – az ejtőernyős ugró megfelelő kiképzettsége mellett – jó hatásfokkal biztosítják az egyéni fegyver és felszerelés tömegközéppontjának az ejtőernyős ugró, valamint a rajta lévő személyi légideszantejtőernyő-rendszer tömegközéppontjának közelében való tartását, a teljes kupolanyitási, valamint nyílási folyamaton keresztül.
4. A „keleti” teherzsákmegoldás a „nyugati”-nál kevesebb felszerelés lejuttatására ad lehetőséget, de ez nem feltétlenül jelent(het) hátrányt a tervezett alkalmazás szempontjából.

#### 4.2. Az ejtőernyő kupolája alatt történő ereszkedési szakasz vizsgálata

A már nyitott ejtőernyő kupolája alatt történő ereszkedés önmagában egyensúlyi helyzetet jelent, amennyiben a rendszer mozgásállapotát semmilyen erőhatás (például hirtelen szállókés, termikjelenség stb.) nem befolyásolja. Harcszerű ugrási körülmények esetén azonban az ejtőernyősnek nem sok ideje van ereszkedés közben a látványban gyönyörködni, mert fel kell készülnie a földet érésre és mindarra, ami azt követően várhat rá, a harcot is beleértve.

A szükséges előkészületek közé tartozik az ejtőernyős teherzsák kötélvégre történő leeresztése is, az ereszkedési sebesség értékének lecsökkentése révén megkönnyítve a földet érést. A zsák leengedésének egyszerűnek kell lennie, lehetőség szerint olyan, amit az ejtőernyős gyorsan, csak az egyik kezét használva is képes végrehajtani, ugyanúgy, mint annak esetlegesen szükségessé váló „vészeoldását”.

A „nyugati” ejtőernyő-konstruktőrök éppen ezért úgy alakították ki a teherzsákok leengedő, valamint vészeoldó mechanizmusát, hogy azokat az alkalmazó véletlenül se keverhesse össze egymással, ez ugyancsak a biztonságot szolgálja. Jól szemlélteti ezt az MH-ban (is) rendszeresített, az MC-6 típusú ejtőernyővel végrehajtandó fegyveres-felszereléses ugrások kötelező felszerelési tárgyát jelentő PDB két darab, hevederanyagból készült fogantyújának elhelyezése és eltérő színe (33. ábra). Emellett természetesen az ejtőernyős ugró megfelelő színvonalú kiképztségéről és annak

szinten tartásáról sem szabad elfelejtkezni, ez magában foglalja a teherzsák leengedésével (34. ábra) kapcsolatos rendszabályok<sup>26</sup> betartását is.



33. ábra

A PDB tetején látható fehér hevederből készült fogantyú a zsák leengedésére, míg a sárga színű a már leengedett zsák vészleoldására szolgál. Utóbbi mellett a csatolószerkezet horga látható.

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből, készítette: a szerző, 2014. február 17-én, az MH 86. SzHB SEKICs épületében.



34. ábra

Amerikai légideszantosok T-10D típusú ejtőernyőikkel a levegőben. A közelebb lévő katona már leengedte az ejtőernyő hevederzet bal oldalán elhelyezett „D”-gyűrűhöz csatolt PDB-t. Látható a csatolószerkezethez rögzített, sárga színű, hevederanyagból készített vészleoldó-fogantyú.

Forrás: Stock Photo – US Army paratrooper soldiers parachute during an airdrop exercise April 17, 2013 at the Malemute Drop Zone, Alaska. *Pinterest*. Online: [www.pinterest.co.uk/pin/297519119126853773/](http://www.pinterest.co.uk/pin/297519119126853773/)

Fontos megjegyezni, hogy a PDB – függetlenül a jobb vagy a bal oldali felfüggesztésétől – a leengedését követően, egészen annak földet éréséig, féloldalassá (instabillá) teszi a teljes rendszer kupola alatti ereszkedését.<sup>27</sup>

A „nyugatiakkal” ellentétben a „keleti” ejtőernyő-konstruktőrök a többfunkciós GK-30 típusú teherzsákjukat szimmetrikusan rögzítették az ejtőernyő hevederzetéhez, míg annak leengedés előtti biztosítását egyszerűen, egy megerősített szíjjal oldották meg (35. és 36. ábra).

<sup>26</sup> Erre nagyon jó példa a tanulmány jelen részének megírásakor hatályos, bekötött ugrások végrehajtására vonatkozó amerikai szakirodalom, lásd: 45. lábjegyzet! *Static Line Parachuting Techniques and Training*. TC 3-21.220 [TC 3-21.220/MCWP 3-15.7/AFMAN 11-420/NAVSEA SS400-AF-MMO-010]. (2018) i. m.

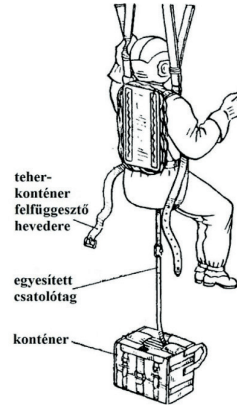
<sup>27</sup> Lásd: 34. ábra!



35. ábra

*A GK-30-2 típusú teherkonténer leeresztésére hevederből készült egyesített csatolótag szolgál, amelyet franciaszemmel rögzítenek.*

Forrás: Грузовой Контейнер ГК-30-2 i. м. 2.



36. ábra

*A GK-30 típusú teherzsák leengedésének elve 1965-ből, a lényeg gyakorlatilag változatlan maradt.*

Forrás: Лобанов (1965) i. м. 331.

Hasonlóan gondolkod(hat)tak a MarS a.s.-nél is: az ugró elé felerősített NSV-12 típusú univerzális teherrendszert (37. ábra) leengedő csatolótagot szimmetrikusan rögzítették az OVP-80.08 típusú fő ejtőernyő hevederzetének alsó részén elhelyezett gyűrűhöz (38. ábra).



37. ábra

*OVP-80.08 típusú főejtőernyő-höz rögzített NSV-12 típusú univerzális teherrendszer.*

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből, készítette: a szerző, 2017. április 3-án, az MH 86. SzHB SEKICS épületében.



38. ábra

*Az NSV-12 típusú univerzális teherrendszer leeresztésére szolgáló – részben rugalmas – csatolótag és a piros hevederrel jelölt gyorsleoldó csat.*

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből, készítette: a szerző, 2017. április 3-án, az MH 86. SzHB SEKICS épületében.

A teherzsák mellett a személyi lőfegyver (39. és 40. ábra) jelenti a másik fő problémát, elsősorban a már nyitott ejtőernyő kupolája alatt történő ereszkedés szempontjából.



39. ábra

Amerikai légideszantos katona T-11 típusú ejtőernyő rendszerrel és a hevederzet bal oldalához rögzített M1950 típusú fegyvertokkal.

Forrás: a szerző saját gyűjteményéből, készítette: egy ismeretlen ejtőernyős bajtárs, 2015. február 26-án, a Warlord Rock 2015. légideszantos gyakorlaton, az Aviano Air Base-en.



40. ábra

Orosz légideszantos katona AK-74 típusú gépkarabéllyal, amelyet a D-10 típusú ejtőernyő hevederzetéhez, a Z-6P típusú tartalék ejtőernyő alá rögzítenek.

Forrás: Yulia Kharlamova, La Soldado Rusa (Mega-post). *Taringa!*

A fenti képek tanúsítják, hogy a „nyugati” elképzelés – vélhetően a II. világháborúban bevált gyakorlati tapasztalatok alapján – a teljes rendszerhez becsomagolt állapotban rögzített személyi lőfegyver mellett tette le a voksát, amit jól bizonyít 1950M fegyvertok állandósága.<sup>28</sup> Már csak az a kérdés, hogy a fegyvertokot mikor, milyen körülmények között engedheti le a katona – a PDB-jét leeresztő kötélen mentén, amelyet a fegyvertok hátsó, hevederből készült rögzítő fülén vezettek keresztül –, de erre pontos választ ad a hatályos amerikai szakirodalom.<sup>29</sup> A fegyvert a katona csak a földet érése után lesz képes kivenni a tokból, és csak azután kezdheti meg a harcfelelő feladatát.

Érdekes módon a „keleti” elképzelés a „nyugati”-tól eltérően nem volt állandó, többször változott a hidegháború folyamán. Kezdődött a már a tokba csomagoltan az ejtőernyő hevederzetéhez rögzítettől, és az egyáltalán nem (illetve csak az ejtőernyős ugró által kézzel) rögzítetten keresztül zárult a csak az ejtőernyő hevederzete alatt, tok nélkül rögzített lőfegyverrel.<sup>30</sup> Ez azzal magyarázható, hogy volt olyan időszak, amikor a szovjet légideszantosokkal szemben kifejezett elvárás volt az ejtőernyős ereszkedés közbeni tudatos fegyverhasználat (célzott lövések leadása a rövid, légideszantos használatra tervezett gépkarabélyból, valamint a kézigránát dobása is...)<sup>31</sup>

<sup>28</sup> Lásd: 17., 20., 21., 25., 27., 29. és 30. ábra.

<sup>29</sup> Lásd: 58. lábjegyzet.

<sup>30</sup> Lásd: 41., 42. és 43. ábra.

<sup>31</sup> Zicherman István: *Az orosz ejtőernyős alakulatok története*. Debrecen, Anno Kiadó, MMV. 191.

Érdekességként kell megemlíteni, hogy a levegőből végrehajtott lövészet feladattal kapcsolatosan az MN is adott ki intézkedést. Ezen nem szabad csodálkozni: elődeink évtizedeken keresztül szovjet eredetű ejtőernyős technikával, szovjet gyártmányú repülőeszközökből hajtották végre ugrásaikat: a nagyfokú azonosság okán annak végrehajtása is „a nagytestvér” vonatkozó előírásain kellett hogy alapuljon.

A Honvédelmi Minisztérium által 1967-ben *F/1 Utasítás az ejtőernyős kiképzéshez* címmel megjelent kiadvány pontosan leírja és ábrákkal is szemlélteti a fegyverrel történő ejtőernyős ugrások végrehajtását.

A fent nevezett szakirodalomban a gépelhagyást még az ejtőernyős bal vállára felakasztott és szíjjal a nyakán átvetett, tokba rejtett lőfegyverrel engedélyezték (41. ábra), amelyet az ejtőernyős csak az ejtőernyő kupolájának belobbanását követően akaszthatott le magáról azért, hogy azt követően a tartalék ejtőernyője mögött vízszintesen elfektethesse (42. ábra). Az ejtőernyős ugró a földet érést is ilyen módon kellett hogy végrehajtsa. Lövészetet viszont „csak előre megfontolt szándékkal” hajthatott végre a levegőből, ehhez a lőfegyverét tok nélkül kellett hogy felerősítse az ugráshoz (43. ábra).



41. ábra

*Ejtőernyős az ugráshoz elhelyezett fegyverrel.*

Forrás: *F/1 Utasítás az ejtőernyős kiképzéshez*. A Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1967. 37.



42. ábra

*Az ereszkedő ejtőernyős vízszintesen elhelyezett fegyverrel.*

Forrás: *F/1 Utasítás az ejtőernyős kiképzéshez*. (1967) i. m. 38.



43. ábra

*Az ejtőernyős felkészülése a levegőből ereszkedés közben végrehajtható tüzeléshez.*

Forrás: *F/1 Utasítás az ejtőernyős kiképzéshez*. (1967) i. m. 39.

A PZ-038 típusú fegyvertok – ugyancsak a cseh MarS a.s. termékeként – már inkább a „nyugati” elképzeléshez igazodik: a fegyvert a speciális tokba helyezik bele (44. ábra), amelyet az NSV-12 típusú univerzális teherrendszer<sup>32</sup> elejére erősítve (45. ábra) a katona vagy azzal együttesen enged le maga alá ereszkedés közben vagy azzal együtt ér földet, de a fegyvert csak azt követően használhatja, miután kibontotta azt a csomagolásából.



44. ábra

*A PZ-038 típusú fegyvertok a belehelyezett egyéni lőfegyverrel.*

Az NSV-12 típusú málharendszer P-004-13 sz. kezelési, üzemeltetési, hajtogatási, ápolási, tárolási és karbantartási kézikönyve, 5. kiadás, érvényes az 1748002 gyártási számtól. (2017) i. m. 36.



45. ábra

*A PZ-038 típusú fegyvertok rögzítése az NSV-12 típusú univerzális teherrendszerhez.*

Az NSV-12 típusú málharendszer P-004-13 sz. kezelési, üzemeltetési, hajtogatási, ápolási, tárolási és karbantartási kézikönyve, 5. kiadás, érvényes az 1748002 gyártási számtól. (2017) i. m. 38.

A fentiek alapján tanulmányom fegyveres-felszereléses ugrásokra vonatkozó második vizsgálati pontjával, vagyis az *ejtőernyő kupolája alatt történő ereszkedés szakaszának vizsgálatával* kapcsolatos, valamint azzal összefüggő tényszerű megállapításaimat a következőképpen foglalhatom össze:

1. A „keleti” ejtőernyő-technikával kapcsolatosan még ugyanazon országon belül is folyamatosan változtak/alakultak a fegyveres-felszereléses ugrások végrehajtásával kapcsolatos előírások, a már ereszkedő ejtőernyő alatti tevékenységre vonatkozóan. Ez az elmúlt évtizedek során egészen addig tartott, amíg az elvárt biztonsági szintet a nagyszámú ugrási tapasztalatok – közel véglegesre – ki nem alakították. Ennek során a GK típusú teherkonténer és annak alkalmazásával kapcsolatos előírások – a lőfegyverre vonatkozóaktól eltérően – gyakorlatilag változatlanok maradtak.
2. A jól bevált „nyugati” ejtőernyő-technikára kétség kívül a PDB alkalmazása az egyik legjobb példa. A „Heinecke-rendszer” szerinti bekötött nyitási rendszerrel működtetett, hagyományos kialakítású légideszant-ejtőernyővel történő

<sup>32</sup> Lásd: 37. ábra.



ugrások végrehajtása – gondoljunk a T-10 típusmodifikációkra, valamint az MC-6 és T-11 típusokra – gyakorlatilag nem nélkülözhetette ennek az eszköznek az alkalmazását, amennyiben az elmúlt hét és fél évtized alatt „csak” az Amerikai Egyesült Államok hadseregét vizsgáljuk!

3. Érdekes módon az ejtőernyős ereszkedés közben kötélre leengedett teherzsákhöz erősített fegyvertok ötlete „keletre is átterjedt”. Erre jó példa az NSV-12 típusú univerzális teherrendszeréhez erősített PZ-038 típusú fegyvertok, amelyet vélelmezhetően a NATO-ban alkalmazott légideszant-technikához történő igazodás, valamint a piaci igényeknek történő megfelelés okán alkottak meg a cseh kollégák.
4. Az ejtőernyős ugró alá leengedett teherzsák – annak úgynevezett „harangeffektus”-a miatt – negatívan befolyásol(hat)ja a már nyitott ejtőernyő-kupola alatti ereszkedés stabilitását, amelyet azonban kellő gyakorlati tapasztalattal (és némi lábmunkával) jelentősen kompenzálni lehet. Ez elsősorban az ejtőernyő hevederéhez aszimmetrikusan felerősített „nyugati” teherzsákokra, hevederrendszerekre igaz, míg a szimmetrikusan rögzített „keleti” teherzsák ettől jobb tulajdonságot mutat.

### 4.3. Az ejtőernyős földet érési szakasz vizsgálata

Tanulmányomban már több esetben kihangsúlyoztam: „az ejtőernyős a harcfeleadatát csak a földet érését követően kezdheti meg!” De csak miután – lehetőleg – épségben földet ért...

Alapigazság, hogy az ejtőernyősök sérüléseinek döntő része a nem előírás-szerűen végrehajtott földet érés során következik be. Ezek sok esetben olyan külső körülményekre vezethetők vissza, mint például a szél megerősödése. Amennyiben az túllépi az adott ejtőernyő típusra a gyártó által maximálisan megengedett értéket, megnő a földet éréskor az ugrókra ható dinamikus terhelés nagysága, illetve kisodorhatja azokat a tervezett földetérési hely fölül, akik így fák koronáin „landolnak” stb. De annak is megvan az esélye, hogy a leengedett teherzsák „horgonyként működve” nehezíti meg az előírászerű földet érés kidolgozását.

Az ilyen esetekre már előzetesen kell felkészülni: magát az ejtőernyő-technikát is részben ezek figyelembevételével tervezték meg – a tanulmány jelen részéhez kapcsolódva ez a teherzsák vészleoldó csatjának a szükségességét is indokolja –, de emellett az ejtőernyős ugró helyzetfelismeréséről sem szabad elfelejtkezni, annak ugráshoz történő készségi szintű felkészítettsége és a megszerzett gyakorlati (ugrási) jártasság kellő szinten tartása mellett.

A sérülésmentes földet érést követően az ejtőernyős ugró megkezdheti a harcfeleadatát: egyéni lőfegyvere ehhez rendelkezésre áll, miután kivette azt a fegyvertartó tokból (46. ábra), vagy annak az ejtőernyő hevederzetéhez való rögzítését megszüntette (47. ábra). Végül – ejtőernyős zsákját a hátára véve – már csak a földetérési terület elhagyása maradt hátra.



46. ábra

Amerikai légideszantos katona T-11 típusú ejtőernyő rendszerrel történt földet érését követően. Lőfegyverét már kivette az M1950 típusú fegyvertokból.

Forrás: U. S. Soldiers Conduct Training On Airfield Seizure In Italy. U.S. Department of Defense.



47. ábra

Bajtársa biztosítja az orosz légideszantos tisztet ejtőernyőjének levétele közben, a földet érést követően. Az AK-74 típusú gépkarabély még a főhadnagy nyakába akasztva láthatóan.

Forrás: Beautiful exceptions to the rule – the brave female cadets of the Ryazan Higher Airborne Command School. Ministry of Defence of the Russian Federation.

A fentiek alapján tanulmányom fegyveres-felszereléses ugrásokra vonatkozó harmadik vizsgálati pontjával, vagyis az ejtőernyős földet érési szakasz vizsgálatával kapcsolatos, valamint azzal összefüggő tényszerű megállapításaimat a következőképpen foglathatom össze:

1. A földet érés kivitelezésének minőségét a teljes felszerelést alkotó ejtőernyő-technikai eszközök tervezési és előállítási minősége, valamint a teljes készlet összeállítása együttesen határozza meg.
2. A legkorszerűbb, legmodernebb ejtőernyő-technikai eszközök meglepte sem teheti feleslegessé az ejtőernyős ugró aktív tevékenységét egy, a földet érés során esetlegesen bekövetkező vészhelyzetkor.
3. A teherzsák olyan kialakítású kell hogy legyen, amely elősegíti az ugró számára a földet érési hely leggyorsabb elhagyását, így a legelőnyösebb az olyan úgynevezett hátizsákféle kialakítás, amely az egyéni felszerelés hosszabb távú cipelését is lehetővé teszi a harcfelelet végrehajtása során.

## 5. Következtetések, javaslatok

Többrészes tanulmányomban – a történelmi háttér részleges bemutatásával – röviden vázoltam, hogy mennyire összetett feladatot jelent egy konvencionális kialakítású személyi légideszantejtőernyő-rendszer megalkotása. Annak rendszerbe állítása hasonló kihívást jelent, amelyre nem feltétlenül csak az adott ország pénzügyi lehetőségei fogják megadni a választ.

Egy hadseregnek a jól bevált kiképzési elvekhez történő ragaszkodása – közvetlen módon – a személyi légideszant-ejtőernyők nyitási rendszerének változatlanóságát is determinálja: ezek alapján várhatóan még jó ideig megmarad a „nyugati” oldalon a „Heinecke-rendszer” szerinti bekötött, valamint a „keleti” oldalon a kombinált (stabilizátoros) nyitási rendszerű légideszant-ejtőernyők alkalmazása. És mivel – a fentieknek megfelelően – nem várható jelentős változás azok teljes szerkezeti kialakításában sem, így – közvetett módon – a teherzsákok, valamint az egyéni lőfegyverek ejtőernyő-hevederzethez történő rögzítési lehetőségeinek technikai megvalósíthatósága is alapvetően változatlan kell hogy maradjon.

Ez azonban „csak” magát az ejtőernyő-technikát jelenti. Tanulmányomban azonban röviden kitértem az ejtőernyős dobást biztosító repülőeszköz típusának, illetve kialakításának jelentőségére, a dobás körülményeire, valamint a légideszantos katona elért gyakorlati jártassága (képzettségi szint) megtartásának fontosságára is. Ezek megléte ugyanis együttesen teremti meg mindazon feltételeket,<sup>33</sup> amelyekkel az állami (honvédelmi) célú repüléssel kapcsolatos tevékenységhez tartozó alaprendeltetést jelentő ejtőernyős ugrás, vagyis a fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrás biztonságosan végrehajtható.

## 6. Befejezés

*Többrészes tanulmányomban leírt következtetéseimet és javaslataimat a következő megállapítással összegezhetem: az MH jövőbeni konvencionális kialakítású személyi légideszantejtőernyő-típusának kiválasztása rendkívül összetett feladatnak ígérkezik. Éppen ezért a végső döntés meghozását érdemes bonyolult, több nézőpontból végrehajtott szakértői vizsgálatokkal is alátámasztani.*

A vizsgálatok egy része – alapvetően már a piacutatás fázisában összegyűjtött műszaki jellemzők, harcászatechnikai paraméterek összehasonlító elemzése alapján – úgynevezett „on desk” elvégezhető: az így „beszerzett” információk is fontosak lehetnek, már egy előzetes szűrés során is. Ezt azért tartom kiemelt jelentőségűnek, hogy az esélye se merülhessen fel annak, hogy az ejtőernyő-technika cseréjére kiírt pályázatra olyan típusokkal jelentkezzenek a külföldi gyártók, amelyeket – például technikai okokból – a saját nemzeti haderejük rendszeréből folyamatosan kivonnak (vagy már kerültek): ezek igen nagy hátrányt jelenthetnek az MH számára. Ennek okán – személy szerint – kiemelt fontosságot tulajdonítok a külföldi ejtőernyős kollégák által összegyűjtött, sok esetben „vérrel írt” tapasztalatok<sup>34</sup> – elsősorban alkalmazói szempontú – elemző kiértékelésének.

<sup>33</sup> „[E]lképzelhetetlen, hogy az állomány úgy kerüljön kijuttatásra, hogy a fegyverzet nem áll rendelkezésre, alkalmazásra készen.” [Nagy Lajos: *A magyar katonai ejtőernyőzés jelenlegi helyzete. (Problémák és megoldási lehetőségeik)*. Diplomamunka, Budapest, NKE, HHK, KVKI, 2012. 38.]. Ezt az idézetet vessük össze Tuhacsevskij marsall megjegyzésével (Lásd a tanulmányom jelen részének 2. A fegyveres-felszereléses ejtőernyős ugrások története 2.1. A kezdetek... alfejezetet!) A két idézet között „csak” 76 év telt el. Bemutattam, hogy – ezzel kapcsolatosan – a szovjet ejtőernyősök részére viszonylag rövid idő alatt biztosították a technikai feltételek meglétét. Mi sem adhatjuk alább!

<sup>34</sup> Ez alatt elsősorban azon repülésbiztonsági jelentéseket értem, amelyek ejtőernyős dobás során bekövetkezett események körülményeit, azok kiváltó okait, illetve a – hasonló esetek elkerülése céljából – bevezetett intézkedéseket tartalmazzák, például [www.quartermaster.army.mil/adfsd/MRB\\_Book\\_Feb\\_Jun\\_2012.pdf](http://www.quartermaster.army.mil/adfsd/MRB_Book_Feb_Jun_2012.pdf)

Az adott típusú ejtőernyő-technikával kapcsolatos külföldi vizsgálatok eredményét – a típus kiválasztását jelentő végső döntés meghozatala előtt – ki kell egészíteni az MH által végrehajtandó gyakorlati vizsgálatokkal (ejtőernyő bedobása bábuval, illetve ejtőernyős ugrás végrehajtása ejtőernyős személy által), amelyek minden kétséget kizáró eredményt<sup>35</sup> kell hogy adjanak. Ez természetes módon anyagi ráfordítással is jár, így a költségek optimalizálása szempontjából „érthető” egyes vizsgálatok esetleges „elhagyásának igénye” a döntéshozó részéről. Ez azonban nem jelentheti azt, hogy a repülés biztonságát feláldozzuk a takarékoság jegyében: alkalmazása csak ott megengedett, ahol a vizsgálat eredménye „más” – de természetesen hiteles (!) – forrásból<sup>36</sup> egyértelműen igazolható.

Ezzel szemben nélkülözhetetlennek tartom minden olyan gyakorlati vizsgálat végrehajtását, amelyek az adott ejtőernyőtípus gyári előírásai és a külföldi ugrási tapasztalatai, valamint a „hazai” – az MH meglévő technikai feltételein alapuló – alkalmazási lehetőségek közötti eltérő üzemeltetési, üzemben tartási igényeken alapulnak. Mivel az MH szakértői által elvégzendő vizsgálatok alapvetően már a jövőbeni alkalmazási körülményeknek felelnek meg, így azok (repülés)biztonsági szempontból kiemelt jelentőségűek kell legyenek a döntés előkészítésének folyamatában.

Ha a fentebb leírt vizsgálatok egyáltalán nem, vagy csak részlegesen, illetve felületesen kerülnek végrehajtásra, olyan mértékű bizonytalansági faktor<sup>37</sup> marad az adott termék biztonságos alkalmazhatóságával kapcsolatosan, amely kiemelt kockázati tényezőt jelent(het).

Ennek kiküszöbölésére javaslom a valóság-hű vagy azt megközelítő környezetben végrehajtott – egyébként hazai jogszabály<sup>38</sup> által is kötelezően előírt – csapatpróba-eljárás alapos végrehajtását, összekötve tudományos alapokon nyugvó vizsgálatokkal. (Utóbbi alatt például az úgynevezett *többszemponthozó döntés* elméletének elsősorban alkalmazói szintű adaptációját értem, amely már hozhat olyan eredményeket, amelyeket a döntést támogató szakértők munkáját a legjobban alkalmazható modell megtalálásával numerikusan<sup>39</sup> is segítheti.) Noha ennek megszervezése, irányítása

<sup>35</sup> Egy ilyen vizsgálat(sorozat) sikeres kimenetele nagymértékben „növeli a jövőbeni alkalmazók (ejtőernyő-) technikába vetett bizalmát”. Ez azzal magyarázható, hogy egy gyakorlati vizsgálat végrehajtása semmilyen más kísérellettel, modellezéssel, illetve elméleti számításokkal sem pótolható. Erre nagyon jó példa az MC-6 típusú ejtőernyő rendszer fő- és tartalék ejtőernyőjének bábus bedobása Szolnok-Szandaszőlős (LHSS) repülőter felett 2014. július 22-én, amely megelőzte a fő ejtőernyők MH ejtőernyő-beugró szakállománya által 2014. október 8–10. között végrehajtott hatósági légi alkalmassági vizsgálatát (beugrását). A bábus bedobás elsődlegesen arra adott megnyugtató választ, hogy az adott ejtőernyő rendszer biztonságosan alkalmazható a szovjet/orosz gyártású Mi-8, illetve Mi-17 típusú közepes szállítóhelikopterből, annak oldalajtaján keresztül.

<sup>36</sup> Ez alatt a gyártó cég által végzett hivatalos légi alkalmassági vizsgálati (beugrási) jegyzőkönyveiben, a gyártó ország (katonai) légügyi hatósága által kiadott hiteles tanúsítványiban, továbbá az adott haditechnikai eszközt már alkalmazó haderő(k) (nagyszámú) gyakorlati alkalmazási tapasztalatain (ugrásszámán) alapuló hivatalos, (légi) üzemeltetési kiadványaiban foglalt adatokat és előírásokat értem.

<sup>37</sup> Előfordulhat, hogy a gyártó olyan adatokkal kínálja termékét, amelyek nem feltétlenül fedik a valóságot, illetve bizonyos dolgokat el is hallgathatnak, például minősített gyártási-tervezési adatokra hivatkozva.

<sup>38</sup> A hadfelszerelés rendszeresítéséről és rendszerből történő kivonásáról szóló 10/2016. (III. 10.) HM utasítás.

<sup>39</sup> „A többszemponthozó döntésmélet az objektumok, esetemben a haditechnikai eszközök értékelését és az ebből adódó összehasonlítást egy speciális mérési eljárás segítségével végzi, mely során az eszközökhöz a képességeik összességét jelző számot rendel.” (Gyarmati József: *Többszemponthozó döntésmélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában*. Doktori értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem HMT, 2003. 6.) A kapott eredmények összevetése, elemzése már komolyabb matematikai eszközök alkalmazását feltételezi.

nem könnyű, azt – személy szerint – elsősorban a döntéshozók és az őket döntésükben szakmailag támogató szakemberek egyéni felelősségi körébe sorolom.

Mivel nincs információ az MH adott szintjének esetleges beszerzéssel kapcsolatos – már megtett vagy esetlegesen még csak tervezett – lépéseiről, javaslom a tanulmányban szereplő, alkalmazói szempontból kiemelten fontos ejtőernyő-technikai tulajdonságok – egyelőre elméleti szintű – vizsgálatát az MH ejtőernyős szakállománya által.

Továbbá még egy javaslatot teszek, a következő idézet szellemében: „Az a legjobb haditechnikai eszköz, amelyik a súlyozott vizsgálati szempontok alapján összességében a legjobb.”<sup>40</sup> Az alkalmazói szint által végrehajtott vizsgálatok – amelyekre többrészes tanulmányom a teljes személyi légideszantejtőernyő-rendszer vonatkozásában részről részre felhívta a figyelmet – azonban elsősorban „csak” a gyakorlati üzemeltetésre fókuszáltak, ellenben az ejtőernyő – mint légi jármű – biztonságos üzemeltetését garantáló karbantartási, kiszolgálási rendszer bonyolultságával, költségvetési hátterével stb. nem foglalkoztak. (Annak ellenére – ahogyan azt már korábban említettem –, hogy maga az ejtőernyő-technikai eszköz fontossága ezt megkövetelné, hiszen – a szó szoros értelmében – emberélet múlhat rajta, amelyet „nem lehet forintosítani”!) Ezért a „saját” gyakorlati ugrásokat az MH egyéb, alapvetően repülőműszaki, logisztikai stb. tudományterületeinek szakembereivel elvégzett közös vizsgálattal kell kiegészíteni, ezek azonban már jelentősen túlnyúlnának a jelen összefoglaló munka keretein.

Bízom benne, hogy többrészes tanulmányom az MH jövődő alap kiképző/gyakorló személyi légideszantejtőernyő-típusának kiválasztása során nemcsak az érdemi munkát végző szakemberek, hanem a döntéshozó(k) figyelmét is ráirányítja mindazon alkalmazói szintű, fő vizsgálati szempontok meghatározására, amelyek az úgynevezett „egyes harcos” (az ejtőernyős katona) számára nem kevesebbet, mint magát az életet vagy a halált jelent(het)ik.

A tanulmány ötödik, egyben befejező részét ezzel lezárnak tekintem.

## Felhasznált irodalom

- 6th Guards Airborne Division. Online: <https://6thgad.com/>  
*Airborne Students Conduct Parachute Jumps*. U.S. Department of Defense. Online: Airborne. *Pinterest*. Online: [www.pinterest.ru/pin/741968107339911568/](http://www.pinterest.ru/pin/741968107339911568/)  
*Az NSV-12 típusú málharendszer P-004-13 sz. kezelési, üzemeltetési, hajtogatósi, ápolási, tárolási és karbantartási kézikönyve, 5. kiadás, érvényes az 1748002 gyártási számtól*. A MarS a.s. kiadványa, (2017), 7. Jevičko, Czech Republic.  
Bácskai Györgyi et alii: *Selyemszárnyakon*. Budapest, Zrínyi, 1969.  
*Beautiful exceptions to the rule – the brave female cadets of the Ryazan Higher Airborne Command School*. Ministry of Defence of the Russian Federation. Online: <https://eng.mil.ru/en/multimedia/photo/gallery.htm?id=28304@cmsPhotoGallery>  
Bohrer, David: *Amerikai különleges alakulatok*. Budapest, Gulliver Könyvkiadó Kft., 1998.

<sup>40</sup> Gyarmati József: *Haditechnikai eszközök összehasonlítása (Útmutató)*. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem KLT, 2011. 2.

- Combined Exercise Warlord Rock pre-jump 150226-A-MM054-016. *Wikimedia*. Online: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Combined\\_Exercise\\_Warlord\\_Rock\\_pre-jump\\_150226-A-MM054-016.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Combined_Exercise_Warlord_Rock_pre-jump_150226-A-MM054-016.jpg)
- CPS Parachutist Drop Bag. PAAVAK. Online: <http://paavak.in/product/cps-parachutist-drop-bag/>
- D-Day – 15 Stunning Photos & Footage of Allied Airborne Forces. *War History Online*. Online: [www.warhistoryonline.com/instant-articles/d-day-stunning-footage-allied-airborne-forces-15\\_photos.html](http://www.warhistoryonline.com/instant-articles/d-day-stunning-footage-allied-airborne-forces-15_photos.html)
- Dombi Lőrinc: *Selyemkopolák. Fejezetek az ejtőernyő történetéből*. Budapest, Zrínyi, 1993.
- Early British Paratroop Training – Parachute School Ringway 1941. *Arnhem Jim*, 2012. november 30. Online: <http://arnhemjim.blogspot.hu/2012/11/early-british-paratroop-training.html>
- Egerszegi János – Kövári László – Zord Gábor – Sárhidai Gyula – Zsig Zoltán: *Arsenal 2003. Hungarian Defence Forces*. Ministry of Defence.
- F/1 Utasítás az ejtőernyős kiképzéshez. A Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1967. Friday, April 12, 2013. Pic of the day. 2nd Brigade Combat Team, 82nd Airborne Division. *Snafu*. Online: [www.snafu-solomon.com/2013/04/pic-of-day-2nd-brigade-combat-team-82nd.html](http://www.snafu-solomon.com/2013/04/pic-of-day-2nd-brigade-combat-team-82nd.html)
- Greenwood, Jim: *Parachuting for sport*. New York, Sports Car Press Ltd., 1962.
- Gyarmati József: *Haditechnikai eszközök összehasonlítása (Útmutató)*. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem KLT, 2011.
- Gyarmati József: *Többszemponτος döntésmélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában*. Doktori értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem HMT, 2003.
- Hajdó József: *Légideszantok a korszerű harcban*. Budapest, Zrínyi, 1965.
- Hehs Ákos: A magyar ejtőernyő története. *Top Gun*, (1990), 12. 9–12.
- Jenkins, Timothy Neil: *The Evolution of British Airborne Warfare: A Technological Perspective*. A thesis submitted to the University of Birmingham for the Degree of Doctor of Philosophy. Vol. 103. Online: <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4804/1/Jenkins14PhD.pdf>
- Kézikönyv az SGE 006 típusú hátizsák-hordhevederhez, cikksz.: 50-524/01:00*. SPEKON GmbH, 2004.
- Malinowski, Tadeusz: *Spadochrony*. Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1974.
- Nagy Lajos: *A magyar katonai ejtőernyőzés jelenlegi helyzete. (Problémák és megoldási lehetőségeik)*. Diplomamunka, Budapest, NKE, HHK, KVKI, 2012.
- Para Trooper™s Leg Bag (Bags Kit Special MK2). *Pegasus Militaria*. Online: [www.pegasusmilitaria.com/product/para-troopers-leg-bag-bags-kit-special-mk2/](http://www.pegasusmilitaria.com/product/para-troopers-leg-bag-bags-kit-special-mk2/)
- Pataky Géza: *Ég és föld között*. Budapest, Magyar Repülő Sajtóvállalat és Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, 1942.
- Pinterest. Online: <https://hu.pinterest.com/pin/314618723961163721/>
- Pinterest. Online: [www.pinterest.es/pin/58476495145784292/](http://www.pinterest.es/pin/58476495145784292/)
- Pöppel, Martin: *Mennyország és pokol. Egy német ejtőernyős hadinaplója*. Debrecen, Hajja & Fiai Könyvkiadó Kft., 1999.

- Static Line Parachuting Techniques and Training. TC 3-21.220 [TC 3-21.220/MCWP 3-15.7/AFMAN 11-420/NAVSEA SS400-AF-MMO-010].* Washington, D. C., Headquarters, Department of the Army, 2018.
- Stock Photo – US Army paratrooper soldiers parachute during an airdrop exercise April 17, 2013 at the Malemute Drop Zone, Alaska. *Pinterest*. Online: [www.pinterest.co.uk/pin/297519119126853773/](http://www.pinterest.co.uk/pin/297519119126853773/)
- Tuhacsevszkij: *Tuhacsevszkij válogatott művei*. Budapest, Zrínyi, 1975.
- U. S. Soldiers Conduct Training On Airfield Seizure In Italy*. U.S. Department of Defense. Online: <https://archive.defense.gov/photoessays/PhotoEssaySS.aspx?ID=4438>
- Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség I. rész. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 267–278.
- World War II: Paratroopers is a photograph by Granger which was uploaded on December 3rd, 2014. *Fineartamerica*. Online: <https://fineartamerica.com/featured/1-world-war-ii-paratroopers-granger.html>
- Yulia Kharlamova, La Soldado Rusa (Megapost). *Taringa!* Online: [www.taringa.net/posts/imagenes/17831435/Yulia-Kharlamova-La-Soldado-Rusa-Megapost.html](http://www.taringa.net/posts/imagenes/17831435/Yulia-Kharlamova-La-Soldado-Rusa-Megapost.html)
- Zicherman István: *Az orosz ejtőernyős alakulatok története*. Debrecen, Anno Kiadó, MMV. *Грузовой Контейнер ГК-30-2*. Forgalmazói prospektus, В/О Авиаэкспорт, СССР, Москва.
- Грузовой Контейнер ГК-30-У*. Gyártói prospektus, О. А. О. Ивановский парашютный завод, 2016.
- Лобанов, Н. А.: *Основы расчёта и конструирования парашютов*. Москва, Издательство Машиностроение, 1965.
- Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище. Online: <http://21region.org/2011/03/14/ryazanskoe-vysshee-vozdushno-desantnoe-komandnoe-uchilishhe.html/>
- Чем только не воевали...* Online: <http://lj.rossia.org/users/lepestriny/1729806.html>  
<http://sdrvdv.ru/news/desantniki-otdelnogo-soedineniya-vdv-i-brigady-specialno-go-naznacheniya-cvo-vpervye-provedut-sovmestnoe-desantirovanie-lichno-go-sostava-iz-samoletov-il-76/>
- <https://archive.defense.gov/photoessays/photoessaySS.aspx?id=1343>  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/The\\_Queen\\_and\\_Princess\\_Elizabeth\\_talk\\_to\\_paratroopers\\_in\\_front\\_of\\_a\\_Halifax\\_aircraft\\_during\\_a\\_tour\\_of\\_airborne\\_forces\\_preparing\\_for\\_D-Day%2C\\_19\\_May\\_1944.\\_H38612.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/The_Queen_and_Princess_Elizabeth_talk_to_paratroopers_in_front_of_a_Halifax_aircraft_during_a_tour_of_airborne_forces_preparing_for_D-Day%2C_19_May_1944._H38612.jpg)  
[www.combatreform.org/paratrooper.htm](http://www.combatreform.org/paratrooper.htm)





Seres Flórián<sup>1</sup>

## Az ételmezési ellátás kalóriatartalmának empirikus vizsgálata a Magyar Honvédségben

### Empirical observation of the calorie content of the catering supply in the Hungarian Defence Forces

A Magyar Honvédség (MH) feladata – alaprendeltetéséből adódóan – többek között Magyarország szuverenitásának védelme külső támadásokkal szemben, az ország helyreállítása esetleges természeti és ipari katasztrófák bekövetkeztével, továbbá a szövetségi és nemzetközi szerződésekből adódó katonai kötelezettségek teljesítése. Ez a komplex feladatkör jól felkészült, egészséges, átlagon felüli fizikai teljesítőképességgel rendelkező állományt igényel. Éppen ezért a napi feladatok végrehajtása során kardinális szerepet kap a napi étel, tápanyag minősége, mennyisége.

Úgy gondolom, a téma vizsgálata szükségszerű és aktuális, hiszen napjaink katona- és biztonságpolitikai helyzetét figyelembe véve kiemelt jelentőségű egyenruhásaink erőnléte. Ezen kondíció megteremtéséhez stabil, jól működő ellátási rendszerre van szükség, amely az egész év során magas színvonalon biztosítja katonáink ételmezési ellátását. Jelen publikáció célja a szerző egy korábbi felmérése alapján képet adni az MH ételmezési ellátásának minőségéről, feltárva az esetleges hiányosságokat, megvizsgálva a kielégítő ellátás megvalósulásának kérdéskörét.

**Kulcsszavak:** katonai ételmezés, ellátási logisztika, ellátási lánc, energiaszükséglet, teljesítőképesség

The purpose of the Hungarian Defence Forces (HDF) – derived from its designation – is to ensure the territorial integrity of Hungary against external attacks, to restore the country in case of incidental natural and industrial disasters, furthermore to comply with obligations according to the federal and international agreements. Such a complex scope of duties require well prepared and healthy personnel with outstanding physical capabilities. Hence, during the execution

<sup>1</sup> Magyar Honvédség vitéz Szurmay Sándor Budapest Helyőrség Dandár, Logisztikai Főnökség, beosztott tiszt, e-mail: seres.florian.93@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1305-5281>

of the daily orders, the quality and quantity of the daily nutriment is cardinal. In my opinion, investigating this topic is necessary and actual, considering the ongoing situation within military- and security policy, the fitness and well-being of our country's servicemen is of high importance. In order to create this level of physical wellness, it is required to have a stable and well operating supply chain system, that is capable of ensuring the catering supply at an advanced level during the entire year. The goal of this publication is to analyse the quality of the nutritional supply system of the HDF through a prior research of the author, revealing the incidental deficiencies and examining the fulfillment of conditions for an adequate catering system.

**Keywords:** military catering, supply logistics, supply chain, energy necessity, capacity

## 1. Bevezetés

A táplálkozás az emberiség alapvető, egyetemes életszükséglete, amelynek kielégítése sokféle módon történhet, ugyanakkor elengedhetetlen meghatározója a fogyasztásra alkalmas és rendelkezésre álló élelmiszer, étel. Az ételkészítésnek kulturális meghatározói is vannak, hiszen a felhasználandó alapanyagok élelmiszerként történő elfogadása, feldolgozása, tartósítása, valamint sütése-főzése földrajzi területenként, hagyományonként, vallási szokásonként eltérő lehet.

A táplálkozáskultúra az idők kezdete óta térben és időben folyamatosan változik, ugyanakkor állandó része életünknek. Az étkezés általában az éppen aktuális termelési viszonyoknak megfelelően elégíti ki igényeinket, továbbá a társadalmi rétegek között összevethető tulajdonságot mutat. A tányérunkra került étel elfogyasztásának vannak napszaknak megfelelő időpontjai, vannak résztvevői, valamint elfogadott szabályai. Olyan alapvető tényezőkben is tapasztalhatunk eltéréseket, mint hogy az ételt asztalnál ülve vagy akár földön fekvé fogyasztjuk, használunk-e evőeszközt, vagy sem, az ételt közösen fogyasztja egy összetartozó közösség vagy adott esetben férfiak és nők külön-külön. Ezen szabályoknak mind megvan a helye bizonyos kultúrákban, így egyikre sem mondhatjuk, hogy helyes vagy helytelen. Egy viszont biztos, az ember szellemi és fizikai energiáit leghatékonyabban rendszeres és helyes táplálkozás mellett képes mozgósítani. Ezek alapján megállapítható, hogy a táplálkozáskultúra szoros összefüggést mutat egyfelől a természeti környezettel, a vallásossággal, a gazdasággal, másfelől pedig az egész életmóddal, társadalomban kialakult kapcsolatokkal, valamint az ünneplés módjával, annak jelentésével, hitvilágával.<sup>2</sup>

Általánosságban elmondható, hogy egy adott ország haderejének alapvető szervezeti kultúrája az ország társadalma által eleve meghatározott. Az MH a magyar társadalom része, éppen ezért természetesen erre a közösségre is kihatással vannak az általános étkezési szokások. Eleget kell tenni a társadalomban tapasztalható ételmezésszakmai kihívásoknak, csakúgy, mint a fogyasztói elvárásoknak. A magyar katona akkor érzi jól magát, és területén akkor tud magas színvonalon tevékenykedni, ha ismerős ízeket kóstolhat, hazai receptúrák alapján készített ételt fogyaszthat, így természetesen a honvédségi konyhákban is szempont a megszokott, magyaros ízek

<sup>2</sup> Sós András – Sós József – Szelényi István: *A táplálkozás művészete*. Budapest, Medicina Könyvkiadó, 1970.

mindennapos jelenléte. Az étkeztetés minősége az igénybe vett munkaerő hangulatát alapvetően meghatározó tényező. A napi reggeli, ebéd, vacsora kiváló közösségformáló erővel is rendelkezik, továbbá amennyiben jóízű, elegendő mennyiségű ételhez jut az állomány, munkavégzése, a feladathoz való hozzáállása is arányosan magas színvonalú lesz. A magyar táplálkozási kultúrára, a magyar emberekre különösen jellemző, hogy az étkezés a nap egyik központi eseménye, így különösképpen fontos, hogy ez a meghatározó esemény kielégítő minőségű legyen országunk katonái számára is.

## 2. A kutatás célkitűzései

Publikációm fő célja, hogy valamelyest releváns képet adjak arról, hogyan, milyen színvonalon történik hazánkban a katonai szervezetek étkezése. A kutatómunka során a 2017-es és a 2018-as év konkrét étlapjait vizsgálva igyekeztem következtetéseket levonni az ellátás megfelelőségéről.

Első körben a laktanyai ellátást elemeztem, hat hónapos intervallumban. Saját helyőrségnél történő munkavégzés alatt az állománynak nincs szüksége túlzottan nagymértékű kalória- (kcal-) bevitelre, tekintve, hogy nincsen kitéve nagy fizikai terhelésnek. A napi feladatok mellett, amennyiben a rendelkezésre álló idő engedi, van lehetőség egyéni, illetve csoportos testmozgásra – amely kimondottan javasolt a fizikai állapot megfelelő szinten tartásának érdekében –, erre viszont nincs mindennap lehetőség. A honvédségi intézményeknél, alakulatoknál általában 7:30 és 16:00 óra közötti időszakban tart a napi munkavégzés, ebből kifolyólag a főétkezés, amelyet az MH biztosít a munkavállalók részére, az ebéd. Egy korábbi felmérés szerint az MH személyi állományának kb. 45%-a fogyaszt ebédet napi rendszerességgel a honvédségi étkezdékben.<sup>3</sup> Éppen ezért a katonák részére kiosztott ebéd energiatartalmát vizsgáltam meg, és ebből próbáltam levonni a következtetéseket.

Második körben a határ menti feladatokban, a „Közös Akarat” feladaton részt vevő állomány ellátottságát vizsgáltam meg. Hasonló módon a laktanyai körülmények vonatkozásában végrehajtott vizsgálódáshoz, ez esetben is 2017, illetve 2018 adott időszakának étkezési ellátását elemeztem valós étlapok alapján, kiszámolva a napi bevitt kcal mennyiségét. Fontos megjegyezni, hogy laktanyán kívül, terepen végrehajtandó feladatok során az állomány a napi étkezési ellátmány bizonyos részét hideg csomag formájában kapja meg. Ez kihívás elé állítja az MH logisztikai és dietetikai szakállományát, hiszen a pénz- és alapanyag-gazdálkodást figyelembe véve viszonylag kis mozgástér áll rendelkezésükre a változatos, ízletes és tápláló ételmiszersomagok összeállítására.

## 3. Szakirodalmi áttekintés

Egy ember energiafelhasználását legegyszerűbben az alapanyagcsere (légzés, hőtermelés, vérkeringés energiaigénye), a tápanyagok specifikus emésztési energiaigénye,

<sup>3</sup> Kenessey Fanni: *Étkeztetés vizsgálata a Magyar Honvédségben a mindenkori táplálkozási ajánlások figyelembe vételével*. Budapest, SOTE, 2014.

valamint az illető fizikai aktivitása alapján lehet meghatározni. Az energiafelhasználási terv készítésekor fontos figyelembe venni, hogy még egy egészséges, tökéletesen működő szervezet sem képes felhasználni az elfogyasztott tápanyag 100%-át, ezt a jelenséget dinamiás (emésztési) veszteségnek nevezzük. Ez a veszteség bőséges táplálkozás mellett nőhet, a szükségestől elmaradó energiabevitel esetén pedig csökkenhet is. Normál esetben megfelelő és kiegyensúlyozott táplálkozás mellett a veszteség 10% alatt marad.

Az elfogyasztott táplálék specifikus dinamiás hatása azt a plusz energiát jelenti, amelyet szervezetünk az ételmezesi feldolgozására fordít. Vegyes étrend esetén átlagosan ez 10%-os növekedést jelent az alapanyagcsere tekintetében, amelyet legnagyobb mértékben a fehérjék (20-30%) feldolgozása növel, ugyanez az érték zsíroknál (3-5%) és szénhidrátoknál (6-8%) lényegesen kevesebb. Az energiaszükséglet megállapításakor számolni kell az egyénenként eltérő tényezőkkel. A legnagyobb mértékben befolyásoló paraméterek a nem, a kor, a zsírtmentes testtömeg, a munkavégzés intenzitása, továbbá annak minősége. Mindezek mellett eltérő energiaigényeket produkálhat a külső hőmérséklet, a különböző hormonális hatások, az érzelmek, a stressz, valamint az alvás-ébrenlét váltakozásának megfelelő vagy nem megfelelő összhangja.<sup>4</sup> Ezen felsorolt tényezők szinte mindegyike a katonai hivatás velejárói, így az MH soraiban szolgáló fegyveres állomány szakszerű étkeztetése mindenképpen kardinális terület.

Szervezetünk alapanyagcseréjét legkönnyebben a BMR<sup>5</sup> mérésével lehet megállapítani. A BMR-érték kalóriákban kifejezve az az energiamennyiség, amit a szervezet mindenfajta fizikai terhelés nélkül, pihenés közben az életben maradáshoz szükséges élettani funkciók (légzés, szívverés, izzadás, testhőmérséklet fenntartása, belső szerveink működtetése) fenntartása végett használ fel. Napi kalóriaszükségletünk kb. 60-70%-át teszi ki. Célszerű a vizsgálatot éhező állapotban, 12-15 órával a legutóbbi étkezést követően végezni. Kiszámítására többféle képlet is létezik, amelyek figyelembe veszik a nemet, életkort, testfelületet, testmagasságot, valamint a testtömeget.<sup>6</sup>

A legismertebb kiszámítási módszer a Harriss–Benedict-féle<sup>7</sup> egyenlet, amelyet férfiak és nők esetében eltérően számítunk:

- Férfiak:  $BMR = 66,4730 + 13,751W + 5,0033L + 6,7550A$ ,
- Nők:  $BMR = 65,0955 + 9,463W + 1,8496L + 4,6756A$ ;

ahol a BMR az alapanyagcsere energiaigényét jelenti egy napra vetített kcal-értékben, W a testtömeget kg-ban, L a testmagasságot cm-ben, valamint A az életkort évben kifejezve. A fentieknek megfelelően vegyünk például egy 27 éves, 80 kg testtömegű, 187 cm magas férfit. A képletbe helyettesítve az értékeket, megkapjuk, hogy az egyén alapanyagcsere-energiaigénye egy napra átlagosan kb. 2285 kcal. A Harriss–Benedict-féle egyenletnél léteznek összetettebb, több befolyásoló tényezőt figyelembe vevő számítások is, azonban mind közül a legegyszerűbb, hogyha azt az összefüggést alkalmazzuk, amely szerint férfiak esetében ez az érték testsúly-kilogrammonként és óránként 1 kcal.

<sup>4</sup> Silye Gabriella: *Sporttáplálkozás a maximális teljesítményhez*. Budapest, ExSol-Group Kft., 2014.

<sup>5</sup> Basal Metabolic Rate (alapanyagcsere).

<sup>6</sup> Melvin H. Williams: *Nutrition for Health, Fitness & Sport*. USA, McGraw-Hill Companies, 1999.

<sup>7</sup> James Arthur Harris (amerikai botanikus és biostatistikus), Francis Gano Benedict (amerikai kémikus, fiziológus).

Levezetve: testtömeg (kg) x 24 (80 x 24 = 1920 kcal/nap).

Általánosságban elmondható, hogy azonos testtömeg esetén a nők energiaigénye 20%-kal kevesebb a férfiakénál.<sup>8</sup>

Nők és férfiak vonatkozásában az energiabevétel életkor szerinti szükségletét a Német Táplálkozásügyi Társaság tanulmánya alapján az alábbi táblázatban mutatom be.

1. táblázat

*Ajánlott napi energiabevétel.*

Forrás: a szerző szerkesztése

életkor	15–18	19–35	35–50	51–65	65<
férfiak (kcal/nap)	3000	2600	2400	2200	1900
nők (kcal/nap)	2400	2200	2000	1800	1700

A táblázatban leírt értékek azon a természetes fiziológias, élettani folyamaton alapulnak, amely szerint életkorunk előrehaladtával megkérdőjelezhetetlenül csökken fizikai aktivitásunk mértéke. Abban az esetben, ha a csökkenő fizikai aktivitás mellé nem társul korlátozott energiafelvétel, akkor fennállhat az elhízás veszélye. Ugyanakkor az azonos életkorú személyek táplálékfelvételének mértéke eltérő lehet, tehát egyéntől függő az, hogy kinek mekkora táplálékbevitelre van szüksége. Ajánlatos sporttal vagy más fizikai tevékenységgel állandó terhelés alatt tartani szervezetünket, így könnyebben megelőzhető a testsúly túlzott gyarapodása.

A tanulmányban kitértek arra is, hogy az átlagon felüli fizikai aktivitás mellett kb. 25%-kal magasabb egy ember kalóriaszükséglete. Az általam vizsgált témában ennek ott lesz jelentősége, amikor a határvédelmi feladatokban szolgálatot teljesítő katonák ellátását fogom vizsgálni. Az állomány nagy része 12/24-es váltásban hajtja végre a járőrfeladatokat, tehát 12 óra járőrözést követően következik egy pihenőnap. Megtapasztalva egyaránt a versenysporthoz szükséges napi több óra testedzés, valamint a határvédelmi feladatokban történő részvétel mentális és fizikális terhelés nehézségeit, biztosan állíthatom, hogy a monoton, ámde éber járőrözés is kivesz annyit az emberből, mint napi két edzés egy sportolóból. Ebből következően kétségtelen, hogy a laktányán kívül végrehajtandó feladatokban részt vevő katonai állománynak is szükségszerű a megemelt kalóriamennyiség biztosítása.

Az MH ételmezési ellátásában természetesen nincs kapacitás személyre szabott étkeztetéskialakításra, ahogyan korcsoportokra sem bontható az ellátás, annak ellenére, hogy nyilvánvalóan eltérő az energia igénye egy 20 éves és egy 50 éves katonának. Idősebb társainknál – megfelelő fizikai aktivitás hiányában – nagyobb arányban állhat fenn az elhízás veszélye. A fejadagok egy átlagosnak tekinthető kalóriatáblázat alapján kerülnek kiosztásra. Ezekből az általánosításokból adódó esetleges negatív következmények az MH komplett személyi állományára potenciális veszélyként jelentkezhetnek.

Az MH a folyamatos változások évét éli, ami olyan kötelezettségekkel jár, amely komoly alkalmazkodóképességet és nagyobb fizikai és szellemi terhelhetőséget kíván a szervezet tagjaitól. A haderő előtt álló új kihívások, a rendkívüli fizikai megerőltetéssel

<sup>8</sup> Tolnay Pál – Szabó S. András: *Bevezetés a korszerű sporttáplálkozásba*. Budapest, Fair Play Sport Bt. Kiadó, 2007.

járó tevékenységek gyarapodása, a NATO<sup>9</sup> nemzetközi feladataiban történő jelentősebb mértékű részvétel együttesen elengedhetetlenné teszi az állomány gondos és biztonságos kiválasztását, illetve részletesebb egészségi, alkalmassági vizsgálatát. Fokozott fizikai és mentális stressz hatására az arra hajlamos személyeknél megnőhet a kardiovaszkuláris egészségügyi problémák előfordulásának kockázata. Szolgálati körülmények között, illetve éles feladat-végrehajtás alatt az ilyen jellegű megbetegedéseknek komoly következményei lehetnek nemcsak az egyén, de a küldetés és feladat teljesítése szempontjából is.<sup>10</sup>

#### 4. A mindennapi munkavégzés során történő élelmezési ellátás laktanyai körülmények között

Laktanyai körülmények között a katonák az esetek döntő többségében ülőmunkát folytatnak. Számos szakirodalmi olvasmányban megtalálható a megállapítás, amely szerint a hosszú időn át végzett ülőmunka káros az egészségünkre, amelynek elsődleges indikátora a mozgáshiány. A kevés mozgás miatt az elhízás veszélye is megnövekedett, éppen ezért kiemelten fontos a helyes és változatos táplálkozás.

A szakirodalmi írások alapján egy 19–50 év közötti férfi napi energiaszükséglete 2500 kcal körül mozog. Az általam olvasott források szerint a napi táplálékbevitel során az ebéd kb. 30-35%-ot kell hogy kitegyen. Jelen esetben ez 750–875 kcal közötti sávot jelent. Az MH egészsét tekintve a férfi-női nemek aránya a Honvédelmi Minisztérium 2018. február havi kontrolling jelentése alapján kb. 67-33% volt. Az állomány összetételét figyelembe véve úgy gondoltam, hogy célszerű a férfiak ajánlott energiaszükségletéhez hasonlítani a kapott eredményeket.

Kutatómunkám során az MH vitéz Szurmay Sándor Budapest Helyőrség Dandár laktanyai ellátást biztosító étlapjait használtam fel. A megvizsgált étlapokat tárgyévben három menüs rendszerben adták ki, tehát a katonáknak lehetőségük volt három menüből minden munkanapra választani egyet. Az ételek mellett ivóvíz, tea, illetve szörp állt rendelkezésre folyadékpótlásra, korlátlan mennyiségben. Az étlapokon fellelhető ételek kcal-értékeit a [www.kaloriabazis.hu](http://www.kaloriabazis.hu) weboldalon található kalkulátor segítségével számoltam ki. A menük kalóriaértékeinek megállapítása során leves esetében 400 grammal, főétel esetében pedig 250-300 grammal kalkuláltam, attól függően, hogy valamilyen húsféleséget tálaltak körettel, vagy pedig egytálétel. Savanyúság esetében 100 grammot vettem számításba az összes menünél. A táblázatokon belül zöld színnel jelöltem azokat a menüket, amelyek az optimális intervallumon belüli kcal-értéket mutatnak, pirossal pedig azokat, amelyek túlzottan kalóriadúsnak bizonyultak. A táblázatok alatt található egy kerekített átlagérték is, amely segít átlátni általánosságban a három menü kalóriatartalmát.

<sup>9</sup> North Atlantic Treaty Organization (Észak-atlanti Szerződés Szervezete).

<sup>10</sup> Kohut László: *Extrém fizikai terhelésnek kitett katonai állomány keringési és élettani vizsgálata*. Budapest, ZMNE, 2008.

2. táblázat

2017. szeptember havi étlap kcal-értékei.

Forrás: a szerző szerkesztése

	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	2	3	4
A	566	920	500	573	722	612	705	1105	716	932	661	664	942	623	791	626	704	507	811	772
B	1004	566	518	733	869	626	767	1047	647	591	824	504	540	669	837	590	974	579	593	553
C	673	572	627	412	576	635	454	671	823	416	504	595	781	489	573	1109	668	455	531	585

2017. szeptember havi átlagértékek:

- „A” menü: 723 kcal,
- „B” menü: 779 kcal,
- „C” menü: 625 kcal.

3. táblázat

2017. október havi étlap kcal-értékei.

Forrás: a szerző szerkesztése

	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	24	25	26	27	30	31	2	3
A	856	521	785	362	657	850	1079	982	572	787	1024	617	779	709	840	868	750	867	695	735
B	1063	751	738	638	720	932	619	847	772	537	972	478	705	737	908	792	766	822	692	721
C	525	709	448	515	521	467	569	446	576	965	754	572	506	806	718	654	709	896	581	575

2017. október havi átlagértékek:

- „A” menü: 767 kcal,
- „B” menü: 761 kcal,
- „C” menü: 621 kcal.

4. táblázat

2017. november havi étlap kcal-értékei.

Forrás: a szerző szerkesztése

	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	1	4
A	898	711	969	693	653	587	572	612	783	532	734	773	951	592	493	492	1052	757	855	501	545
B	418	604	829	886	445	619	555	800	708	659	536	737	1261	540	448	708	926	708	898	725	545
C	543	433	783	638	399	611	578	558	782	548	713	643	421	681	1007	635	649	378	655	773	311

2017. november havi átlagértékek:

- „A” menü: 693 kcal,
- „B” menü: 698 kcal,
- „C” menü: 607 kcal.

5. táblázat

2017. december havi étlap kcal-értékei.

Forrás: a szerző szerkesztése

	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	2	3	4
A	605	853	749	791	504	979	767	701	494	933	455	789	780	510	937	566	859
B	616	818	1008	857	676	812	739	904	703	649	681	891	636	510	934	948	799
C	733	308	985	548	581	593	471	936	723	530	985	576	604	573	971	711	650

2017. december havi átlagértékek:

- „A” menü: 622 kcal,
- „B” menü: 775 kcal,
- „C” menü: 675 kcal.

6. táblázat

2018. január havi étlap kcal-értékei.

Forrás: a szerző szerkesztése

	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31	1	2
A	561	861	502	513	954	640	706	541	638	515	1104	561	736	689	795	731	711	612	825	771	742
B	690	713	429	517	936	735	771	410	678	687	1262	855	479	824	652	699	517	484	668	741	897
C	657	968	489	502	714	1067	580	495	844	437	696	719	570	699	1007	657	1201	481	573	563	829

2018. január havi átlagértékek:

- „A” menü: 700 kcal,
- „B” menü: 697 kcal,
- „C” menü: 702 kcal.

7. táblázat

2018. február havi étlap kcal-értékei.

Forrás: a szerző szerkesztése

	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	1	2
A	831	934	588	964	565	676	695	792	902	665	833	729	584	669	652	863	977	732	1084	804
B	557	596	688	787	408	758	659	556	1146	749	472	637	775	654	557	641	485	606	1380	842
C	995	505	492	689	816	951	516	249	660	841	684	707	730	676	733	1125	688	424	641	853

2018. február havi átlagértékek:

- „A” menü: 777 kcal,
- „B” menü: 698 kcal,
- „C” menü: 699 kcal.

#### 4.1. A fejezet eredményeinek összegzése

Laktanyai ellátás során a vizsgált hat hónap alatt összesen 357 db ebédmenü került a vizsgált alakulat személyi állományának ebédlőasztalára. A számításaimat követően megállapítottam, hogy az egyes napi menük kcal-értékei 66 alkalommal estek a fentebb meghatározott 750–875 kcal közötti zónába. A legtöbb napon a kiszámolt értékek alulmaradtak az optimális zónához képest, ez egészen pontosan 234 alkalmat jelent. 57 alkalommal fordult elő, hogy az adott napi menü túlzottan kalóriadús volt. Százalékosan kifejezve a hathavi ebédmenük 18,5%-a érte el az elvárt intervallumot, 16%-a pedig meghaladta azt. A menük 65,5%-a alulmúlta az elvártnak tekinthető értékhatárt.

## 5. Ételmezési ellátás fokozott fizikai igénybevétel mellett

A Magyarország határai mentén feladatot teljesítő katonák ellátása kiemelt fontosságú napjaink logisztikai feladatai közül. A 12 órás járőrszolgálati feladatok végrehajtása alatt az állomány energiaszükséglete jóval magasabb az átlagosnál. Ez különösen



igaz az éjszakai váltásra, hiszen éjjel nagyobb terhelésnek van kitéve a katonák szervezete. Napnyugtát követően rosszabbak a látási viszonyok, a hőmérséklet pedig a téli időszakban akár a  $-20$  fokot is elérheti, amely a kiemelkedő domborzati adottságoktól mentes határvidéken fújó széllel párosulva sarkvidéki időjárást eredményezhet. Hideg időben nem kérdés, hogy nagyobb az emberi szervezet energiaigénye, éppen ezért úgy kalkuláltam, hogy az *éjszakai járőrszolgálatot ellátó váltásnak minimum 3200 kcal/nap* energiatartalmú étrendet kell biztosítani. Ugyanez az érték a *nappali váltásnak minimum 3000 kcal/nap* kell hogy legyen. Az alábbi táblázatokban ismét a kiszámolt kcal-értékek láthatók, ezúttal egész napos ellátással, 5 hónapnyi étlap alapján kalkulálva. A táblázatokon belül zöld színnel emeltem ki azokat a napokat, amelyek elérték az optimálisnak tekinthető kcal-mennyiséget. Túlzott kalóriabevittel ez esetben szükségtelen kalkulálni, hiszen az állomány fizikai igénybevételéből, valamint az időjárásnak való kitettségéből adódóan a szervezet képes hasznosítani a többletbevittet.

8. táblázat

1. havi étlap „Közös Akarat”.

Forrás: a szerző szerkesztése

		nappali	éjszakai			nappali	éjszakai
1. hét	hétfő	3001	3181		hétfő	2417	1810
	kedd	2959	4032		kedd	2629	3649
	szerda	3078	3849		szerda	2738	3250
	csütörtök	2859	3114	3. hét	csütörtök	2756	2252
	péntek	2589	2785		péntek	2847	3779
	szombat	3191	4090		szombat	2584	3568
	vasárnap	2748	3260		vasárnap	2767	3370
2. hét	hétfő	2577	2172		hétfő	2654	2466
	kedd	3516	3865		kedd	2866	3826
	szerda	2436	3060		szerda	3153	3056
	csütörtök	2449	2549	4. hét	csütörtök	2500	3181
	péntek	2885	3731		péntek	2962	3665
	szombat	3148	3810		szombat	2592	2460
	vasárnap	2689	3010		vasárnap	2684	3629

1. havi átlagértékek:

- nappali szolgálat: 2796 kcal,
- éjszakai szolgálat: 3231 kcal.

9. táblázat  
2. havi étlap „Közös Akarat”.  
Forrás: a szerző szerkesztése

		nappali	éjszakai			nappali	éjszakai
1. hét	hétfő	2615	3134	3. hét	hétfő	3012	3125
	kedd	2824	3256		kedd	2899	3752
	szerda	2468	3207		szerda	3079	3888
	csütörtök	2822	3635		csütörtök	2901	3333
	péntek	3084	3682		péntek	2598	2809
	szombat	2811	2975		szombat	3207	4077
	vasárnap	2779	3100		vasárnap	2753	3216
2. hét	hétfő	2536	2571	4. hét	hétfő	2526	3141
	kedd	2788	3085		kedd	2606	2948
	szerda	2660	3822		szerda	3262	3224
	csütörtök	2749	2920		csütörtök	2885	3105
	péntek	3130	3869		péntek	2713	4044
	szombat	2842	2785		szombat	2898	3470
	vasárnap	2700	3219		vasárnap	2779	3881

2. havi átlagértékek:

- nappali szolgálat: 2819 kcal,
- éjszakai szolgálat: 3331 kcal.

10. táblázat  
3. havi étlap „Közös Akarat”.  
Forrás: a szerző szerkesztése

		nappali	éjszakai			nappali	éjszakai
1. hét	hétfő	2598	3368	3. hét	hétfő	2471	3227
	kedd	3086	3605		kedd	2748	3519
	szerda	2981	3080		szerda	3466	3609
	csütörtök	2928	3069		csütörtök	2729	4106
	péntek	3175	3494		péntek	3233	3275
	szombat	2969	3200		szombat	2410	2702
	vasárnap	2935	3485		vasárnap	2908	3767
2. hét	hétfő	2448	3338	4. hét	hétfő	2405	3659
	kedd	2669	3493		kedd	2720	3146
	szerda	3345	3189		szerda	2630	3539
	csütörtök	3544	3652		csütörtök	3246	3444
	péntek	2494	3152		péntek	2378	3791
	szombat	2935	3077		szombat	3278	3960
	vasárnap	2291	3257		vasárnap	2599	3324

3. havi átlagértékek:

- nappali szolgálat: 2844 kcal,
- éjszakai szolgálat: 3412 kcal.

11. táblázat

## 4. havi étlap „Közös Akarat”.

Forrás: a szerző szerkesztése

		nappali	éjszakai			nappali	éjszakai
1. hét	hétfő	4052	3942	3. hét	hétfő	3274	3535
	kedd	2872	3411		kedd	3307	3038
	szerda	2720	3081		szerda	2600	2863
	csütörtök	3303	3956		csütörtök	2718	3989
	péntek	2901	3631		péntek	2642	3541
	szombat	2331	2771		szombat	2660	2839
	vasárnap	2267	3232		vasárnap	2820	3332
2. hét	hétfő	2428	4005	4. hét	hétfő	3280	3091
	kedd	3153	3155		kedd	3181	3915
	szerda	3204	3285		szerda	2610	3066
	csütörtök	3226	3274		csütörtök	3325	3256
	péntek	3028	3244		péntek	2762	3335
	szombat	2515	3150		szombat	2731	3270
	vasárnap	2637	3426		vasárnap	1935	3206

4. havi átlagértékek:

- nappali szolgálat: 2874 kcal,
- éjszakai szolgálat: 3351 kcal.

12. táblázat

## 5. havi étlap „Közös Akarat”.

Forrás: a szerző szerkesztése

		nappali	éjszakai			nappali	éjszakai
1. hét	hétfő	3088	3876	3. hét	hétfő	2857	3065
	kedd	3302	3369		kedd	3016	3703
	szerda	2690	2958		szerda	2887	3325
	csütörtök	2707	3806		csütörtök	2967	3287
	péntek	2558	3071		péntek	2733	3135
	szombat	2985	3615		szombat	2711	3351
	vasárnap	2494	3424		vasárnap	2496	3842
2. hét	hétfő	3109	3154	4. hét	hétfő	2516	3443
	kedd	2958	2990		kedd	3301	3294
	szerda	3058	3688		szerda	2794	3413
	csütörtök	2893	2823		csütörtök	2787	3581
	péntek	3152	3363		péntek	2838	3281
	szombat	2809	3585		szombat	3335	3581
	vasárnap	2772	3565		vasárnap	2597	3499

5. havi átlagértékek:

- nappali szolgálat: 2872 kcal,
- éjszakai szolgálat: 3396 kcal.

## 5.1. A fejezet eredményeinek összegzése

A határszolgálat tekintetében 5 havi étlapot volt lehetőségem megvizsgálni, ami 140 db nappali, valamint 140 db éjszakai járőrszolgálat egész napos ellátását biztosította. A kiszámolt értékek összesen 130 alkalommal feleltek meg az optimálisnak nevezhető elvárásoknak, ami 46,4%-ot jelent. Ez lényegesen jobb eredmény, mint a laktanyai ellátás tekintetében. Napszakok szerinti bontással megállapítható, hogy az ellátás az éjszakai szolgálatok esetében 65,7%-ban, a nappali szolgálatok során viszont csupán 27,8%-ban érték el az elvárt kcal-mennyiséget.

## 6. Az ellátás színvonalának emelésére tett intézkedések

A vizsgált időszakban aktuális bruttó 950 Ft/nap értékű I. számú – a katonák ételmezési ellátására leggyakrabban alkalmazott – ételmezési norma ebédre jutó része, az akkor hatályban lévő rendelet alapján nettó 323 Ft volt menünként.<sup>11</sup> Könnyen belátható, hogy ez nem volt egy olyan összeg, amely megengedte volna a minőségi alapanyagok állandó beszerzését. Mindennek kiküszöbölésére egy kardinális központi intézkedést hívtak életre. 2018-ban egy új jogszabály hatálybalépésével az I. számú norma értéke bruttó 1250 Ft-ra módosult.<sup>12</sup> A keretösszeg emelését követően az ételmezési szakterületnek így már nettó 433 Ft állt rendelkezésére az ebédmenük összeállítására, így az elmúlt 2 évben lehetőség nyílt a minőségibb összetevőkre is hangsúlyt fektetni.

A vizsgált időszakban hozott intézkedéseken felül 2020. október 16-i hatállyal jogszabály-módosítás történt a jelenleg hatályban lévő rendelet tekintetében,<sup>13</sup> amelynek értelmében a katonai alakulatok ételmezési szakterülete ma már napi bruttó 1660 Ft-os keretösszegeből gazdálkodhat az I. számú norma vonatkozásában. Az emelésnek köszönhetően az ebéd részértéke is nettó 480 Ft-ra növekedett. Az újabb keretbővítés előrevetíthetően további minőségjavulást fog eredményezni az ételmezés színvonalát illetően, lehetőséget adva a katonák fiziológiai adottságainak további fejlesztésére.

## 7. Következtetések

Természetesen egy vállalat étkeztetésének vizsgálatához nem elegendő kizárólag kalóriaértékeket számolni, de úgy gondolom, kiindulási alapnak megfelelő, és beszédes információt képes magában hordozni.

Laktanyai körülmények között logisztikai szempontból az anyagáramlás megfelelő, a javuláshoz csupán az alapanyagok összetételének változtatására volt szükség.

Tábori körülmények között lényegesen nehezebb dolga van az ételmezési szakterületnek, mint laktanyában. A beszállított alapanyagokat hűtőkonténerekben kell tárolni, a főtt ételt pedig gyakran mozgókonyhában kell elkészíteni. Ugyanakkor

<sup>11</sup> 22/2006. (VIII. 8.) HM rendelet a Magyar Honvédség ételmezési ellátásáról.

<sup>12</sup> 14/2018 (IX. 17.) HM rendelet a Magyar Honvédség ételmezési ellátásáról.

<sup>13</sup> 15/2020 (X. 14.) HM rendelet a Magyar Honvédség ételmezési ellátásáról szóló 14/2018 (IX. 17.) HM rendelet módosításáról.

jelenleg a határ menti szolgálat kiemelt feladat az MH feladatrendszerén belül, éppen ezért a szakterület nagyobb figyelmet fordít az itt szolgálatot teljesítő állományra.

Az ellátási lánc beszállítói oldalán olykor előfordul, hogy eltérő áru érkezik be az igényléshez képest. A „Közös Akarat” feladatba bevont állomány létszáma révén a többszörösére nőtt az egyes beszerzendő anyagok iránti igény, ebből kifolyólag a szerződött partner nem minden esetben tudja időre teljesíteni a megrendelést, olykor pedig egyszerre érkezik be nagy mennyiség az adott áruféleségből, amit viszont szavatossági okokból ki kell adni az állomány részére. Ez csorbíthatja az ellátás változatosságát, ami elégedetlenséget válthat ki a katonák körében.

A meleg étel mennyisége, minősége, változatossága megfelelő, viszont kitelepült ellátás során általános probléma a hideg csomagok összetétele és egyhangúsága. Szendvicsek, péksütemények, konzervek nagy mennyiségben, amelyek egy idő után egyfelől unalmassá teszik az étlapot, másfelől ez a fajta étrend kevéssé biztosítja a megfelelő vitamin- és ásványianyag-bevitelt. Ezek pótlására ugyan az állomány rendszeresen részesül vitaminkészítményekkel történő ellátásban, azonban hatékonyabb lenne, ha ezeket a vitaminokat természetes formájában tudnák magukhoz venni a katonák.

A terület, amelynek fejlesztésével tovább javulhatna az ellátás színvonala, az a szakácsok magasabb szintű oktatása. Erre jelenleg nem fektet megfelelő hangsúlyt az MH, pedig egy jól képzett szakember, aki képes elrugaszkodni a „menza”-szintű étkezéstől, nagyban hozzájárulhatna az ételek magasabb szinten történő elkészítéséhez.

Összességében megállapítható, hogy saját, valamint katonatársaim tapasztalatai alapján a keretösszeg emelésével valóban érzékelhető minőségi és mennyiségi javulás a honvédségi étkezdékben. A beszerzések során kialakított termékkosarakba ma már minőségibb alapanyagok kerülnek, ezáltal érzékelhetően emelve a készétel minőségét is. A havi menük változatosabbak lettek, és ízvilágukban is gyakran elrugaszkodnak a talán eddig megszokott menzai színvonaltól. Az ételadagok is gyarapodtak, amelyek a rendszeres testmozgást, fizikai munkát végző katonatársaim számára is elegendőnek bizonyultak. Az eszközölt változtatások szükségszerűek és indokoltak voltak, úgy gondolom, hogy jelen helyzetben a honi ételmezési szakterület már képes felvenni a versenyt a nemzetközi szintű katonai ételmezési ellátással.

## Felhasznált irodalom

- 14/2018. (IX. 17.) HM rendelet a Magyar Honvédség ételmezési ellátásáról  
 15/2020 (X. 14.) HM rendelet a Magyar Honvédség ételmezési ellátásáról szóló  
 14/2018 (IX. 17.) HM rendelet módosításáról  
 22/2006. (VIII. 8.) HM rendelet a Magyar Honvédség ételmezési ellátásáról  
 Kenessey Fanni: *Étkeztetés vizsgálata a Magyar Honvédségben a mindenkori táplálkozási ajánlások figyelembe vételével*. Budapest, SOTE, 2014.  
 Kohut László: *Extrém fizikai terhelésnek kitett katonai állomány keringési és élettani vizsgálata*. Budapest, ZMNE, 2008.  
 Silye Gabriella: *Sporttáplálkozás a maximális teljesítményhez*. Budapest, ExSol-Group Kft., 2014.

Sós András – Sós József – Szelényi István: *A táplálkozás művészete*. Budapest, Medicina Könyvkiadó, 1970.

Tolnay Pál – Szabó S. András: *Bevezetés a korszerű sporttáplálkozásba*. Budapest, Fair Play Sport Bt. Kiadó, 2007.

Williams, Melvin H.: *Nutrition for Health, Fitness & Sport*. USA, McGraw-Hill Companies, 1999.

Goda Zoltán<sup>1</sup>

## Szerves mikroszennyezők kockázatelemzése a parti szűrésen alapuló ivóvízellátásban

### Risk Assessment of Organic Micropollutants in Riverbank Filtration-Based Drinking Water Supply

A környezetünkben előforduló szerves mikroszennyezők az elmúlt néhány évtizedben kerültek a kutatások fókuszába. A jellemzően antropogén forrásból származó szennyezőanyagok felszíni vizekben történő megjelenése előrevetíti annak lehetőségét, hogy parti szűrésű vízbázisainkon keresztül e vegyületek bekerülnek az ivóvízellátó rendszerekbe, a fogyasztók számára egészségügyi kockázatot jelentve. A közelmúltban zajlott kutatások rámutattak, hogy e szennyezőanyagok a Dunában és a folyóhoz kapcsolódó fővárosi parti szűrésű vízbázisokban is jelen vannak. E kutatások eredményei alapján, illetve a nemzetközi szakirodalomban publikált, ivóvízre vonatkozó egészségügyi indexek felhasználásával kiszámítható az egyes vegyületek kockázati tényezője. Ezzel tulajdonképpen számszerűsíthető a szerves mikroszennyező anyagok fogyasztókra gyakorolt kockázatának mértéke. Ebben a cikkben a szerző a Budapest ivóvízellátását biztosító ivóvízbázisok és a szerves mikroszennyezők kapcsolatát, kockázatait elemzi. A kockázati tényezők ismeretében meghatározható azon szerves szennyezőanyagok csoportja, amely a jövőben nagyobb figyelmet és folyamatos nyomon követést igényel.

**Kulcsszavak:** parti szűrés, szerves mikroszennyezők, ivóvízellátás, ivóvízbázisok, kockázatelemzés

Organic micropollutants present in our environment have come into focus of research over the past few decades. These pollutants are typically of anthropogenic origin. Their appearance in surface waters foresees the possibility that these compounds enter the drinking water supply systems through bank filtration, posing a health risk to consumers. Recent studies have proven that these pollutants are also present in

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar, tudományos segédmunkatárs, e-mail: [goda.zoltan@uni-nke.hu](mailto:goda.zoltan@uni-nke.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4164-473X>

the Danube River as well as in the bank filtered water bodies. Based on these results and by using health indices for drinking water published in the international literature, the risk quotient of each compound can be calculated. In fact, this quantifies the risk of organic micropollutants to consumers. In this article, the author analyzes the relationship and risks of organic micropollutants and the drinking water sources of Budapest. By knowing the risk quotients, it is possible to identify the group of organic micropollutants that will require more attention and continuous monitoring in the future.

**Keywords:** riverbank filtration, organic micropollutants, drinking water supply, water resources, risk assessment

## 1. Bevezetés

Az emberiség számára elérhető édesvízkészletek állapotának naprakész figyelemmel követése mára kiemelt környezetvédelmi feladattá vált. Az édesvízkészletek mennyiségi és minőségi állapota az emberi életminőség egyik indikátora, hiszen azon túlmenően, hogy az egészséges élet egyik alapvető feltétele, a gazdaság gyakorlatilag minden szektorára jelentős hatással van. Ha globális helyzetértékelést teszünk, akkor elmondható, hogy az elérhető vízkészletek mennyiségi és minőségi mutatói egyaránt romló tendenciát mutatnak. A túlnépesedés hatására a vízigény is növekszik, de az egy főre vetített fogyasztás is emelkedő tendenciát mutat, amely szintén növekvő vízigényt jelent. Ebből adódóan a vízigény számított és extrapolált görbéjének meredeksége meghaladja a populáció görbáját, hiszen a vízigény növekedése két tényezőn alapul. Maradva a globális kitekintésnél kijelenthető, hogy az elérhető édesvízkészletek állapota jelentős szélsőségeket mutat, hiszen egy, a túlhasználat és szennyvizek által jelentősen terhelt ázsiai folyó vízminősége nagyságrendekkel rosszabb, mint egy észak-európai vagy egy kanadai folyóé. Az egyik mérőszám, amellyel egy víztest terheltsége jól jellemezhető, a szerves mikroszennyezők koncentrációja, hiszen ezek szinte teljes mértékben antropogén forrásból kerülnek a környezetbe. Amennyiben e szennyezőanyagok környezeti előfordulása jelentős, elérhetik a vízbázisokat, és ezáltal kockázatot jelenthetnek az emberi egészségre, életminőségre. Ebben a munkában a szerves mikroszennyezők parti szűrésű vízbázisokra és az általuk ellátott fogyasztók egészségére gyakorolt kockázatát elemzem. Olyan kockázatbecslő módszert mutatok be, amelyekkel a kockázat mértéke számszerűsíthető, és amelyeket Európában már többfelé sikerrel alkalmaztak. Tekintve, hogy a szerves mikroszennyezők hazai vizekben történő előfordulásával kapcsolatosan ma már hiteles adatsorok állnak rendelkezésre, a kockázatelemzés a hazai vízbázisok és a magyar lakosság esetében is elvégezhető.

## 2. Szerves mikroszennyezők előfordulása és viselkedése a környezetben

Szerves mikroszennyezőknek azokat a vegyületeket nevezzük, amelyek literenként akár mikrogrammnyi koncentrációban is negatívan befolyásolják a víz felhasználhatóságát,



fogyaszthatóságát, ökológiai paramétereit.<sup>2</sup> Sokukra jellemző, hogy perzisztens, azaz biológiailag nem vagy csak nehezen bomtható vegyületek, és a szennyezőforrástól jelentős távolságra képesek eljutni gyakorlatilag változatlan formában. A transzmisszió során koncentrációjuk csökkenhet, ami részben a hígulásnak, részben pedig a különböző degradációs folyamatoknak köszönhető. Fontos azonban látni, hogy a kémiai és biológiai átalakulás szekunder szennyezőanyagok megjelenését jelentheti, amelyeknél akár jelentősebb toxicitás tapasztalható, mint a kiindulási vegyület esetében. A mikroszennyezők alapvetően két csoportba, szerves és szerves mikroszennyezők csoportjába sorolhatók. A szerves mikroszennyezők közé soroljuk többek között a vas- és mangánvegyületeket, nehézfémeket, az arzén szervesetlen módosulatait, amelyek főleg felszín alatti vizek anaerob környezetében fordulnak elő.

A szerves mikroszennyezők köre igen jelentős számú és eltérő tulajdonságú vegyületet foglal magában, ami megnehezíti vizsgálatukat, kutatásukat, eltávolítási lehetőségüket. E szennyezőanyagok jellemzően az alábbi csoportokba sorolhatók:

PPCP-k<sup>3</sup> (gyógyszerek és testápolási termékek),

- peszticidek,
- felületaktív anyagok,
- égésgátlók,
- égési termékek és melléktermékek,
- üzemanyag-adalékanyagok,
- perfluorozott anyagok (PFC),
- élelmiszer-adalékanyagok,
- poliklórozott bifelnilek,
- biszfenolok,
- algatoxinok stb.<sup>4</sup>

A fejlődő analitikai módszereknek és technológiáknak köszönhetően egyre nagyobb számú vegyület kimutatására adódik lehetőség, egyre alacsonyabb (akár néhány ng/l) koncentráció mellett. E jellemzően kis koncentrációban előforduló szerves szennyezőanyagokra a nemzetközi tudományos szaknyelv az emerging pollutants (EP), illetve a contaminants of emerging concern (CEC) kifejezéseket használja, amelyeket „új szennyezők” és „növekvő aggodalomra okot adó szennyezők” kifejezésekkel emelhetünk át a magyar szakkifejezések közé. E meghatározások találóan utalnak e szerves szennyezőanyagokra, hiszen ezek újszerű megjelenésükből vagy pedig korábbi mérhetőségi hiányukból adódóan nem esnek nemzetközi szabályozások alá, nem részei a rutin monitoringprogramok által vizsgált vegyületcsoportoknak, és vonatkozásukban ezidáig sem környezetminőségi, sem pedig ivóvízminőségi határértékeket nem állapítottak meg. Mindezek ellenére e vegyületek mind a környezet minőségére, mind pedig az emberi egészségre gyakorolt feltételezhető hatásuk miatt valóban aggodalomra adhatnak okot.

<sup>2</sup> Goda Zoltán – Knisz Judit – Mátrai Ildikó – Vadkerti Edit: A szerves mikroszennyező csoportok részletes bemutatása. In Knisz Judit (szerk.): *Szerves mikroszennyezők a vizekben*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.

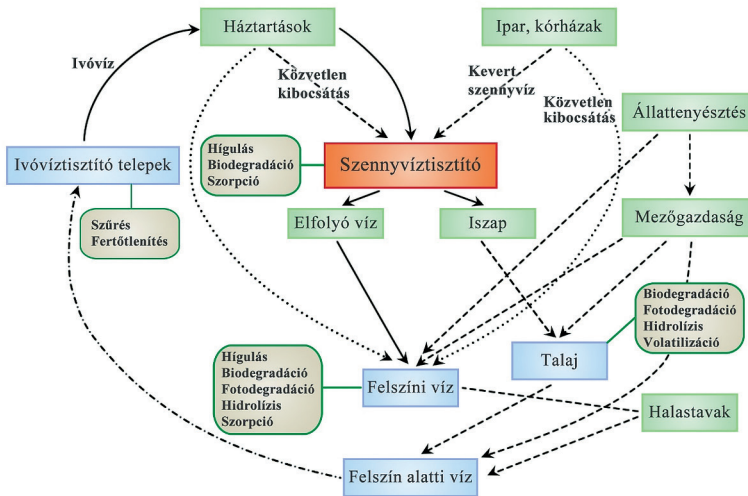
<sup>3</sup> PPCPs: Pharmaceuticals and personal care products.

<sup>4</sup> Knisz Judit – Vadkerti Edit: A szerves mikroszennyezők előfordulása, sorsa és hatása a környezetben. In Knisz Judit (szerk.) *Szerves mikroszennyezők a vizekben*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2020.

Az új szennyezők tehát nem feltétlenül az utóbbi években jelentek meg a környezetünkben, de a kémiai analitika ezidáig nem volt képes az alacsony vagy nagyon alacsony koncentrációban jelen lévő vegyületeket kimutatni, mennyiségüket meghatározni. Az utóbbi évtizedekben a tudományos közösség fókuszja azonban egyre inkább elmozdult az új szennyezők felé.

## 2.1. Szerves mikroszennyezők előfordulása a környezetben

A szerves mikroszennyezők közös jellemzője, hogy az esetek jelentős többségében antropogén eredetűek, azaz előfordulásuk jelenlegi vagy múltbéli emberi tevékenységhez köthető. Persze ismerünk természetes eredetű szerves mikroszennyező anyagokat is, amelyek szerves anyagok bomlásából vagy éppen vulkanikus folyamatok eredményeképpen kerülnek a környezetbe, de e cikk célját követve az antropogén eredetű vegyületekre fókuszálunk. Ezek leggyakoribb forrásait és jellemző útjait a következő ábra mutatja be.



1. ábra

A szerves mikroszennyezők forrásai és sorsuk a környezetben.

Forrás: Knisz–Vadkerti (2020) i. m.

Tekintve, hogy a hazai ivóvíztermelés jelentős része parti szűrésű vízbázisokon alapul, mindenképpen érdemes vizsgálni a szerves mikroszennyezők jelenlétét a hozzájuk kapcsolódó felszíni víztestekben. A felszíni vizeink szennyezőforrásai többek között a kommunális és ipari szennyvízbevezetések, a hulladéklerakókról és mezőgazdasági területekről eredő bemosódások és a haváriaesemények. Szennyvízkezelésünk sokat fejlődött az elmúlt évtizedek során, a korábban kezeletlen vagy csak egy lépcsőben kezelt szennyvizek ma bár biológiai tisztítási fokozatot követően kerülnek a befogadóba. Fontos

azonban kihangsúlyozni, hogy egyes szerves mikroszennyezők, így például a gyógyszer-maradványok esetében a biológiai szennyvíztisztítás sem elégséges, csak bizonyos technológiák, mint a mozgóágyas biofilmreaktor (MBBR)<sup>5</sup> vagy összetett, membránszűréssel kombinált harmadik tisztítási fokozat üzemeltetésével lehetne elérni egyes vegyületek elfogadható mértékű visszatartását.<sup>6</sup> A hazai felszíni vizekben előforduló mikroszennyezőkről ma már hiteles adatsorok állnak rendelkezésünkre, és az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a Dunában – más európai folyókhoz hasonlóan – e vegyületek változó koncentrációban, de jelen vannak, és kimutathatók, mennyiségük pedig jól meghatározható.<sup>7</sup> Figyelembe véve, hogy hazánk legnagyobb folyója mentén számos üzemelő és távlati parti szűrésű vízbázis található, amelyek folyamatos kapcsolatban vannak a felszíni víztesttel, a szerves mikroszennyezők vízbázisainkra gyakorolt kockázata nem elhanyagolható. Ebből adódóan érdemes, sőt szükséges kockázatelemzést készíteni a szerves mikroszennyezők parti szűrésű vízbázisokra gyakorolt kockázatainak meghatározására. Ha ezt az elemzést kibővítjük a kommunális ivóvízfogyasztás és az emberi egészségre gyakorolt hatás mérőszámaival, akkor valós eredményeket kapunk a szerves mikroszennyezők fogyasztókra gyakorolt kockázatáról is.

### 3. Szerves mikroszennyezők és a parti szűrésű vízbázisok kapcsolata

Magyarországon a víztermelés több mint harmada parti szűrésű vízbázisokon alapul, amelyek közös jellemzője, hogy valamely felszíni víztesttel – hazánkban kivétel nélkül folyóval – közvetlen és dinamikus kapcsolatban állnak, és ez a kitermelhető víz minőségére és mennyiségére egyaránt hatással van.<sup>8</sup> Parti szűrésű vízbázisok üzemelnek többek között a Duna, az Ipoly, a Dráva, a Hernád és a Rába folyók mentén. A főváros mintegy 800 kútjait parti szűrésű vízbázisokból termeli a vizet. A hazai vízellátás tehát jelentős mértékben támaszkodik e vízadókra, és ez nem véletlenül alakult így. A parti szűrésű vízbázis kútjait a folyómederhez közel, jó vízvezető képességű alluviális kavicsteraszonok alakítják ki. A parti szűrés folyamata során a felszíni víz ezen a néhányszor tíz, esetleg száz méter vastag kavics, durva szemű homokrétegen átszűrődve jut el a víztermelő kútba. A folyó vizének a mederágyba történő beszivárgása és a kút irányába történő áramlása a természetes mozgások mellett főleg a víztermelés hatására következik be. A szivárgás során olyan mechanikai, fizikai-kémiai és mikrobiológiai folyamatok zajlanak le, amelyek hatására a felszíni víz lebegő- és szervesanyag-tartalma jelentős mértékben csökken, valamint mikrobiológiai paraméterei akár több nagyságrenddel is javulhatnak.<sup>9</sup> A 2. ábra a parti szűrés alapvető folyamatait foglalja össze.

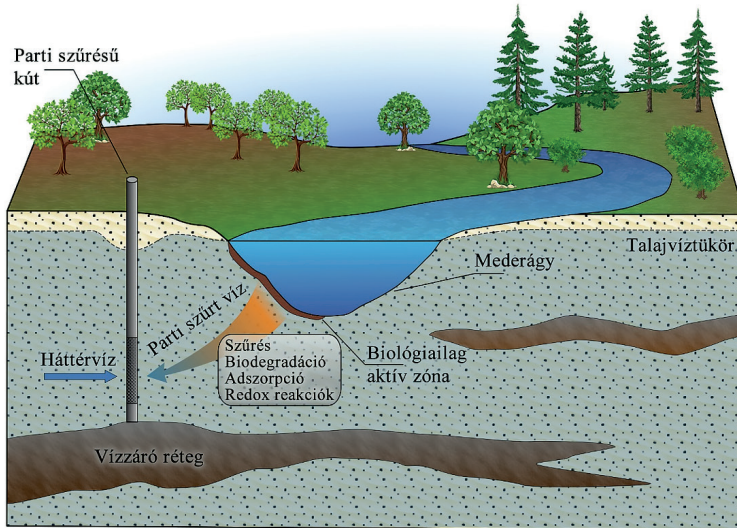
<sup>5</sup> MBBR: moving bed biofilm reactor.

<sup>6</sup> Ben Weiwei et alii: Occurrence, removal and risk of organic micropollutants in wastewater treatment plants across China: Comparison of wastewater treatment processes. *Water Research*, (2018), 130. 38–46.

<sup>7</sup> Zsuzsanna Nagy-Kovács et alii: Behavior of Organic Micropollutants During River Bank Filtration in Budapest, Hungary. *Water Research*, 10. (2018), 12.; Attila Csaba Kondor et alii: Occurrence of pharmaceuticals in the Danube and drinking water wells: Efficiency of riverbank filtration. *Environmental Pollution*, (2020), 265.

<sup>8</sup> Központi Statisztikai Hivatal: *A felszín alóli víztermelés víztípusok szerint (1985–)*. Budapest, 2018.

<sup>9</sup> Kevin. M. Hiscock – Thomas Grischek: Attenuation of groundwater pollution by bank filtration. *Journal of Hydrology*, 266. (2002), 3. 139–144.



2. ábra

*A parti szűrés alapvető folyamatai.*

Forrás: Goda Zoltán: Szerves mikroszennyezők előfordulása ivóvízbázisokban. In Knisz Judit (szerk.): *Szerves mikroszennyezők a vizekben*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.

Ez a vízminőség-javulás, koncentrációcsökkenés a szerves mikroszennyezők esetében is tapasztalható, azonban a különböző vegyületek esetében jelentős eltérés mutatkozik az eltávolítás határfokában.

### 3.1. Szerves mikroszennyezők előfordulása hazai felszíni vizekben

Egy 2016 és 2019 között zajló nemzetközi projekt során végzett kutatásban a Fővárosi Vízművek kutatói szerves mikroszennyezők jelenlétét vizsgálták a Dunában és a budapesti parti szűrővíz bázisokban.<sup>10</sup> A kutatás két üzemelő vízbázist érintett, a Szentendrei-szigeten található északi vízbázis, valamint a Csepel-szigeten Ráckeve és Szigetszentmiklós között elhelyezkedő déli vízbázis kútjaiban történt mintavételezés. A két vízbázis között elhelyezkedésük mellett lényeges különbség a kutak medertől való távolsága, amely a Csepel-szigeti vízbázis esetében nagyobb. A kutatásban 36 szerves mikroszennyezőt vizsgáltak, két felszínvíz-mintavételi ponton és két kútban. Az eredményeket összehasonlítva az egyes mikroszennyezőkre megállapítható volt az eltávolítás határfoka. A vizsgált mikroszennyezők közül tizenkettőt csak a Dunából vett vízmintákban sikerült kimutatni, a parti szűrt vízben nem voltak jelen, vagy csak a kimutathatósági határérték alatti koncentrációban. 12 vegyület kimutatható volt a felszíni és a szűrtvíz-mintákban egyaránt. Ezek koncentrációjának változása a parti

<sup>10</sup> Zsuzsanna Nagy-Kovács et alii (2018) i. m.

szűrés folyamatában tág határok között mozgott. A metazaklór növényvédőszer esetében a szentendrei-szigeti vízbázison 78%-os eltávolítási hatásfokot sikerült kimutatni, míg ezen vegyület koncentrációja a Csepel-szigeti vízbázison csak 12%-kal csökkent. Jelentősebb eltávolítás a benzotriazol esetében volt mérhető (69% és 43%), míg legkisebb arányban a szulfametoxazol nevű antibiotikum-hatóanyag koncentrációja csökkent. A műanyagipar által előszeretettel használt biszfenol-A koncentrációja egyes esetekben a kutakban gyakorlatilag változatlan koncentrációban volt kimutatható a felszíni vízhez képest. A kutatás lefontosabb megállapítása az volt, hogy a Dunában 6-1142 ng/l, a parti szűrésű kutakban pedig LOQ<sup>11</sup>-686 ng/l koncentrációban fordultak elő a vizsgált szennyezők. Legnagyobb koncentrációban a cefepim antibiotikum és a metazaklór növényvédőszer, míg a szulfametoxazol antibiotikum alacsonyabb, a kimutathatósági határhoz közeli koncentrációban volt jelen a felszíni víztestben.

Hasonló kutatást végzett Kondor és munkatársai<sup>12</sup> a Szentendrei-szigeten és a főváros területén kijelölt mintavételi pontokon. A vizsgált 111 féle gyógyszerhatóanyagból 52 volt jelent a Dunából vett vízmintákban, és 32 a parti szűrésű kutak nyersvizében. A parti szűrés hatékonysága a vizsgált gyógyszermaradványok eltávolításában 25% és 95% között mutatkozott, illetve 20 vegyület nem jelent meg a kutakban, azaz esetükben az eltávolítás hatásfoka közel 100%-nak tekinthető. A Dunában jelentősebb mennyiségben fordult elő koffein, karbamazepin (antidepresszáns), lamortigin (epilepszia-gyógyszer), diklofenák (nonszteroid gyulladáscsökkentő) és paracetamol (fájdalomcsillapító). A vizsgált vegyületek koncentrációja 0,4 és 3400 ng/l értékek között volt mérhető. A parti szűrésű kutak által termelt vízben többek között koffein, kvetiapin (antipszichotikus hatóanyag), tramadol (opioid fájdalomcsillapító) fordult elő 0,1 és 22 ng/l koncentrációértékek között.

A fenti két kutatással párhuzamosan, 2017 és 2018 között a lengyelországi Warta folyóban és Poznan város vízellátását biztosító parti szűrésű kutak által termelt nyersvizben vizsgáltak néhány kiválasztott szerves mikroszennyezőt.<sup>13</sup> A kutatás itt is egyértelmű összefüggést mutatott a mikroszennyezők koncentrációja és a kutak folyótól való távolsága, azaz a szivárgási úthossz között. A jelentősebb koncentrációban előforduló mikroszennyezők a benzotriazol (fagyálló-adalékanyag), a karbamazepin, a koffein és a szukralóz (édesítőszer) voltak. Egyes vegyületek mérhető koncentrációja egyértelműen csökkent a folyómedertől való távolsággal, de bizonyos vegyületek esetében, mint a karbamazepin, a szulfametoxazol vagy a szukralóz, csupán kisebb mértékű változás volt kimutatható. A Warta folyóban mért szerves szennyezőanyag-koncentrációk 15-485 ng/l értékek között változtak, míg a folyóhoz legközelebbi parti szűrésű, horizontális kútban ugyanezen vegyületek koncentrációja LOQ és 184 ng/l között volt mérhető.

A fenti kutatások eredményei egyértelműen kimutatták, hogy a parti szűrés hatékonyan mondható a szerves mikroszennyezők eltávolításában, de egyes vegyületek akár jelentősebb koncentrációban elérhetik a parti szűrésű vízbázisok kútjait. Ebben az esetben viszont bekerülhetnek az ivóvízellátó rendszerbe, és eljuthatnak

<sup>11</sup> LOQ – Limit Of Quantification, kimutathatósági határérték alatti mennyiségű.

<sup>12</sup> Attila Csaba Kondor et alii (2020) i. m.

<sup>13</sup> Kryztof Dragon et alii: Removal of Natural Organic Matter and Organic Micropollutants during Riverbank Filtration in Krajkowo, Poland. *Water*, 10. (2018), 10.

a fogyasztókhoz is. A kérdés tehát az, hogy a szerves mikroszennyezők ebben a koncentrációtartományban mekkora kockázatot jelenthetnek a fogyasztókra. Ehhez szükséges egy jól megalapozott kockázatértékelés elkészítése. Jelen tanulmányban a kockázatértékelés elvégzéséhez a kockázati tényező meghatározásának módszerét alkalmaztam.

#### 4. Kockázati tényező meghatározása

A kockázati tényező meghatározását elsősorban környezeti kockázatbecslések esetén szokták alkalmazni. A kockázati tényező számítása ebben az esetben viszonylag egyszerű, tulajdonképpen két jól meghatározható érték hányadosából számítható.

##### 4.1. Kockázati tényező meghatározása környezeti kockázatbecslés esetén

Szerves mikroszennyezők esetében a környezetre jelentett kockázat mértékét a kockázati tényezővel ( $RQ/HQ$ )<sup>14</sup> számszerűsíthetjük. Ezzel egy olyan dimenzió nélküli számot kapunk, amely magában foglalja egy szennyezőanyag becsült vagy mért környezeti koncentrációját és azt a számított koncentrációt, amelynél negatív hatás még nem alakul ki. Egy adott vegyület környezeti kockázatának mértékét az alábbi képlettel számíthatjuk:

$$RQ = \frac{PEC}{PNEC}$$

A kockázati tényező tehát a becsült környezeti szennyezőanyag-koncentráció ( $PEC$ )<sup>15</sup> és az ökoszisztémára még nem ható becsült koncentráció ( $PNEC$ )<sup>16</sup> hányadosa. Egyes esetekben a  $PEC$  helyettesíthető a  $MEC$ ,<sup>17</sup> azaz a mért környezeti koncentráció értékével, amennyiben ezek az adatok rendelkezésre állnak. Minél nagyobb az  $RQ$  értéke, annál nagyobb a kockázat, amit a környezetbe került szerves mikroszennyező jelent. Ha az  $RQ$  értéke kisebb, mint 1, akkor nincs szükség beavatkozásra, hiszen a koncentráció kisebb a káros hatást kifejtő mennyiségnél, ám ha ez az érték nagyobb, mint 1, akkor további lépések, kockázatcsökkentő intézkedések lehetnek szükségesek.<sup>18</sup> Az  $RQ$  meghatározásának folyamata a 3. ábrán látható.

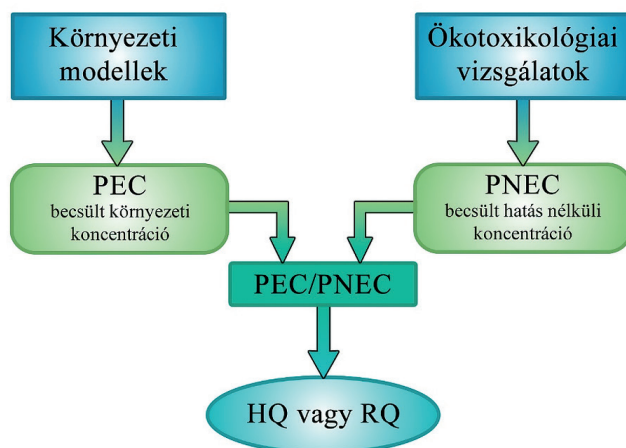
<sup>14</sup> RQ – Risk Quotient, HQ – Hazard Quotient.

<sup>15</sup> PEC – Predicted Environmental Concentration.

<sup>16</sup> PNEC – Predicted No Effect Concentration.

<sup>17</sup> MEC – Measured Environmental Concentration.

<sup>18</sup> Ivy Chai Ching Hsia et alii: *Using CHARM Modelling to Decide the use and Discharge of Surfactant at an Offshore EOR Project*. 2018. november.



3. ábra

*A PEC/PNEC és a HQ/RQ összefüggései.*

Forrás: Ivy Chai Ching Hsia et alii (2018) i. m. alapján saját szerkesztés

A kockázati tényező tehát jól alkalmazható egy szennyezőanyag környezeti kockázatának meghatározására. Némi átalakítással ez a módszer az ivóvízellátásra, azaz a fogyasztók egészségére jelentett kockázat mértékének meghatározására is alkalmas.

#### 4.2. Kockázati tényező meghatározása az ivóvízellátásban

A szerves mikroszennyezők tehát a környezetből az ivóvízbázisokon keresztül bejuthatnak az ivóvízkezelő és -elosztó rendszerekbe, így az ivóvízzel eljuthatnak a fogyasztókhoz is. Éppen ezért kiemelten fontos e vegyületek és az ivóvízellátás lehetséges kapcsolatainak és kockázatainak vizsgálata. Ebből a szempontból a különböző típusú vízbázisok eltérő kockázatot jelentenek. Felszíni vízbázisok esetén az ivóvízkezelő technológiára kerülő nyersvízben mérhető szennyezőanyag-koncentráció megegyezik a felszíni víztestben mérhetővel, hiszen itt nem játszanak szerepet a koncentráció csökkenésére irányuló természetes folyamatok. Parti szűrés esetében a mederfalban lezajló fizikai, biológiai és kémiai folyamatok változó mértékű redukciónak jelentenek a szerves mikroszennyezők esetében.<sup>19</sup>

Jóllehet számos tanulmány létezik a szerves mikroszennyezők jelentős csoportját alkotó gyógyszermaradványok ivóvízben való jelenlétével kapcsolatban, az ivóvízellátó rendszerek szisztematikus monitorozási programját ezidáig nem hajtották végre. Ezenkívül viszonylag kevés tudományos kockázatértékelési tanulmány készült az ivóvízben alacsony koncentrációban észlelt gyógyszerek expozíciójáról. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) *Gyógyszerkészítmények az ivóvízben* című jelentésében az ivóvízben lévő gyógyszermaradványok emberi egészségre gyakorolt

<sup>19</sup> Zsuzsanna Nagy-Kovács et alii (2018) i. m.; Kryztof Dragon et alii (2018) i. m.

kockázatainak áttekintésére összpontosított. Az Egyesült Királyságban, Ausztráliában és az Amerikai Egyesült Államokban három, az emberi egészségre vonatkozó kockázatelemzést végeztek, és az eredmények alapján a WHO arra a következtetésre jutott, hogy az ivóvízben alacsony koncentrációban található gyógyszerek emberi egészségre gyakorolt negatív hatása nem jelentős, illetve bármilyen káros hatás valószínűsége nagyon alacsony.<sup>20</sup>

Egy portugál kutatásban 31 féle, különböző terápiás osztályba tartozó gyógyszert analizáltak, a vizsgált vegyületek kiválasztása a fogyasztási adatok, a környezeti előfordulás, a toxicitás, valamint a perzisztencia alapján történt.<sup>21</sup> A kockázatelemzés során itt is a kockázati tényező (RQ) számítása történt, az egyenlet azonban a környezeti kockázatelemzésnél használt változattól eltérően épült fel.

$$RQ = \frac{C_s}{DWEL}$$

A  $C_s$  értéke a mintákban mért koncentrációval egyezik meg, a nevező DWEL<sup>22</sup> értéke pedig az úgynevezett ivóvíz-egyenérték, amely több komponensből számítható, és a feltételezhető egészségügyi hatást hivatott reprezentálni. Az egészségügyi hatás korcsoportonként eltérő, ezért a DWEL meghatározása az EPA,<sup>23</sup> azaz az Amerikai Környezetvédelmi Ügynökség által publikált útmutató alapján történt.<sup>24</sup> A DWEL olyan tényezőket vesz figyelembe, mint az elfogadható napi bevétel, az adott életkorra jellemző testtömeg, a felszívódás mértéke, valamint a feltételezett egészségügyi hatás.<sup>25</sup> A DWEL egyik számítási módszere az ADI, azaz az elfogadható napi bevétel értékével számol az alábbi képlet szerint.

$$DWEL = \frac{ADI \times 70kg}{2,4 L}$$

Ezzel adott testsúlyra és az elfogyasztott ivóvíz mennyiségére vonatkozóan meghatározható az a koncentráció, amely hosszú távon sem okoz egészségügyi problémát a fogyasztónál.

Az említett portugál kutatásban vizsgált két felszíni vízben (Tagus és Zêzere folyók), valamint a felszín alatti vízrétegekben a gyógyszermaradványok koncentrációja 0,03 ng/L és 46 ng/L között változott. Legmagasabb koncentrációban a koffein volt kimutatható, de hasonló értékeket az indometacin nevű nem szteroid gyulladáscsökkentő, az eritromicin nevű makrolid antibiotikum, valamint az acetaminofen, más

<sup>20</sup> World Health Organization: *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva, Svájc, 2011.

<sup>21</sup> Vanessa de Jesus Gaffney et alii: Occurrence of pharmaceuticals in a water supply system and related human health risk assessment. *Water Research*, (2015), 72. 199–208. 2015.

<sup>22</sup> Drinking Water Equivalent Level.

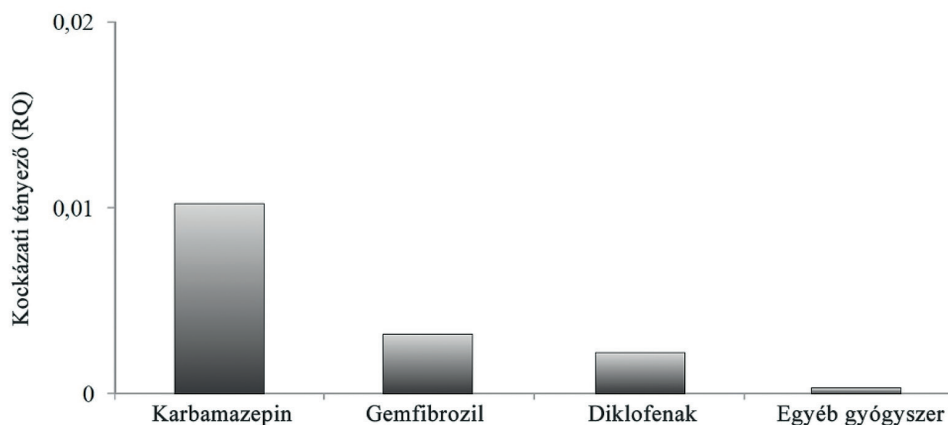
<sup>23</sup> United States Environmental Protection Agency.

<sup>24</sup> EPA: *Guidance on Selecting Age Groups for Monitoring and Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants*. Risk Assessment Forum, EPA/630/P-03/003F., U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 2005.

<sup>25</sup> EPA: *2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 2018.



néven paracetamol gyógyszerek esetében mértek. Az ivóvízből származó mintákban a 31 féle gyógyszerből csupán 7 volt jelen, többek között a koffein, karbamazepin (antidepresszáns), gemfibrozil (koleszterincsökkentő) vagy a diklofenak (gyulladás-csökkentő) gyógyszerek. A fenti képletet alkalmazva megállapítható volt, hogy az RQ értéke az egyes detektált gyógyszerek esetében 0,0001 és 0,01 között változott, azaz nagyságrendekkel a kritikus 1,0 érték alatt maradt (4. ábra).



4. ábra

*Kockázati tényezők egyes gyógyszerek esetében.*

Forrás: Vanessa de Jesus Gaffney et alii (2015) i. m.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a vizsgált gyógyszermaradványok közül bár több is detektálható és mérhető volt az ivóvízben, ezek emberi egészségre gyakorolt kockázata nagyon alacsony. Fontos azonban rámutatni, hogy e vegyületek bomlás-termékeiről, illetve szinergikus, esetleg additív hatásairól még mindig meglehetősen hiányos a tudásunk, és kevés tudományos eredmény áll rendelkezésünkre.

### 4.3. Kockázati tényező meghatározása hazai adatsorok alapján

Az előző fejezetben bemutatott képletet alkalmazva, a Budapest vízbázisaiban mért koncentrációértékekből kiszámítható az RQ, azaz a kockázati tényező értéke. A kockázatelemzésnél jellemző az úgynevezett „worst case scenario”, azaz a legrosszabb forgatókönyv alkalmazása. Ez alapján a két hazai kutatás eredményeit felhasználva a legmagasabb mért koncentrációértékekkel dolgoztam, még abban az esetben is, ha a mintaátlag ennél jóval, akár egy-két nagyságrenddel alacsonyabbnak bizonyult. A következő táblázat az általam vizsgált vegyületek DWEL-értékeit foglalja össze.

1. táblázat

*Ivóvíz-egyenértékek (DWEL) egyes szerves mikroszennyezők esetében különböző korcsoportokra vonatkozóan.*

Forrás: S Snyder, S. A. et alii: *State of Knowledge of Endocrine Disruptors and Pharmaceuticals in Drinking Water*. Denver, Awwa Research Foundation, 2008.; Robert C. Benson et. al.: Human health screening and public health significance of contaminants of emerging concern detected in public water supplies. *The Science of the total environment*, (2017), 579. 1643–1648.

Szerves mikroszennyező	DWEL-érték					
	0–3 hónap	6–12 hónap	3–6 év	11–16 év	16–18 év	Felnőtt
Karbamazepin	1,52	2,48	5,12	9,19	10,08	9,19
Diklofenák	6,7	13	27	49	54	49
Szulfametoxazol	542	1075	2220	3983	4368	3983
Riszperidon	0,08	0,16	0,32	0,49	0,61	0,49
Koffein	625	1240	2561	4596	5040	4596
Diazepam	5,83	11,66	23,32	35,0	41,0	35,0
Metoprolol	37	73	144	223	243	223
Metolaklór-ESA	54	102	201	323	343	323
Biszfenol-A	305	605	1150	1800	1890	1800

A fenti táblázatból jól látható, hogy a gyógyszermaradványok – és általában a szerves mikroszennyezők — ivóvízzel történő fogyasztására a 0–3 hónapos korosztály a legérzékenyebb. E korcsoport érzékenysége mintegy hatszorosa a felnőtt korosztálynak. A korábbi fejezetekben részletezett két kutatás eredményeit felhasználva, a mért maximális koncentrációértékekből kiszámítható a kockázati tényező (RQ) (2. táblázat).

2. táblázat

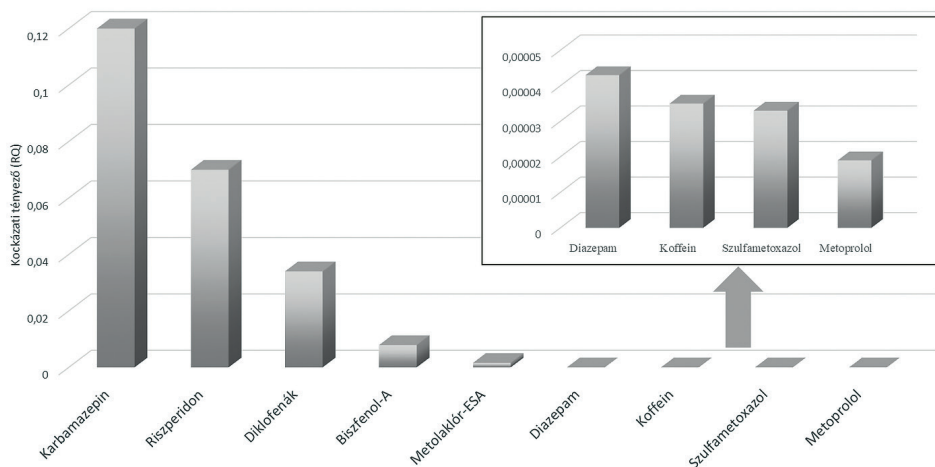
*A budapesti ivóvízbázis kútjaiban mért maximális koncentrációértékek és számított kockázati tényezők egyes szerves mikroszennyezők esetében.*

Forrás: a szerző szerkesztése

Szerves mikroszennyező	Mért maximális koncentráció <sup>26</sup> ng/L	Kockázati tényező (RQ) 0–3 hónapos csecsemőkre	Kockázati tényező (RQ) felnőttekre
Karbamazepin	176	0,12	0,019
Diklofenák	231	0,034	0,0047
Szulfametoxazol	18	0,000033	0,0000045
Riszperidon	5,55	0,07	0,0011
Koffein	22	0,000035	0,0000048
Diazepam	0,25	0,000043	0,000007
Metoprolol	0,73	0,000019	0,0000033
Metolaklór-ESA	83	0,0016	0,00026
Biszfenol-A	2381	0,0079	0,0013

<sup>26</sup> Mért maximális koncentrációérték a parti szűrésű kutak vizében a két bemutatott hazai kutatás összegzett eredményei alapján.

A fővárosi parti szűrésű kutak rendelkezésemre álló vízminőségi adatsorai alapján a szerves mikroszennyezők fogyasztókra számított kockázati tényezője egyetlen esetben sem éri el a kritikus 1,0 értéket. Általánosságban elmondható, hogy a kockázati tényező mintegy 2–6 nagyságrenddel maradt alatta a kritikus értéknek. Ebből a listából egyedül a karbamazepin emelkedik ki, ahol a legérzékenyebb korcsoportra számítva a kockázati tényező 0,12 volt. Ez az érték már figyelemreméltó, azaz bár e vegyület pillanatnyilag nem jelent egészségügyi kockázatot a legérzékenyebb korosztályra sem, koncentrációjának jövőbeni nyomon követése mindenképpen célszerű. Különösen, hogy e vegyület eltávolításában a parti szűrés hatékonysága csupán 20–30%.<sup>27</sup> A vizsgált szennyezőanyagokhoz tartozó kockázati tényezők egymáshoz viszonyított arányát az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra

*A legérzékenyebb korcsoportra vonatkozó kockázati tényezők egyes szerves mikroszennyezők esetében a budapesti ivóvízbázisokban mért adatok alapján.*

Forrás: a szerző szerkesztése

#### 4.4. Kritikus koncentrációértékek

A fenti elemzés eredményei alapján a gyógyszermaradványok ivóvízellátásra és emberi egészségre gyakorolt kockázata akkor lenne számottevő, ha 2–6 nagyságrenddel nagyobb koncentráció lenne mérhető a nyersvízből származó mintákban. Az európai folyókban ezek a vegyületek jellemzően néhányszor 10, esetleg 100 ng/L koncentrációban fordulnak elő, ritka és kiugró a µg/L koncentráció. Az 1,0 értékű kritikus kockázati tényező a µg/L koncentrációtartománynál lépne fel. A tapasztalatok azt mutatják, hogy egyes, jelentős szennyvízterhelésnek kitett ázsiai folyók esetében gyakrabban

<sup>27</sup> Attila Csaba Kondor et alii (2020) i. m.; Roksana Kruć et. al.: Migration of Pharmaceuticals from the Warta River to the Aquifer at a Riverbank Filtration Site in Krajkowo (Poland). *Water*, 11. (2019), 11.

fordul elő ekkora koncentráció, mint az európai vagy hazai folyók esetén. Fontos azt is kihangsúlyozni, hogy a szerves mikroszennyezőkre fókuszáló kutatások jellemzően néhány, legfeljebb százféle, gyakran előforduló szennyezőanyag koncentrációját vizsgálják, de természetesen ezek mellett még sokféle szerves szennyezőanyag fordulhat elő, amelyekre a kutatások nem térnek ki. vízminőség-védelmi szempontból tehát célszerű, ha a vizsgált vegyületcsoportok koncentrációja jelentősen alatta marad a kockázatot jelentő értékeknek. Ivóvízbiztonság szempontjából a kockázat tovább csökkenthető, ha a vízkezelés alkalmazott technológiái képesek a szerves mikroszennyezők legalább részleges visszatartására (például adszorpció, membrántechnológiák). További problémát jelent, hogy a kutatások jellemzően külön-külön vizsgálják és értékelik e szennyezőanyagok jelenlétét és hatását. Célszerű lenne összesített kockázatelemzést végezni, ez azonban több okból adódóan is igen nehéz – jelen tudásunk mellett tulajdonképpen nem lehetséges. Egyrészt nincs mód arra, hogy az összes ismert szerves mikroszennyező koncentrációját mérjük, hiszen több tízezer vegyületről lenne szó. Másrészt nem ismerjük a szinergikus vagy additív hatásukat, ami a kockázatelemzés jelentős inputja kellene legyen. Végül pedig az egyes vegyületek hatása (DWEL) között is jelentős különbség adódik, így erre összesített mérőszám jelenlegi ismereteink alapján nem adható meg.

## 5. Összefoglalás

Az elmúlt évtized kutatásai rávilágítottak, hogy szerves mikroszennyezők jelen vannak a magyarországi felszíni vizekben is. Koncentrációjuk jellemzően ng/l tartományban mérhető, de egyes vegyületek esetében ritkábban  $\mu$ /l koncentráció is előfordul. A publikált kutatási eredmények azt mutatják, hogy a parti szűrés vegyületenként eltérő hatásfokkal, de kimutathatóan csökkenti a szerves mikroszennyezők koncentrációját. A budapesti ivóvízbázisok termelőkútjaiban mérhető koncentrációértékek, valamint az egyes korcsoportokra vonatkozó egészségügyi határértékek felhasználásával számítható a kockázati tényező értéke. Bár a kritikus 1,0 értéket egyik vegyület kockázati tényezője sem éri el, a 0–3 hónapos, legérzékenyebb korosztályra vonatkozóan a karbamazepin antidepresszáns 0,12 értékével megközelíti azt. Fontos tehát a szerves mikroszennyezők további monitorozása és figyelemmel követése, mert ugyan a rendelkezésre álló adatok alapján a szerves mikroszennyezők ivóvízbiztonságra gyakorolt kockázata a hazai parti szűrésű vízbázisok esetében nem jelentős, számos tényező – mint a koktéllhatás vagy a szekunder szennyezőanyagok hatása – még nem ismert kellőképpen.

## Felhasznált irodalom

Benson, Robert – Octavia D Conerly – William Sander – Angela L. Batt – J. Scott Boone – Edward T. Furlong – Susan T. Glassmeyer – Dana W. Kolpin – Heath E. Mash – Kathleen M. Schenck – Jane Ellen Simmons: Human health screening and public health significance of contaminants of emerging concern detected

- in public water supplies. *The Science of the total environment*, (2017), 579. 1643–1648. Online: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.146>
- Chai Ching Hsia, Ivy – Nur Anisah Shafie – Norzafirah Razali – Arif Azhan A Manap – Intan Khalida Salleh: *Using CHARM Modelling to Decide the use and Discharge of Surfactant at an Offshore EOR Project*. 2018. november. Online: <https://doi.org/10.2118/192715-MS>
- de Jesus Gaffney, Vanessa – Cristina M.M. Almeida – Alexandre Rodrigues – Elisabete Ferreira – Maria João Benoliel – Vitor Vale Cardoso: Occurrence of pharmaceuticals in a water supply system and related human health risk assessment. *Water Research*, (2015), 72. 199–208. Online: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.10.027>
- Dragon, Krzysztof – Józef Górski – Roksana Kruć-Fijałkowska – Dariusz Drożdżyński: Removal of Natural Organic Matter and Organic Micropollutants during Riverbank Filtration in Krajkowo, Poland. *Water*, 10. (2018), 10. Online: <https://doi.org/10.3390/w10101457>
- EPA: *2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 2018.
- EPA: *Guidance on Selecting Age Groups for Monitoring and Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants*. Risk Assessment Forum, EPA/630/P-03/003F., U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 2005.
- Goda Zoltán – Knisz Judit – Mátrai Ildikó – Vadkerti Edit: A szerves mikroszennyező csoportok részletes bemutatása. In Knisz Judit (szerk.): *Szerves mikroszennyezők a vizekben*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.
- Goda Zoltán: Szerves mikroszennyezők előfordulása ivóvízbázisokban. In Knisz Judit (szerk.): *Szerves mikroszennyezők a vizekben*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.
- Hiscock, Kevin M. – Thomas Grischek: Attenuation of groundwater pollution by bank filtration. *Journal of Hydrology*, 266. (2002), 3. 139–144. Online: [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00158-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00158-0)
- Knisz Judit – Vadkerti Edit: A szerves mikroszennyezők előfordulása, sorsa és hatása a környezetben. In Knisz Judit (szerk.): *Szerves mikroszennyezők a vizekben*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.
- Kondor, Attila Csaba – Gergely Jakab – Anna Vancsik – Tibor Filep – József Szeberényi – Lili Szabó – Gábor Maász – Árpád Ferincz – Péter Dobosy – Zoltán Szalai: Occurrence of pharmaceuticals in the Danube and drinking water wells: Efficiency of riverbank filtration. *Environmental Pollution*, (2020), 265. Online: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114893>
- Központi Statisztikai Hivatal: *A felszín alóli víztermelés víztípusok szerint (1985–)*. Budapest, 2018.
- Kruć, Roksana – Krzysztof Dragon – Józef Górski: Migration of Pharmaceuticals from the Warta River to the Aquifer at a Riverbank Filtration Site in Krajkowo (Poland). *Water*, 11. (2019), 11. Online: <https://doi.org/10.3390/w11112238>
- Nagy-Kovács, Zsuzsanna – Balázs László – Ernő Fleit – Katalin Czichat-Mártonné – Gábor Till – Hilmar Börnick – Yasmin Adomat – Thomas Grischek: Behavior of Organic Micropollutants During River Bank Filtration in Budapest, Hungary. *Water Research*, 10. (2018), 12. Online: <https://doi.org/10.3390/w10121861>

- Snyder, S. A. – B. Vanderford – J. Drewes: *State of Knowledge of Endocrine Disruptors and Pharmaceuticals in Drinking Water*. Denver, Awwa Research Foundation, 2008.
- Weiwei, Ben – Bing Zhu – Xiangjuan Yuan – Yu Zhang – Min Yang – Zhimin Qiang: Occurrence, removal and risk of organic micropollutants in wastewater treatment plants across China: Comparison of wastewater treatment processes. *Water Research*, (2018), 130. 38–46. Online: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.11.057>
- World Health Organization: *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva, Svájc, 2011.

*Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-3-II-NKE-7 kódszámú új nemzeti kiválóság programjának szakmai támogatásával készült.*



Jackovics Péter<sup>1</sup>

## A műszaki mentés művelete összeomlott épületnél, a földrengéskutató- és mentőcsapatok tevékenysége 2. rész

### Building Collapse Rescue Operation and the Activity of the Urban Search and Rescue Teams in Response, Part 2

30 éves a földrengés sújtotta területen bevethető városi kutató- és mentőcsapatok tevékenysége. 2005-ben, 15 éve Magyarország volt az első, aki alávetette magát az Egyesült Nemzetek Szervezet Humanitárius Ügyek Koordinációs Hivatala által a földrengéskutató- és mentőcsapatok számára kidolgozott INSARAG-minősítésnek, amelyet azóta második alkalommal, 2012-ben és 2017-ben megismételtünk a HUNOR hivatásos és a HUSZÁR önkéntes mentőszervezetek révén. A földrengés következtében összeomlott épületekből a mentés tudatos felkészülést és speciális felszereltséget, sok gyakorlást igénylő feladat. A szerző összegyűjtötte az USAR-csapatok műszaki mentési műveletének módszerét, eszközrendszerét a felderítéstől a beavatkozáson át, bemutatva annak kihívásait, a jövőbeni módszertani fejlesztések lehetséges lépéseit.

A második rész a keresés és a mentés műveletét, a helyreállítás, a mai építési követelmények és az INSARAG új céljait mutatja be.

**Kulcsszavak:** földrengés, INSARAG, USAR, kutatás, mentés, felderítés, megtámasztás

The Search and Rescue Teams deployed in the disaster-prone and disaster-responding countries are 30 years old. In 2005, 15 years ago, Hungary was the first who successfully classified at the United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs under the INSARAG classification system for Urban

<sup>1</sup> BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, veszélyhelyzet-kezelési főosztályvezető, a HUNOR Mentőszervezet parancsnoka, e-mail: [peter.jackovics@katved.gov.hu](mailto:peter.jackovics@katved.gov.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-029X>

Search and Rescue teams, and we reclassified it two times in 2012 and 2017 with the HUNOR governmental and the HUSAR voluntary rescue organisations. Buildings collapse rescue operation following an earthquake requires conscious preparation, special equipment and many practice. The author has compiled the method and toolkit of the USAR teams' technical rescue operations from exploration through intervention, presenting its challenges and possible steps for future implementations.

Part 2 describes the Search and Rescue Operations, the task of reconstruction, the requirements of modern buildings and the new goals of INSARAG<sup>2</sup> Guidelines.

**Keywords:** earthquake, INSARAG, USAR, search, rescue, assessment, shoring

## 1. Bevezetés

Napjainkban igen jelentősek és nagy figyelmet kapnak a földrengés utáni kutatás és mentés során bevethető Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ-) minősítésű mentőszervezetek alkalmazásai. A modern eszközökkel felszerelt, nemzetközileg bevethető, ügynevezett városi kutató- és mentő- (*Urban Search and Rescue*, USAR) szervezetek alkalmazhatósága felértékelődött. A mentőszervezetek állományának felkészítése a világ valamennyi országában kiemelt figyelmet kap.<sup>3</sup>

A Humanitárius Ügyek Koordinációs Hivatala (ENSZ OCHA) nyilvántartása szerint jelenleg 56 Nemzetközi Kutató-mentő Tanácsadó Csoport (INSARAG) minősítésű csapat van, amelyből 34 ügynevezett nehéz és 22 ügynevezett közepes városi kutató- és mentőcsapat, és legnagyobb számban – 41 – az INSARAG Afrika/Európa/Közél-kelet Regionális Csoportban találhatóak meg.<sup>4</sup>

### 1.1. A probléma megfogalmazása, a téma aktualitása

Az ENSZ INSARAG irányelv bevezetésével 30 éve zajlik a földrengéskutatás és -mentési tevékenységet végző, nemzetközi segítségnyújtásban is részt vevő mentőcsapatok tevékenységének módszertani szintű koordinációja. Az irányelvekkel és módszertani ajánlásokkal egyidőben az ENSZ OCHA kidolgozta a nemzetközi katasztrófa-segítségnyújtásba bevonható USAR-csapatok nemzetközi akkreditációját, amelynek célja, hogy az ENSZ INSARAG-irányelve szerint felkészített és felszerelt USAR-csapatok, azaz az ENSZ által minősített erők jelenjenek meg a kárt szenvedett térségben.

Magyarország 2012-ben elsőként szerezte meg, és 2017-ben újíttotta meg az ENSZ INSARAG-minősítést, vetette alá akkreditációnak a HUNOR és a HUSZÁR mentőszervezeteket.

<sup>2</sup> International Search and Rescue Advisory Group, INSARAG.

<sup>3</sup> Elhangzott az ENSZ Humanitárius Partnerségi Hetén, 2020. február 3–7. között, Genfben, Svájcban.

<sup>4</sup> Az ENSZ OCHA 2020 végén tervezi az első ügynevezett könnyű (*Light*) USAR-csapat minősítését.



Azonban az ENSZ INSARAG-irányelv mint ajánlás nem tartalmaz konkrét, a keresésre és kutatásra alkalmazható módszertant. Megfigyelhető, hogy valamennyi ENSZ-minősített USAR-csapat a nemzeti, így a hagyományos vagy a nemzeti hatósága által kifejlesztett módszerek mentén készíti fel tagjait. A nemzetközi és a magyar módszerek egységes rendszerezése ezidáig nem történt meg. A nemzetközi módszerek hazai eljárásokba integrálása elsősorban a nemzetközi bevethetőségű mentőcsapatok, így a HUNOR és a HUSZÁR felkészítésén valósul meg, a tűzoltást és a műszaki mentést végző egységek kiképzésénél pedig csak részben, csupán kis óraszámokban történik.

Az elmúlt időszakokban bekövetkezett szélsőséges viharok, nagy erejű földrengések, ipari katasztrófák okozta hatások és azok következményeinek csökkentése, illetve felszámolása érdekében időszzerűvé vált az USAR-csapatok kutatási és mentési módszereinek közérthető bemutatása.

## 1.2. Célkitűzés, alkalmazott kutatási módszer

Az első rész a romos területen dolgozó beavatkozó erők eszközrendszerét, illetve a mentési protokollokat mutatta be a felderítés, keresés általános és speciális szabályaival, valamint az azt segítő eszközeivel, felszereléseivel. A romosodási típusok tárgyalása után a mentésre szoruló felderítésére alkalmazható eszközök, eljárások ismertetése után az alá-, ki- és megtámasztás eszközeire tért ki, majd azok gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit mutatta be.

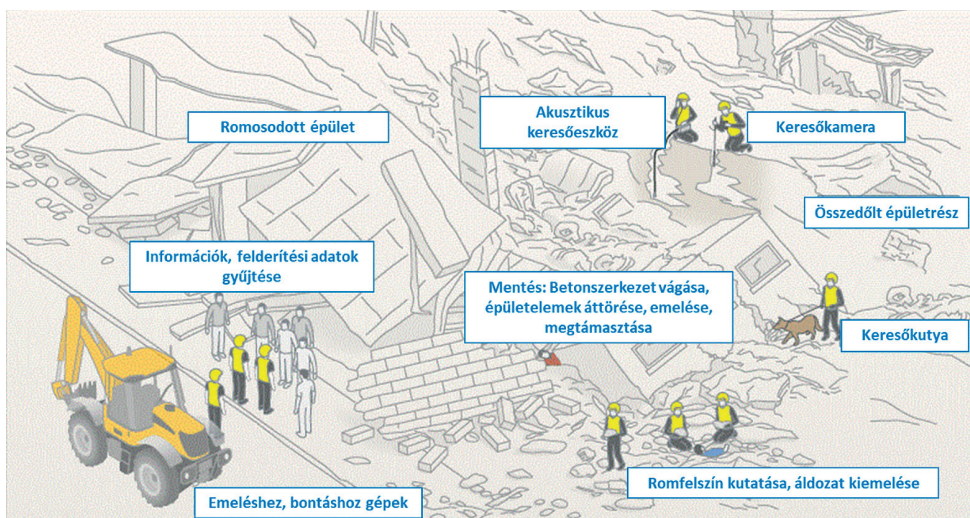
Az első után a második rész be kívánja mutatni azon klasszikus és új módszereket, amelyeket természeti vagy civilizációs katasztrófa során, egy összeomlott épületnél az USAR-erőkön túl az elsődleges bevatakozók, így a hivatásos, illetve önkéntes tűzoltó erők is alkalmazni tudnak. Az USAR-csapatok ENSZ INSARAG szerinti alaprendeltesítését és a feladatát az 1. ábra összegzően mutatja be.

Cél a hazai és nemzetközi kutatás-mentési módszerek rendszerezése, a vezetés-irányításhoz szükséges modern felderítési és ahhoz kapcsolódó műveletirányítási eljárások bemutatása. A szerző célkitűzése, hogy meghonosítsa az ENSZ OCHA által szorgalmazott elektronikus adatgyűjtés és szoftveres adatfeldolgozás módszerét, amelyet éles helyzetben a nemzetközi USAR-csapatok elsőként 2020. augusztus 4-én Libanon fővárosában, Bejrútban bekövetkezett nagy erejű robbanás okozta károk felszámolása során alkalmaztak.

A szerző célja olyan feltáró kutatás, amely során a szakirodalom, nemzetközi irányelv által nyitva hagyott kérdésekre keresi a választ, valamint összehasonlító kutatás, amellyel a bejrúti robbanás során elsőként alkalmazott elektronikus műveletirányítási módszer tapasztalatait veti össze az ENSZ INSARAG-irányelvben foglaltakkal.<sup>5</sup>

A szerző azon fontos USAR-műveleteket mutatja be (épületszerkezetek biztonságos emelése, áldozatok kötéltechnikai eszközökkel történő mentése, épületjelölése, azok adattartalma), amelyek adatai nélkülözhetetlenek a mentési műveletek koordinációjához (például bevont vagy szükséges erők-eszközök, megmentett áldozatok száma stb.).

<sup>5</sup> Boncz Imre: *Kutatásmódszertani alapismeretek*. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, 2015.



1. ábra

Földregénykutató- és mentőcsapatok tevékenysége, áldozatok mentését szolgáló művelet lépéseivel, erő-eszközeivel.

Forrás: a szerző szerkesztése Earthquake rescue: How survivors are found. BBC. alapján

## 2. Romeltakarítás, romok eltávolítása, vasbeton szerkezetek fúrása, vágása

A földrengések nagy mennyiségű törmelékot és szilárd hulladékot eredményezhetnek. Az épített infrastruktúra javított szabványai sok közösségben csökkentik a földrengések valószínű hatásait.<sup>6</sup> A fokozott urbanizáció és a komplex infrastruktúra-hálózatoktól való függés azonban növeli a közösség sebezhetőségét egy katasztrófa ellen. Ez növeli a keletkező hulladék valószínű mennyiségét is.<sup>7</sup> A romeltakarítás, a romok eltávolítása, nemcsak a logisztikai tevékenység, de a romosodás (például nagy erejű földrengés vagy robbanás) utáni helyreállítási folyamat elválaszthatatlan része is.<sup>8</sup>

### 2.1. Általános romeltakarítás

A romok, az összeomlott épületelemek eltávolítása a mentés végső fázisa, a károk felderítése, áldozatok utáni kutatás után következik, amelynek célja a romok közé szorult áldozatok elérése, állapotuk stabilizálása, majd kiemelésük, illetve a vasbeton

<sup>6</sup> Joó Attila László – Vigh László Gergely – Kollár László: Tartószerkezetek földrengési méretezésének Magyarországi tapasztalatai. *MAGÉSZ Acélszerkezetek*, 6. (2009), 1. 72–81.

<sup>7</sup> Charlotte Brown: Waste Management Following Earthquake Disaster. In Michael Beer – Ioannis A. Kougioumtzoglou – Edoardo Patelli – Ivan Siu-Kui Au (eds.): *Encyclopedia of Earthquake Engineering*. Berlin–Heidelberg, Springer, 2014.

<sup>8</sup> L. Askarizadeh – A. R. Karbassi – M. B. Ghalibaf – J. Nouri: Debris management after earthquake incidence in ancient city of Ray. *Global J. Environ. Sci. Manage*, 3. (2017), 4. 447–456.

vagy acélszerkezet vágásának vagy emelésének előkészítése, a feladat-végrehajtáshoz szükséges munkaterület törmeléktől történő felszabadítása.

A romeltakarítást szervezett módon, ütemezetten és gyorsan kell elvégezni. A törmeléket úgy kell eltávolítani, hogy az további omlást és épületszerkezet-elmozdulást ne eredményezzen, illetve a bajba jutott áldozatot ne veszélyeztessen. A romeltakarítás nem jelenti a teljes rom eltávolítását, itt elsődleges cél az áldozat mihamarabbi kimentése.

Az USAR-csapatnak képesnek kell lennie arra, hogy romok, épületelemek eltávolításával a mentendő személy további sérülését elkerülje. Az USAR-csapat az ENSZ INSARAG-irányelve szerint át kell tudjon törni vasbeton épületszerkezetet vagy speciális betonvágó fűrészt segítségével átvágni födémekeket, oszlopokat, valamint vasbeton tartó gerendákat, szerkezeti acélokat, faszervezetet darabolni.<sup>9</sup> Az ENSZ INSARAG-minősítés kritériuma szerint, az USAR-csapatnak képesnek kell lennie (1. táblázat):

- behatolni üres térbe függőlegesen lefelé úgynevezett piszkos (dirty) technikát alkalmazva (hagyva, hogy a törmelék az üres térbe essen);
- behatolni üres térbe függőlegesen lefelé úgynevezett tiszta (clean) technikát alkalmazva (meggátolva, hogy a törmelék az üres térbe essen, ahol az áldozat található);
- betonelemek emelése (kézi úton 1,0–2,5 tonnát emelni):<sup>10</sup>
  - hidraulikus emelőeszközzel,
  - pneumatikus emelőeszközzel,
  - csörlővel elhúzni,
  - daruval (12–20 tonnát) emelni.

1. táblázat

*Az ENSZ INSARAG-minősítésű USAR-csapatok képességi követelménye vasbeton, acél-, faszervezetek vágására, áttörésére és emelésére.*

Forrás: INSARAG Guidelines 2020. Volume II: Preparedness and Response. Manual A: Capacity Building. *Portal.undac.com*. 16.3. alapján a szerző szerkesztése

Képesség vágásra/ áttörésre/ darabolásra	Nehéz (heavy) felszerelésű USAR- csapat	Közepes (medium) felszerelésű USAR- csapat	Könnyű (light) felszerelésű USAR- csapat <sup>11</sup>
Vasbeton tartófal és -födém	300 mm	150 mm	100 mm <sup>12</sup>
Vasbeton oszlop és gerenda	450 mm	300 mm	nem alkalmas
Szerkezeti acéltartó	6 mm	4 mm	nem alkalmas
Vasbeton rúd	20 mm	10 mm	3,20 mm
Épületfa	600 mm	450 mm	200 mm

<sup>9</sup> INSARAG Guidelines, „Volume II: Preparedness and Response” Manual A: Capacity Building, ”portal.undac.com, [Online]. Elérhető: portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/2FDJQWQbcAezKhe (Letöltve: 2020. 08. 20.), 16.

<sup>10</sup> Könnyű USAR-csapat esetén 500 kg-ot kell emelni.

<sup>11</sup> Könnyű USAR-csapat esetén még bevezetés előtt. Várhatóan 2021. II. félévtől, az első minősítéssel.

<sup>12</sup> Vasbeton tartófal és tartófödém átvágása vasbeton vasalás nélküli beton esetén.

A végső romeltakarítás csak valamennyi azonosított sérült, illetve elhunyt kiemelését követően történhet meg, amelyre a LEMA<sup>13</sup> adhat engedély, nem az USAR-csapatok első számú feladata. Az összes törmelék eltávolítása általában nehéz építőipari gépekkel történik. A törmelék biztonságos helyre szállítják, ahol gondosan szétválogatják a testek vagy a testrészek utólagos azonosításával.<sup>14</sup>

A bejrúti robbanás után, az ENSZ INSARAG-irányelvtől eltérően, a károk mértéke miatt, külföldi szakérők bevonásával bevezették és felállították az úgynevezett Romok eltakarítását Koordináló Központot és az úgynevezett Kárbecslési Koordinációs Csoportot, valamint az úgynevezett Veszélyhelyzeti Logisztikai Csoportot.<sup>15</sup>

## 2.2. Nehéz épületelemek emelése, mozgatása

A nehéz épületelemek bármilyen irányú mozgatása az USAR-kiképzések egyik fontos állomása, amelyet nem mindig kellő mértékben gyakorolnak be. A felhasználók nem veszik figyelembe a fizikai törvényszerűségeket, így a tömegvonzás, súrlódási erők hatását, ezért tudatosítani kell néhány biztonsági „ökölszabályt” a nehéz tárgyak emelése, húzása esetében.<sup>16</sup>

A nehéz tárgyak, súlyos épületelemek mozgatásának kritikus lépése a tárgy súlypontjának meghatározása. Először is, az anyag alakja, mérete és sűrűsége, amelyből a tárgy készült, szerepet játszik a nehéz tárgy súlypontjának meghatározásában. Ha a tárgy, teher mérete szabályos, ezt a pontot meglehetősen könnyű meghatározni; de a mentési helyszínen sok mozgatandó tárgy nem szabályosan geometrikus, nem egyenletes. Néhány terhelés nem lesz egyenletes, és másoknak eltolódó terhei lehetnek. Az emelési művelet során sokszor módosítani kell az emelendő tárgyon a kötözési pontokat és a hevederek alákötési helyeit.

Egy vasbeton tömb tömegének meghatározására, a vasbeton 2400 kg/m<sup>3</sup> test-sűrűségi változójával számolható. Tehát egy téglalap alakú, 25 centiméteres magas és 25 centiméter széles és 4 méter hosszú vasbeton térfogatát, méterben történő átváltások után, az 1. egyenlet szerint számíthatjuk ki:

$$1. V_{beton} = Sz \times M \times H = 0,25 \times 0,25 \times 4,0 = 0,25 m^3$$

A vasbeton téglatest alakú tömb tömegének számítása a térfogat (m<sup>3</sup>) és beton sűrűség (kg/m<sup>3</sup>) szorzatából a 2. egyenlet szerint számíthatjuk ki:

$$2. m_{beton} = V_{beton} \times \rho_{beton} = 0,25 \times 2400 = 600 kg$$

<sup>13</sup> Local Emergency Management Authority, Helyi Veszélyhelyzet-kezelési Hatóság.

<sup>14</sup> A feladatot a tömegszerencsétlenség áldozatainak azonosítását végző csoport (Disaster Victim Identification, DVI) látja el.

<sup>15</sup> INSARAG Technical After-Action Review (AAR) on the Beirut Port Explosion Response Report.

<sup>16</sup> Michael Daley: Defying Gravity: Lifting and Moving Objects in the Rescue Environment. Firehouse, 2020. március 1.

A több mint féltonnás betonteher görgetéséhez, kézi anyagmozgatásához<sup>17</sup> legalább 12 fő szükséges. A kézi anyagmozgatás okozta sérülések kockázatainak csökkentése érdekében hidraulikus (olajemelő), mechanikus (csörlő), pneumatikus (emelőpárna) vagy gépi (daru) anyagmozgatás indokolt.<sup>18</sup>

A nemzetközi segítségnyújtás alapelve, hogy a fogadó ország feladata a nehéz tárgy emeléséhez szükséges darut biztosítani.

### 3. Kötéltechnikai eszközökkel végzett mentés

A bajba jutott személyek kötéstechnikai felszerelésekkel, magasból vagy mélyből történő mentése a legkockázatosabb katasztrófa-segítségnyújtási terület, amely a képzés, felszereltség szempontjából a legköltésesebb.<sup>19</sup> A képzés során törekedni kell az egyéni védőeszközök tudatos használatára, a csapatmunka erősítésére, a két-köteles mentési eljárások, kötélpályák építésének, valamint azt követő, magasból vagy mélyből történő mentés begyakorolására.<sup>20</sup>

Taktikai szerelés és mentés gyakorlása lehet:<sup>21</sup>

- magasból lefelé vagy felfelé (többszemeletes lakóház, víztorony, gyárkémény, csarnoktető, daru, sportcsarnok, siló);
- mélyből vagy mélybe (szakadék, sziklás terepszakas, híd);
- szélsőséges időjárási viszonyok között: esős-havas idő, hideg, fagyos munkakörnyezet;
- rossz környezeti viszonyok mellett: omladékos, meredek terület, kedvezőtlen (éjszaka) látási viszonyok; fás, vastag avarral borított területen; romos épületnél.

A különleges mentésekhez használható népszerű kötéstechnikai felszerelések biztonságos felhasználhatóságát és az egyes gyártói utasításokat az USAR-csapat tagjainak ismerniük kell.<sup>22</sup>

A kötéstechnikai gyakorlat jellemzően olyan felkészítések közé tartoznak (2. ábra), ahol a szimuláció valós élethelyzeteket követ. A gyakorlat helyzetbeállítását követi egy éles helyzetben előforduló fordulatokat, így a gyakorlat levezetése esetén nem tekinthetünk el attól, hogy a gyakorló személyi állomány magasban gyakoroljon.

A HUNOR mentőszervezet számára ilyen helyzetet idéztünk elő, hogy a Belgiumban rendezendő kötéstechnikai „Grimp Day” versenyen eredményesen szerepeljenek. A kötéstechnikai felkészítés alapját a helyszínek kiválasztása adta: TV-torony,

<sup>17</sup> 18 éven felüli férfi legfeljebb 50 kg-ot emelhet és vihet, sík terepen 90 m-ig, 10%-os emelkedőn 30 m-ig, 25/1998. (XII. 27.) EüM rendelet, az elsősorban hátsérülések kockázatával járó kézi tehermozgatás minimális egészségi és biztonsági követelményeiről.

<sup>18</sup> Don Frank: Crane Operations Training: A Valuable Rescue Asset. *Fire Engineering*, 2010. január 6.

<sup>19</sup> Jackovics Péter: *A különleges mentések és az arra felkészítő katasztrófavédelmi gyakorlatok vizsgálata alkalmazott matematikai és pszichológiai megközelítéssel*. Doktori értekezés, Budapest, Óbudai Egyetem, 2019. 7.

<sup>20</sup> Jackovics (2019) i. m. 30.

<sup>21</sup> Jackovics (2019) i. m. 31.

<sup>22</sup> Jackovics (2019) i. m. 1.

60 méter magas toronydaru, 62 méteres budapesti óriáskerék, meredek sziklafal, magas épületállványzat és ipari létesítmény (siló).<sup>23</sup>



2. ábra

*Éles helyzetre való felkészülés szimulált összeomlott épület romjain.*<sup>24</sup>

Forrás: a fotót készítette Jóri András, BM OKF

A Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról szóló 6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás 2. melléklete, a Műszaki Mentési Szabályzat, a „Beavatkozás építményekben bekövetkezett károk elhárításánál” tárgyú I. fejezete a lezuhanás elleni védelmet szabályozza: „5.3. Bezuhanás, lezuhanás veszélye esetén mászóöv, alpin technikai eszközök, mentőkötélek igénybevétele indokolt. Felderítésnél, kutatásnál felső szintekről lefele haladva a felső szinten célszerű a biztosító kötelet rögzíteni.”

Az utasítás nem tér ki arra, hogy miként értelmezendő az „kötéltechnikai eszközök” fogalma, mely felszerelés csoportok tartoznak ebbe a körbe. Az utasítás ugyan előírja a szélsőséges mentési helyzetekben alkalmazandó kötélbiztosítást,

<sup>23</sup> Jackovics (2019) i. m. 6.2.9.

<sup>24</sup> A fotó a hajdúszoboszlói katasztrófavédelmi kiképző pályán, 2012-ben, HUNOR mentőszervezet gyakorlatán készült. A gyakorlat a földrengés sújtotta veszélyhelyzet „forgatókönyvét” követte, amely 36 órás folyamatos gyakorlatot jelentett éjszakai mozzanatokkal. A mentendő sérült személy szimulált „szerepjátékát” a Magyar Vöröskereszt önkéntesei adták. A gyakorlat levezetési terve szerint a beavatkozóknak ferde kötélpályán kellett a sérültet speciális hordógyanban, biztonságosan leereszteni.

de nem tartalmazza a kötél segítségével, hordággal magasból vagy mélyből mentendő személy mentésének eljárási rendjét,<sup>25</sup> ezért ennek módszerét gyakorlással erősíteni kell.

#### 4. INSARAG jelölései és jelzései

Az ENSZ INSARAG-irányelv egyezményes jelzésrendszert vezetett be, a romterületen tevékenykedő USAR-csapatok számára, amelynek célja a később érkező USAR-egységek informálása a romon korábban végzett USAR-tevékenységről. A jelzésrendszer a mentési műveletek koordinációját is elősegíti. Tájékoztatót ad a kimentett személyekről, tájékoztatót ad az épület állapotáról, az ott tevékenykedő USAR-csapatról, illetve a műveleti időről. A jelzéseket a bemeneti pont, az épületrom közelében kell felfesteni, lehetőleg az összeomlott épületen, a veszélyzónán kívül, ahol jól lehet látni. A jelzés egy 1 × 1 m<sup>2</sup>-es (3. ábra) keretet foglal magában.<sup>26</sup>

A kereten belül alkalmazható feliratok:

1. GO, „BEMEHEZ”, ha úgy értékelik, hogy be lehet lépni;
2. NO GO, „NEM MEHEZ BE”, ha úgy értékelik, hogy nem biztonságos a belépés;
3. csapat meghatározása;
4. a kezdés ideje és dátuma;
5. a zárás ideje és dátuma.

Egy instabil épületből történő mentés rendkívül nagy kockázattal jár, például a mentési műveletek közepén összeomlik, vagy egy veszélyesen lógó épületelem kockáztatja a mentési műveletet. Az USAR-csapat dönthet úgy, hogy nem megy be az épületbe annak ellenére, hogy bent rekedt áldozatokról van információja, és kiszámítható az épület stabilitása, úgy is jelölheti az épületet „no go”, azaz romosodás veszélye miatt az épület nem használható.<sup>27</sup>

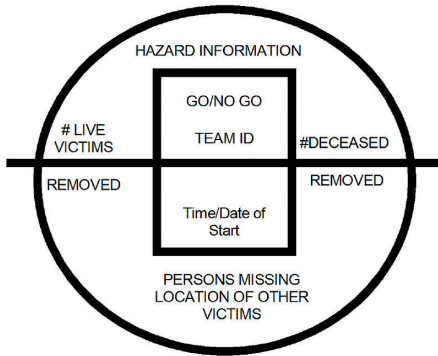
Az egyezményes INSARAG-jelölésben szerepelnie kell:

1. a veszélyre vonatkozó információknak (tetejére);
2. a hiányzó áldozatok (alulra) száma;
3. kimentett élő áldozatok (balra) száma;
4. kiemelt elhunytak (jobbra) száma;
5. Egyéb információknak, így:
  - ha az USAR-csapat végzett a munkával, a jelzés körül rajzol egy kört, 2020. évtől keretet;
  - ha végeztek, és feltételezhető, hogy nincs több áldozat, akkor áthúzzák a keretet.

<sup>25</sup> Jackovics (2019) i. m. 177., 18.

<sup>26</sup> Jackovics Péter: A polgári és katasztrófavédelem szerepe a nemzetközi katasztrófaelhárítás egészségügyi szerepében. In Major László (szerk.): *A katasztrófa-készenlét, a reagálás és a beavatkozásbiztonság egészségügyi alapjai*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 2019. 79.

<sup>27</sup> Jackovics (2019) i. m. 170.



3. ábra

USAR-csapatok kárterületi jelzésrendszer, régi (bal oldalon)<sup>28</sup> és az új (jobb oldalon).<sup>29</sup>

## 5. Mentési műveleti irányelv

Az USAR-mentési művelet az egyik legkülönlegesebb feladat (4. ábra), amelyet az erre kiképzett és felszerelt ENSZ INSARAG-minősítésű USAR-csapatok képesek eredményesen végrehajtani. A mentést legtöbbször más USAR-csapatval vagy a helyi erővel együttműködésben kell biztonságosan végrehajtani. A helyi hatóságok túlterheltsége, az események térbeli tagoltsága miatt, a mentési művelet irányítását maguk az USAR-csapatok vezetői végezhetik, amely során az USAR szakmai írott és íratlan szabályait alkalmazhatják. Az alábbiakban bemutatunk néhány iránymutatást, kedve a hazai szabályozással, amely az összedőlt vagy romosodott épületekből történő mentéseknél alkalmazandó:

- „A tűzoltásvezető joga [...] bontást elrendelni, különösen, ha azt a felderítés, az életmentés, a robbanásveszély, a tűz megközelítése (a behatolás), a tűz terjedésének megakadályozása, a füst, gáz, gőz eltávolítása, az omlásveszély megelőzése, az utómunkálat indokolja; valamint szükség szerint meghatározott felkészültségű szakember segítségét igényelni.”<sup>30</sup>
- „Bármilyen bontási, megbontási munkálatot csak a tűzoltásvezető utasítása szerint lehet végrehajtani. A bontási, megbontási munkálatok megkezdésekor gondoskodni kell a veszélyeztetett terület kiürítéséről, lezárásáról és a feladatot végrehajtók kijelöléséről, eligazításáról. Az épület, építmény tartószerkezetének bontása lehetőleg statikus szakember véleményének kikérésével – a szükséges biztonsági feltételek megteremtése mellett –, csak a tűzoltásvezető irányításával történhet.”<sup>31</sup>
- Biztonságosabb fentről eljutni a romok közé rekedt áldozat(ok)hoz, bár egy B-terv lehet, és megfontolandó, hogy alulról menjünk be az összeomlott épületbe (például: ha egy tetőszerkezet összedőlt, vagy csak az emeleti szint

<sup>28</sup> INSARAG Guidelines 2020. Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations. *Portal.undac.com*.

<sup>29</sup> INSARAG-jelölési minta az ábrán: jobb oldalon: az ausztrál csapat február 13-án befejezte az ASR\_4, azaz teljes USAR-tevékenységet, ahol azbesztveszély van.

<sup>30</sup> 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól, 17. § (i).

<sup>31</sup> 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól, 46. § (1–3).



- romosodott, akkor az épségben maradt utcaszint felől, akár alulról, az emeletre vezető lépcsőházon keresztül hatékonyabb megközelíteni a mentendő személyt).
- Egyes áldozatok mentéséhez szükség lehet kívülről vagy alulról alagút vagy árok kialakításával megközelíteni.
  - Biztonsági tisztet kell kijelölni, aki súlyos biztonsági kockázat vagy biztonsági rendszabályok és technológiai lépések be nem tartása esetén felelős a kutatási és mentési művelet leállításáért.
  - A veszélyzónában<sup>32</sup> (romosodott területen és a romhatáron belül, azaz a kárterületen) mentést végzők kockázatvállalását, a romkutatás és a romok alóli mentés veszélyeztetettségét a szükséges és elvárható minimumra kell csökkenteni.
  - Használni kell keresőkötelet kutatóalagút vagy kutatóárok ásása során. Másodlagos omlás esetén a kötél lehetővé teszi a rom vagy törmelék alá szorult mentőszemélyzet útvonalának azonosítását, a gyors mentést.
  - A mentésnél és különösen a zárt üregben (zárt térben) végzett munka során folyamatosan mérjük a levegő oxigén-/szén-monoxid-/kén-hidrogén-tartalmát. Fontolóra kell venni a frisslevegő-utánpótlás biztosítását, különösen, ha robbanómotoros fúró-vágó-véső berendezéssel dolgozunk, vagy többen tartózkodunk egy légtérben. Itt ügyeljünk az áldozat kihűlésének megakadályozására.
  - A mentési műveletek teljes ideje alatt az állomány és a mentendő személy egészségügyi biztosítása érdekében gondoskodni kell katasztrófaorvosi, mentőtiszt és mentőápolói folyamatos jelenlétéről.



4. ábra

*Mentési művelet<sup>33</sup> a kárterületen.<sup>34</sup>*

Forrás: <https://news.liga.net/images/general/2020/01/27/202001271735434-5996.jpg?v=1580130752>

<sup>32</sup> Veszélyzóna – Danger Zone; műveleti vörös terület – Red Area.

<sup>33</sup> Землетрясение в Турции. Число жертв резко возросло – фоторепортаж. *Liga News*.

<sup>34</sup> A 2020. január 26-án, a kelet-törökországi nagyerejű, 6,8-as fokozatú földrengés áldozatainak száma elérte a 35 főt, 45 főt sikerült a romok alól élve kimenteni, 76 épület teljesen összedőlt.

## 6. A bejrúti robbanás és annak következményei

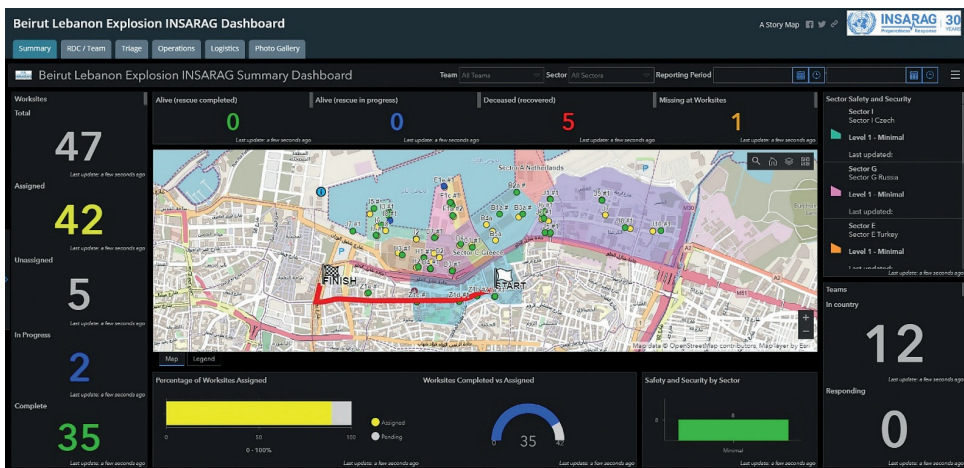
Az USAR-csapatok ENSZ INSARAG-irányelv szerinti tevékenysége mind elméleti és mind gyakorlati, naprakész felkészülést kíván meg. A műszaki mentés speciális felszereléseinek használata rendszeres elméleti képzése és terepen végzett gyakorlást kíván meg.

Napjainkban az USAR-csapatok számára a gyártói dinamikus eszköze fejlesztések, azokra való kiképzés és a szélsőséges katasztrófák (nagy erejű földrengés, szökőár, rendkívüli erejű viharok), az azokra való hatékony és eredményes felkészülés jelenti a kivívást.

Előfordul, hogy a földrengéskutatás és -mentésre való többéves felkészülést és csapatban történő gyakorlást nem követi éles bevetés.

2020. augusztus 4-én, körülbelül 18 óraker (helyi idő szerint), Bejrút kikötőjében nagy mennyiségű ammónium-nitrátot tároló raktár robbant fel. A kezdeti robbanás után az azt követő második robbanás nagy kiterjedésű károkat okozott. A robbanás közel 20 kilométeres körzetben okozott károkat. A robbanások hatására mérgező anyagok jutottak a környezetbe. A robbanás következtében 160 ember meghalt, több mint 5000 fő sérült és 150 ember eltűnt.<sup>35</sup>

A robbanás okozta katasztrófa szélsőséges hatását jellemzi, hogy 2750 tonna ammónium-nitrát robbant fel, amely 3,5-ös Richter-skála erősségű földrengést gerjesztett, és mérföldekkel a középpontjától is jelentős károkat okozott. „Szakértők szerint 200-500 tonnás robbanás történt, ami egy kisebb, taktikai atombomba erősségével összemérhető pusztítást okozott”.<sup>36</sup>



5. ábra

USAR-műveletek (ICMS),<sup>37</sup> Libanon, Bejrút, 2020. augusztus 8-án a robbanást követő 100. óra után.

Forrás: ENSZ OCHA (2020) i. m.

<sup>35</sup> ENSZ OCHA: *Lebanon: Beirut Port Explosions Situation Report No. 2*. Genf, ENSZ Palota, 2020. augusztus 7.

<sup>36</sup> Kiseb atombomba erejével robbant fel Bejrút városa. *Portfolio*.

<sup>37</sup> INSARAG Coordination Management System, INSARAG műveletirányítási rendszer (ICMS).

A kézirat lezárásakor Magyarország Kormánya a nemzetközi segítségkérést követően azonnal felajánlotta segítségét a bejrúti robbanás áldozatainak mentésére. A HUNOR mentőszervezet 38 fővel, 4 keresőkutyával, közel 9,5 tonna felszereléssel, úgynevezett közepes USAR-képességgel készen állt akár a hétnapos küldetésre. Az Európai Unió keresztül felajánlott USAR-segítségét a libanoni kormány nem kérte.

Az ENSZ OCHA<sup>38</sup> által alkalmazott virtuális, valós idejű műveleti térképen (5. ábra) jól látszik, hogy a bejrúti robbanást követő 100. óra után, 12 mentőcsapat 35 épület átkutatása után csak 5 fő áldozatot talált meg. Az USAR-műveleteket irányító UCC<sup>39</sup> működését a helyi hatóságok felfüggesztették, és a líbiai katonaság átvette a mentési műveletek irányítását. A robbanás okozta következmények miatt Líbiában belpolitikai válság alakult ki, az USAR-csapatokat rövid időn belül kivonták.

A bejrúti kikötői robbanás során a Covid-19-járvány ellenére, az INSARAG bebizonyította válaszában hatékonyságát és rugalmasságát a helyi hatóságok támogatásában is. Az USAR-csapatok gyorsan és zökkenőmentesen reagáltak a LEMA kérésére. Az USAR-csapatok mentési művelete során az ICMS<sup>40</sup> (amelyet először alkalmazták), a UCC (amelyet a 2015. évi nepáli földrengés után másodszor telepítettek) és a DACC<sup>41</sup> (amelyet először az Európai Unió Polgári Védelmi Csoportja és a UNDAC<sup>42</sup> vezetett az albán hatóságok támogatására a 2019-es durrési földrengésben) hatékonynak bizonyult a helyszínen összegyűjtött adatok elemzésének megerősítése és a csapatok jobb koordinálása érdekében.<sup>43</sup>

Bejrútban 10 országból 13 USAR-csapat, 447 fővel, 42 keresőkutyával érkezett, és vett részt a mentésben, amelyből 10 USAR-csapat volt ENSZ INSARAG-minősítésű, azaz kategóriák szerint: nehéz: 4, közepes: 4, könnyű: 2. A nemzetközi USAR-csapatok 6 áldozatot találtak meg, 37 USAR-műveletet és 584 kárfelmérést végeztek el (6. ábra).<sup>44</sup>



6. ábra

*Bejrúti robbanás után, nemzetközi USAR-csapatok tevékenysége a műveleti szektorokban.*

Forrás: The Search and Rescue Assistance in Disasters (SARAID) response to the Beirut Explosion. *International Fire Fighter*.

<sup>38</sup> United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs – Humanitárius Ügyek Koordinációs Hivatala.

<sup>39</sup> USAR Coordination Cell – USAR koordinációs egység.

<sup>40</sup> INSARAG Coordination Management System – INSARAG műveletirányítási rendszer (ICMS).

<sup>41</sup> Assessment Coordination Centre – Felderítést Koordináló Központ.

<sup>42</sup> United Nations Disaster Assessment and Coordination – ENSZ Katasztrófabecslő és Koordináló (UNDAC).

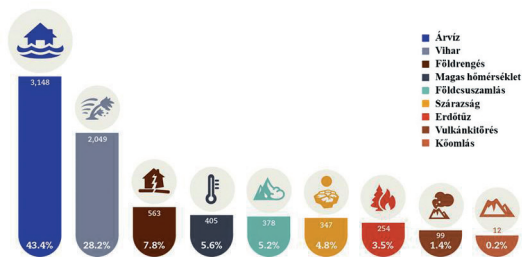
<sup>43</sup> INSARAG Technical After-Action Review (AAR) on the Beirut Port Explosion Response Report.

<sup>44</sup> INSARAG, UCPM, USAR POLAND mission „LIBAN 2020”. Warsaw, 2020. szeptember 10.

## 7. A jövő, USAR-csapatok másodlagos képességfejlesztése

Az INSARAG-csapatok elsősorban a városi keresési és mentési feladatokra szakosodnak, készen állva a földrengésekre és az összeomlott épületekből történő mentésre. Az egyre gyakoribb szélsőséges időjárási katasztrófák háttérében, amelyek a hagyományos városi keresési és mentési (USAR-) műveleteken túlmenően is segítségre szorulnak, az ENSZ OCHA ösztönözi, hogy az INSARAG-tagországok vizsgálják, és vitassák meg a fejlesztési lehetőségeket. Az ENSZ célkitűzése, hogy a globális klímaváltozás miatt ne csak a földrengések (az összes katasztrófa 7,8%-a), hanem az árvizek (43,4%), vízkárok (28,2%) következményeinek a felszámolása is fókuszba kerüljön (7. ábra).

Hazánk korábbi javaslatának megfelelően, 2020. február 5-én, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) képviselőjében, szakértői egyeztetést folytattunk az ENSZ OCHA Titkárság vezetőjével, amelyen bemutattuk az árvízi védekezés és mentés fontosságát, felhívtuk a figyelmet a globális klímaváltozás okozta kihívásokra, az európai országokat veszélyeztető árvizek, illetve a vizek kártétele elleni védekezés fontosságára. A kétoldalú szakmai egyeztetésen javaslatot tegyünk az ENSZ INSARAG-módszertan ez irányú kiterjesztésére, egyben kezdeményezzük az ENSZ INSARAG Flood Rescue (árvízi mentési) szeminárium magyarországi megrendezését, 2021 őszén.



7. ábra

*Az egyes katasztrófák előfordulásának aránya (%), típus (lásd a színek szerinti jelmagyarázatot) és eseményszám (db) szerint az 1998–2017. közötti időszakban.*

Forrás: *The human cost of natural disasters 2015. A global perspective.* Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. alapján a szerző szerkesztése

Az INSARAG Irányító Bizottság ülése „Rugalmas alkalmazkodás – megfelelés a jövőbeli kihívásoknak” (Flexible Response: Fit for the Future) című 4. szekciójának keretében, 2020. február 6-án, 43 ország 8 nemzetközi szervezetének közel 150 szakértője előtt BM OKF képviselőjében ismertettem, és előadás, valamint rövidfilm keretében bemutattam a hazai és a nemzetközi árvízi mentési tapasztalatainkat, a vizek kártétele elleni védekezésre kidolgozott nemzeti minősítő rendszert és az INSARAG-irányelvre és -módszertanra épülő új magyar kezdeményezést.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Hábermayer Tamás: Rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező események és a veszélyhelyzeti tervezés. In Hábermayer Tamás (szerk.): *II. Tolna Megyei Polgári védelmi munkaműhely konferenciakötet.* 2019. 49–56.

A magyar előadás kiemelte, hogy a rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező (Preparing for High-Impact, Low-Probability, HILP) katasztrófák, amelyek indokolják, hogy az alaposan kiképzett és jól felszerelt, INSARAG-minősítésű USAR-csapatok erőforrásait, mint az úgynevezett másodlagos képesség elve (secondary\_use) alapján alkalmazni lehessen nemzeti és nemzetközi szinten is, az árvizek, a viharkárok és az éghajlatváltozás, illetve a szélsőséges időjárás okozta károk következményeinek felszámolására, a bajbajutottak mentésére.<sup>46</sup> A jövőbeni cél az INSARAG-irányelv és -módszertan kiterjesztése az USAR-csapatok árvízi mentési (INSARAG Flood Rescue)<sup>47</sup> képességek ellátására.

## 8. Összegzés

Az USAR-csapatok<sup>48</sup> nemzetközi küldetését nagyban befolyásolja a kárt szenvedett ország hatóságának kérése, irányítási módja és a katasztrófa során kialakult válság kezelésében tett lépései.

Az USAR-csapatoknak felkészülése során törekedni kell a multifunkciális képesség kialakítására, azaz képesnek kell lenniük nemcsak földrengés okozta károk következményeinek a felszámolására, hanem más természeti és civilizációs katasztrófák hatásainak a csökkentésére, a bajba jutott lakosság élet, egészség és anyagi javainak a mentésére, így például árvíz (Flood Rescue), rendkívüli hóhelyzet, szélsőséges viharok, esőzések okozta események alkalmával.

Az USAR-műveleteknek a jó felszereltség és jó szakmai felkészültség mellett gyorsreagálásúnak (rapid response) kell lennie. Az USAR-műveleteket hatékony kárterületi felderítésnek kell megelőznie, amely során alkalmazni kell az elektronikus adatfelmérés és adatbevitel, illetve adatfeldolgozás módszerét.

Az USAR-csapatok vezetőinek, műveletirányító tisztjeinek, összekötő tisztjeinek ismerni és tudni kell – az idegen nyelveken túl – az új fejlesztésű USAR-felszereléseket, klasszikus eljárásokat, a UCC módszerét, a térinformaikkal támogatott ArcGIS Survey123<sup>49</sup> korszerű vezetés-irányítás metodikáját, illetve INSARAG TRIAGE algoritmusát, épületek statikai állékonyságát, annak érdekében, hogy az USAR-csapatok hatékonyan és balesetmentesen tudjanak a jövőben beavatkozni, mentést végezni.

## Felhasznált irodalom

39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól.

<sup>46</sup> PPT ISG 6 Feb meeting 2020 sessions 4-5. 9–11. dia. Online: <http://portal.undac.org/pssuportal/portalrest/files-haring/download/public/SawA7J1fVbp1uN>

<sup>47</sup> Árvízi mentés.

<sup>48</sup> Urban search and rescue – városi kutató és mentő.

<sup>49</sup> USAR Field Data Collector: a táblagéppel végzett műveletek során a kezelők exportálhatják az adatokat kitölthető INSARAG PDF-űrlapokba.

- Askarizadeh, L. – A. R. Karbassi – M. B. Ghalibaf – J. Nouri: Debris management after earthquake incidence in ancient city of Ray. *Global J. Environ. Sci. Manage*, 3. (2017), 4. 447–456. Online: <https://doi.org/10.22034/gjesm.2017.03.04.010>  
DOI: <https://doi.org/10.22034/gjesm.2017.03.04.010>
- Boncz Imre: *Kutatásmódszertani alapismeretek*. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, 2015. Online: [www.etk.pte.hu/protected/OktatasiAnyagok/%21Palyazati/sport/Kutatasmodszertan\\_e.pdf](http://www.etk.pte.hu/protected/OktatasiAnyagok/%21Palyazati/sport/Kutatasmodszertan_e.pdf)
- Brown, Charlotte: Waste Management Following Earthquake Disaster. In Michael Beer – Ioannis A. Kouglioumtzoglou — Edoardo Patelli – Ivan Siu-Kui Au (eds.): *Encyclopedia of Earthquake Engineering*. Berlin–Heidelberg, Springer, 2014. Online: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36197-5\\_359-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36197-5_359-1)
- Daley, Michael: Defying Gravity: Lifting and Moving Objects in the Rescue Environment. *Firehouse*, 2020. március 1. Online: [www.firehouse.com/rescue/technical-rescue/article/21121844/defying-gravity-lifting-and-moving-objects-in-the-rescue-environment](http://www.firehouse.com/rescue/technical-rescue/article/21121844/defying-gravity-lifting-and-moving-objects-in-the-rescue-environment)
- Earthquake rescue: How survivors are found. *BBC*. Online: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/8459653.stm>
- ENSZ OCHA: *Lebanon: Beirut Port Explosions Situation Report No. 2*. Genf, ENSZ Palota, 2020. augusztus 7.
- Frank, Don: Crane Operations Training: A Valuable Rescue Asset. *Fire Engineering*, 2010. január 6. Online: [www.fireengineering.com/firefighting/crane-operations-training-a-valuable-rescue-asset/#gref](http://www.fireengineering.com/firefighting/crane-operations-training-a-valuable-rescue-asset/#gref)
- Hábermayer Tamás: Rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező események és a veszélyhelyzeti tervezés. In Hábermayer Tamás (szerk.): *II. Tolna Megyei Polgári védelmi munkaműhely konferenciakötet*. 2019. 49–56.
- INSARAG Guidelines 2020. Volume II: Preparedness and Response. Manual A: Capacity Building. *Portal.undac.com*. Online: [portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/2FDJQWQbcAezKhe](http://portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/2FDJQWQbcAezKhe)
- INSARAG Guidelines 2020. Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations. *Portal.undac.com*. Online: [portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/4RjH2MtoJ9vJ0IW](http://portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/4RjH2MtoJ9vJ0IW)
- INSARAG Technical After-Action Review (AAR) on the Beirut Port Explosion Response Report*. Online: [www.insarag.org/images/INSARAG\\_Tec\\_AAR\\_on\\_Beirut\\_Port\\_Explosions\\_Report\\_Final.pdf](http://www.insarag.org/images/INSARAG_Tec_AAR_on_Beirut_Port_Explosions_Report_Final.pdf)
- INSARAG, UCPM, USAR POLAND mission „LIBAN 2020”*. Warsaw, 2020. szeptember 10. Online: [www.ironore.eu/wp-content/uploads/2020/09/Liban-USAR-poland.pdf](http://www.ironore.eu/wp-content/uploads/2020/09/Liban-USAR-poland.pdf)
- Jackovics Péter: *A különleges mentések és az arra felkészítő katasztrófavédelmi gyakorlatok vizsgálata alkalmazott matematikai és pszichológiai megközelítéssel*. Doktori értekezés, Budapest, Óbudai Egyetem, 2019.
- Jackovics Péter: A polgári és katasztrófavédelem szerepe a nemzetközi katasztrófaelhárítás egészségügyi szerepében. In Major László (szerk.): *A katasztrófa-készenlét, a reagálás és a beavatkozásbiztonság egészségügyi alapjai*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 2019. 17–23.

Joó Attila László – Vigh László Gergely – Kollár László: Tartószerkezetek földrengési méretezésének Magyarországi tapasztalatai. *MAGÉSZ Acélszerkezetek*, 6. (2009), 1. 72–81.

Kisebb atombomba erejével robbant fel Bejrút városa. *Portfolio*. Online: [www.portfolio.hu/uzlet/20200806/kisebb-atombomba-erejevel-robbant-fel-bejrut-varosa-443860](http://www.portfolio.hu/uzlet/20200806/kisebb-atombomba-erejevel-robbant-fel-bejrut-varosa-443860)

*The human cost of natural disasters 2015. A global perspective*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Online: [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/PAND\\_report.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/PAND_report.pdf)

The Search and Rescue Assistance in Disasters (SARAID) response to the Beirut Explosion. *International Fire Fighter*. Online: <https://iffmag.mdmpublishing.com/the-search-and-rescue-assistance-in-disasters-saraid-response-to-the-beirut-explosion/>

Землетрясение в Турции. Число жертв резко возросло – фоторепортаж. *Liga News*. Online: <https://news.liga.net/world/photo/zemletryasenie-v-turtsii-chislo-jertv-rezko-vozsoslo--fotoreportaj>





Serfőző Kálmán<sup>1</sup>

## Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei II.

### Feasibility of the Risk Based Management of Process Safety in High Risk Plants, Part II

A szerző kétrészes publikációjában az Amerikai Vegyészmérnök Intézet, Vegyi Folyamatok Biztonsági Központja által kidolgozott különböző technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányításának lehetőségeit kívánja bemutatni. A magyar katasztrófavédelmi törvény meghatározó elemei az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek biztonsági irányítási rendszereivel szemben támasztott előírások. A szerző által ismertetett eljárás elemei több Magyarországon működő veszélyes anyagokkal foglalkozó vállalat által használtak, azonban jogszabályi szinten nem jelenik meg hazánkban ilyen összetett követelményrendszer. A második cikkben a kockázatalapú folyamatbiztonság elvéhez kapcsolódóan a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek technológiai rendszereinek beüzemeléséhez kapcsolódó kérdésekről, a veszélyhelyzetekre történő felkészülés fontosságáról, az üzemeltetést végzők és közreműködők képzéséről, valamint a bekövetkezett események kivizsgálásának, elemzésének fontosságáról olvashatunk.

**Kulcsszavak:** iparbiztonság, folyamatbiztonság, kockázatelemzés

The aim of the author with this two-part publication is to demonstrate the opportunities of introducing the Risk Based Process Safety management system, originally developed by The Center of Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers. Significant points of the Hungarian Disaster Management Act govern multiple aspects of existing Safety Management Systems of high-risk plants. While elements of the process described by the author in this article are currently being utilised by numerous high-risk plants in Hungary, the Disaster Management Act fails to provide a comprehensive and complete legal set of requirements. In the second

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: [serfozokalman.nke@gmail.com](mailto:serfozokalman.nke@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7614-1139>

article, in connection with the principle of risk based process safety, we can read about issues related to the commissioning processes of technological systems in hazardous material plants, the importance of emergency response, the training of operators and contributors, and the importance of investigating and analysing incidents.

**Keywords:** industrial safety, process safety, risk analysis

## 1. Bevezetés a kockázatalapú folyamat biztonsági irányítási rendszer további elemeibe

A veszélyes üzemekben lezajló különböző technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítása az Amerikai Vegyész-mérnök Intézet (a továbbiakban: AIChE) Vegyi Folyamatok Biztonsági Központja (a továbbiakban: CCPS) által kidolgozott eljárási rendszer. A megközelítés lényege, hogy a különböző folyamatok biztonságossá tételére kockázatalapú stratégiákat és végrehajtási taktikákat szükséges alkalmazni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemelése során.

Publikációm első részében megkezdtem a kockázatalapú folyamatirányítási rendszer elemei segítségével bemutatni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények biztonságos üzemelését elősegítő módszereket és lépéseket. Cikksorozatomban második részében a kockázatalapú folyamatbiztonság rendszerének további meghatározó elemeit kívánom ismertetni.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemelése során lényeges kérdés a technológiai rendszerek beüzemelésének lépései, mivel ilyenkor mindig valamilyen változás lép fel a korábbi üzemállapotban. Szintén kiemelkedő feladat veszélyes üzemek esetén a veszélyhelyzetekre történő felkészülés és reagálás, hiszen csak megfelelően előkészített és begyakorolt tervek segítségével lehet képes az üzemeltető a veszélyes létesítmények környezetkárosító hatásait elkerülni, csökkenteni. A biztonságos üzemeltetéshez és vészhelyzeti reagáláshoz szorosan kapcsolódik az üzemeltetést végzők és közreműködő személyek képzésének kérdése. Napjainkban a különböző ipari létesítmények üzemeltetésében részt vevők számára komplex ismeretekkel kell rendelkezni a technológiai folyamatok, a vonatkozó jogszabályok és biztonságtechnikai utasítások területén. Ezért kiemelkedően fontos egy pontosan összeállított képzési tematika megléte, valamint az oktatások megfelelő módon történő végrehajtása egyaránt a vezetői, kezelői és beavatkozási állomány számára. Működés közben különböző üzemzavarok, váratlan leállások, esetlegesen veszélyes anyagokkal kapcsolatos események időről időre bekövetkeznek a termelő létesítményekben. Ahhoz, hogy el tudjuk kerülni a súlyosabb baleseteket, a veszélyes anyagok szabadba jutását, illetve a környezetkárosodást, részletesen szükséges kivizsgálni és elemezni minden olyan eseményt, amely zavart okozott a technológiai rendszerekben, vagy amely következtében baleset, személyi sérülés, tűz vagy környezeti kár keletkezett. Csak olyan eseménykivizsgálásokból tudunk tanulni, amely az esemény súlyosságával arányosan részletesen elemzi a történeteket, ok és okozati összefüggéseket tár fel, illetve előre mutató javító és megelőző intézkedések meghatározásával zárul le.

Végül lényeges elem a teljes (biztonsági) irányítási rendszert működtető vezetői elkötelezettség, hiszen a kockázatkezelési program elsősorban egy irányítási eszköz.

A biztonságos üzemeltetéshez olyan jól működő irányítási rendszerre van szükség, amely megadja a feltárt kockázatokra a következetes választ. A folyamatbiztonság hatékonyságát a felelős és a biztonság iránt elkötelezett vezetés tudja garantálni a megfelelő technikai eszközök alkalmazásával, valamint a teljes üzemeltetői személyzet bevonásával. Ezen komplex kockázatkezelési programok napjainkban elsősorban önkéntes alapon használatosak, azonban a koncepció hitelességét jogalkotói szinten is elismerik, valamint az ipar számos vállalata alkalmaz hasonló kockázatalapú biztonsági irányítási rendszereket.<sup>2</sup>

## 2. A létesítményekkel szemben támasztott követelmények

### 2.1. Beüzemelési eljárások

Kitekintés I. – „Egy finomító előre tervezett karbantartási munkálatok miatt leállás alatt volt, amely során az egymáshoz csatlakozó üzemek, technológiai rendszerek mechanikai leválasztása mellett megtörtént az egyes berendezések kizárása, illetve kitáblázása az úgynevezett LOTO (lock-out-tag-out) eljárás segítségével. Az egyik technológiai készülék (hőcserélő) különlegessége abban állt, hogy az eszközt csak alkalmanként használták, amikor alapanyagcsere történt, és annak a további melegítésére/hűtésére volt szükség. A leállási munkák végeztével megtörtént a finomító újraindítása, lefolytatták a szükséges üzembe helyezési eljárásokat. Sajnos hat hónappal később, amikor a fent említett hőcserélőt is újra üzembe helyezték, szivárgás keletkezett, és éghető gáz áramlott ki a szabadba. Az ennek okán bekövetkező tűz miatt a berendezésekben jelentős kár keletkezett, a finomító pedig leállásra kényszerült. Kiderült, hogy az érintett hőcserélő üzembe helyezése nem volt része a leállási munkák utáni beüzemelési eljárásnak, mivel ez a berendezés nem lett azonnal üzembe véve. Noha az üzembe helyezés előtti ellenőrzések elvégzésére egyedi eljárás volt érvényben, a tényleges működési folyamatot még nem alakították ki annak biztosítására, hogy minden egység üzemkész legyen.”<sup>3</sup>

A különböző technológiai folyamatok biztonságos elindításának vagy újraindításának biztosítása a létesítmények teljes élettartama alatt a folyamatok kockázatkezelésének egyik lényeges eleme. Ezen újraindítások oka lehet akár egy új technológiai egység beüzemelése, valamilyen módosítás vagy javítás miatt leállított folyamat újra üzembe helyezése, vagy egyéb más (például gazdasági) okból leállított, majd újra üzembe vett egység újbóli beüzemelése is. A nemzetközi tapasztalat azt mutatja, hogy a veszélyes anyagokkal kapcsolatban bekövetkezett események gyakorisága nagyobb a különböző folyamatátmenetek során, például egy adott egység újraindításakor. Ezen események gyakran abból adódtak, hogy az újból üzembe helyezett rendszer fizikai körülményei nem voltak megfelelőek a biztonságos üzemeltetéshez, ezért a veszélyes anyagokkal kapcsolatos események elkerüléséhez rendkívül fontos a biztonságos üzemindulás megvalósulása.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Greenberg, Harris R. – Joseph J. Cramer: *Risk assessment and risk management for the chemical process industry*. Wiley, 1991.

<sup>3</sup> CCPS: *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Wiley-Interscience, 2007.

<sup>4</sup> CCPS (2007) i. m. 2.

A veszélyes technológiák üzemeltetőinek szabályozni szükséges, hogy mely eseteken kell elvégezni az újbóli beüzemelés előtti biztonsági szemlét. A folyamatot minden esetben fontos írásban dokumentálni, illetve célszerű egy olyan csoport kijelölése, amely részletes ismeretekkel rendelkezik az adott technológiáról, az esetlegesen bekövetkezett változtatásokról, a kivitelezési munkák pontos műszaki tartalmáról, illetve a kapcsolódó biztonságtechnikai szabályokról. Minden esetben szükséges áttekinteni a kapcsolódó üzemeltetési szabályzatot, kiviteli terveket, ellenőrzési és kalibrálási jegyzőkönyveket. A folyamat lezárásaként írásbeli nyilatkozatot szükséges tenni a csoport minden tagjának arról, hogy támogatja-e a beüzemelést, vagy van-e további feladat a biztonságos működés érdekében.

### 3. A közreműködő személyi állománnyal szemben támasztott követelmények

#### 3.1. Felkészülés és reakció veszélyhelyzetekre

Kitekintés II. – „1947. április 16-án reggel 8 óra körül tüzet észleltek a Grandcamp teherhajó fedélzetén, amely az amerikai Texas város melletti kikötőben horgonyzott. A tűz keletkezése előtt a hajó fedélzetére 1400 tonna ammónium-nitrát került berakodásra zsákokban az egyik szintre, valamint 800 tonna azonos műtrágyakészítmény a hajó másik szintjére. A hajó kapitánya úgy döntött a tűz észlelésekor, hogy nem használ vizet a tűz eloltására, mivel attól tartott, hogy a víz tönkre tenné a rakományt. Ehelyett a kapitány utasította a tengerészeket, hogy zárják le a hajó belső terét, és nagynyomású gőzt használatával próbálják meg kiszorítani a rakterekből az oxigént, ezzel eloltva a tüzet. Sajnos azonban a parafinnal bevont ammónium-nitrátnak nincs szüksége oxigénre az égéshez. Sőt, a gőzből származó hő növelte az anyag égési sebességét. A hajó végül délelőtt 9 óra 12 perckor felrobbant, ennek hatására legalább 468 ember meghalt, ami halálos áldozatok számát tekintve a legsúlyosabb ipari baleset, amely valaha is történt az Egyesült Államokban. A Grandcamp fedélzetén történt robbanás a következő 16 órában több robbanást és tüzet okozott. Egy közeli vegyi üzem, illetve közelben található olajtároló létesítményt is érintve, végül április 17-én kora reggel egy újabb nagy méretű robbanás történt, amely elérte az 1000 tonna ammónium-nitráttal megrakott Highflyer nevű teherhajó fedélzetét, amely a Grandcamp mellett horgonyzott. A texasi katasztrófát tanulmányozó szakértők megállapították, hogy figyelembe véve az ott jelen lévő anyagokból fakadó kockázatokat, a biztonságos üzemeltetésre, valamint a veszélyhelyzetekre történő felkészülés súlyos hiányosságokat mutat. Felkészülés nélkül kevés esély volt arra, hogy bárki elég gyorsan képes legyen megbirkózni a baleset következményeivel, valamint megakadályozni annak következményeit. Nyilvánvalóan sok hiba történt a veszélyhelyzet kezelése alatt, ha csak figyelembe vesszük a tűz kioltására használni kívánt gőz bevezetését a raktérbe vagy a közelben tartózkodó evakuálásának elmulasztását, mivel reggel 8 és 9 óra között sok ember gyült össze az élénk színű lángok és a füst miatt.”<sup>5</sup>

<sup>5</sup> CCPS (2007) i. m. 2.



1. ábra

*Ammónium-nitráttal megrakott teherhajó lángol Texas város kikötőjében 1947. április 16-án.*

Forrás: Tom Bassing: The Texas City Disaster. *The Daily News*. 2017. 07. 15.

Napjainkban már az üzemeltető kézenfekvő kötelessége, hogy az előre felmért veszélyhelyzetek elhárításához, a gyors beavatkozás és a további következmények csökkentéséhez vészhelyzeti reagálási tervet készítsen. Ezen dokumentumokban rögzíteni szükséges azon eljárásokat, amelyek az eredményes beavatkozáshoz szükségesek a biztonsági irányítási rendszer részeként. Minden esetben szükséges, hogy ne csak az üzemeltetésben, szállításban közvetlenül részt vevők ismerjék meg a reagálási tervek tartalmát, hanem a létesítmény üzemeltetésében közvetlenül részt vevő külső szerződött partnerek, illetve veszélyeztető forrás hatókörzetében lévő egyéb gazdálkodó szervezetek is kapjanak részletes tájékoztatást a környezetükben lévő veszélyforrásokról, az események során betartandó feladatokról.<sup>6</sup>

Bármely adott esemény következményei jelentősen csökkenthetők hatékony vészhelyzeti tervezéssel és reagálással. A Grandcamp teherhajóval történt baleset egyik lényeges tanulsága, hogy az első detonáció utáni robbanássorozat ellenére nem lettek további halálos áldozatok, mivel az esemény hatókörzetén tudták tartani a beavatkozásban nem részt vevő személyeket, ellenkező esetben több százan is megsérülhettek volna. Ezen körülmények ellenére is felvetődhet a kérdés mind a közvélemény, mind a hatóságok részéről, hogy engedélyezhető-e egy olyan létesítmény működése, amely nem képes hatékonyan leküzdeni a területén bekövetkezett káreseményeket. Fontos tehát kiemelni, hogy a balesetekre történő megfelelő színvonalú felkészülésnek és reagálásnak kiemelt szerepe van az élet- és vagyonbiztonság fenntartásában, a veszélyes létesítmények környezetkárosító hatásainak csökkentésében, tehát a biztonságos üzemelés fenntartásában.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Mesics Zoltán – Kátai-Urbán Lajos: Biztonsági Irányítási rendszer értékelése. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 99–107.

<sup>7</sup> Mesics – Kátai-Urbán (2015) i. m. 2.

A Grandcamp teherszállító hajó texasi katasztrófájához kapcsolódva meg kell jegyezni, hogy a 2020. augusztus 4-én Bejrútban történt katasztrófális következményrel járó robbanás valószínűleg szintén ammónium-nitrát reakciója miatt következett be. A libanoni főváros kikötőjében feltehetően 2750 tonna műtrágya szabálytalan tárolása, illetve a közelben lévő vegyi anyag veszélyeit fel nem mérő munkavégzés okozta legalább 150 ember halálát, illetve felbecsülhetetlen értékű anyagi kárt.<sup>8</sup>

Szintén érdemes feleleveníteni a franciaországi Toulouse műtrágyagyárában 2001. szeptember 21-én történt robbanást, amely ugyancsak ammónium-nitrát miatt következett be. A város szélén található létesítményben megesett katasztrófa következtében legalább 2500-an megsérültek, több száz lakás megrongálódott vagy lakhatatlanná vált a baleset helyszínétől több kilométerre is. A körülbelül 200-300 tonna műtrágya mellett egyéb veszélyes anyagokat (klór, ammónia) is tároltak az üzemben, amely szintén nagy veszélyt jelentett a létesítmény környezetére.<sup>9</sup>

Az elrettentő példák sajnos jól mutatják, hogy bár évtizedek óta használja az ipar és a mezőgazdaság ezen anyagot, azonban még mindig nem kellő óvatossággal történik a felhasználása.

Az USA-ban elvégzett egyes elemzések szerint, a veszélyes anyagokkal kapcsolatosan bekövetkezett ipari balesetek jelentős része csak kevés darabszámú kemikália jelenlétéhez köthető: vízmentes ammónia, klórgáz, propán és egyéb robbanékony elegyek okozták az események 70%-át, döntő többséggel az ammónium-nitrát nagyarányú ipari és mezőgazdasági felhasználhatósága miatt.<sup>10</sup>

A folyamatbiztonság lényeges eleme a veszélyhelyzeti tervezés, vagyis megfelelően felkészülni és reagálni a különböző eseményekre. Ez azonban jócskán túlmutat pusztán csak a kárenyhítésen: magában foglalja az esetlegesen bekövetkező események, balesetek meghatározását, a lehetséges okok feltárását, az ebből fakadó következmények leküzdéséhez szükséges erőforrások biztosítását. Ennek érdekében fontos az elkészült tervek folyamatos gyakorlása, az érintett alkalmazottak, szomszédos vállalkozók és a helyi hatóságok tájékoztatása és képzése, valamint az érintettekkel való hatékony kommunikáció. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos káreseményekre való eredményes felkészülés érdekében ezért három lényeges területre szükséges összpontosítani:

- az emberek védelme, beleértve a létesítményben lévőket, a hatókörzetben jelen lévőket, illetve a veszélyhelyzet esetén beavatkozókat,
- hatékony reagálás a veszélyes anyagokkal kapcsolatban bekövetkezett eseményekre,
- az érintett felekkel történő hatékony kapcsolattartás, különösen az érintettekrel és a média képviselőire.<sup>11</sup>

A bekövetkező veszélyhelyzetek kezelése kapcsán szintén tanulságos eset lehet számunkra az Amerikai Egyesült Államok Illinois államának egyik vegyi üzemében 2004-ben történt balesete is: a létesítményben jelen lévő dolgozók 10 óra után hangos robbanásra lettek figyelmesek, majd az üzemben jelen lévő vinil-klorid nevű anyag jellegzetes szagát

<sup>8</sup> Beirut explosion: What we know so far. *BBC News*, 2020. augusztus 11.

<sup>9</sup> Páztay György – Dobor József: *Ipari Tevékenységekből eredő veszélyforrások és elhárításuk*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, 2016.

<sup>10</sup> Páztay-Dobor (2016) i. m. 8.

<sup>11</sup> CCPS (2007) i. m.

kezdtek érezni. A technológiai rendszer ellenőrzésére érkező dolgozó azt tapasztalta, hogy az egyik reaktor üzemi nyomása folyamatosan csökken, tartalma pedig szivárog a készülék alsó részén. Ezután több robbanás következett be, amelyeknek következtében öt fő munkavállaló életét veszítette, 3 fő megsérült, illetve 150 személyt kellett evakuálni az üzem 2 km-es környezetéből. Mindezek mellett jelentős anyagi kár is keletkezett a létesítményben, illetve kérdéses volt a környezetkárosodás mértéke is. A vizsgáló hatóságok végül arra a következtetésre jutottak, hogy az esemény egyik közvetlen oka hibás kezelői beavatkozás volt, valamint megállapították azt is, hogy a vészhelyzeti beavatkozás sem volt megfelelő: a munkavállalók nem kaptak megfelelő képzést a nagyobb mennyiségű veszélyes anyagok kiszabadulásával járó események kezeléséről, ennek oka lehet az is, hogy a vizsgálat szerint körülbelül 5 percig nem avatkoztak be a kiáramlás észlelését követően, a szükséges vészhelyzeti intézkedéseket nem kezdték meg.<sup>12</sup>

A vészhelyzeti felkészülésnél az elvégzett kockázatelemzések alapján meghatározott eseménysorokat kell alapul venni a következmények hatékony csökkentésének érdekében. Szabályozni szükséges a védelmi szervezetbe beosztott egyes munkavállalók, kezelők, irányító személyek feladatait, számukra előzetes felkészítés és védelmi, szaktechnikai eszközök biztosítása szükséges. Kiemelten kezelendő kérdés a normál és vészhelyzeti kommunikáció módja, a hatékony információcseré biztosításához szükséges erő és eszközállomány biztosítása.<sup>13</sup>



2. ábra

*A libanoni főváros kikötőjének maradványai az ammónium-nitrát robbanás után, 2020 augusztusában.*

Forrás: Beirut explosion: Before-and-after images. *BBC News*, 2020. augusztus 20. Online: [www.bbc.com/news/world-middle-east-53680772](http://www.bbc.com/news/world-middle-east-53680772)

<sup>12</sup> Dobor József: Vegyi veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül. *Hadmérnök*, 12. (2017), „KÖFOP” szám. 13.

<sup>13</sup> Mesics Zoltán – Kovács Balázs: Új jogi szabályozási követelmények a Biztonsági Irányítási rendszerekkel kapcsolatban. *Védelem Tudomány*, 1. (2016), 2. 620–644.

### 3.2. Oktatás és teljesítmény

Kitekintés III. – „Nagy nyomáson cseppfolyósítva tárolt szénhidrogén gáz (LPG) tárolására szolgáló tartályparkban keletkezett tűz, amelyet forrásban lévő folyadék gőzének berobbanása (BLEVE jelenség) követett Franciaországban, Lyon közelében egy finomítóban. Az esemény következtében tizennyolc ember életét veszítette, valamint további 81 ember sérült meg. A gáztároló létesítmény teljesen megsemmisült, mivel a tűz átterjedt a közelben lévő további folyékony szénhidrogén tároló tartályokra. A káreseményt egy munkavállaló okozta, aki az egyik LPG tároló tartály alján elhelyezkedő szelepen át kívánt vizet elengedni a leürítő rendszerbe. A feladat nem megfelelő sorrendben történő elvégzése, illetve egyéb okok miatt azonban gázömlés következett be. Ez az esemény is szemlélteti, hogy az irányítási rendszernek miért kell biztosítani a munkavállalók képzését feladatainak helyes végrehajtásához, illetve, hogy miért kell rendszeresen ellenőrizni megfelelő teljesítményüket.”<sup>14</sup>



3. ábra

*Látkép az 1966. január 4-én bekövetkezett robbanássorozat után a Lyon melletti gáztárolóról.*

Forrás: Mesics Zoltán: A biztonsági irányítási rendszerek hatékonyságának fejlesztése: karbantartások kivitelezése és alvállalkozók kezelése. *Bólyai Szemle*, 27. (2018), 2.

Az elmúlt évtizedekben az ipari létesítmények gyors technológiai változáson mentek keresztül. Példaként említhető, hogy napjainkban egy vegyipari termelő létesítmény sokkal hatékonyabb, és általában jobban automatizált, mint egy hasonló létesítmény 20 évvel ezelőtt. Az automatizálásnak ez a szintje azonban nem szüntette meg az emberi tényezőt. Noha a folyamatok nagy részét manapság a számítógép által vezérelt rendszerek végzik, a berendezések üzemeltetéséhez, karbantartásához, beállításához és kalibrálásához továbbra is szükség van élő személyzetre. Az üzemeltetést végző, illetve az üzemeltetésre közvetetten hatást gyakorló karbantartói, kivitelezői személyi állomány képzése, valamint az üzemeltetési és karbantartási tevékenységek megbízható és biztonságos elvégzése az egyik legfontosabb elem a kockázatalapú

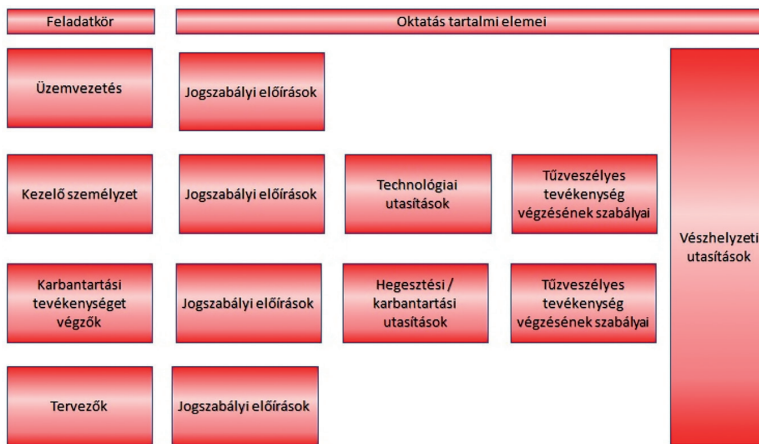
<sup>14</sup> Mesics-Kovács (2016) i. m. 2.



biztonsági irányítási rendszerekben. A folyamatos képzés lehetővé teszi új vagy akár továbbfejlesztett módszerek bevezetését, amelyek segítségével garantálható a létesítmények biztonságos üzemeltetése.<sup>15</sup>

A munkavállalók számára tartandó képzésekről az üzemeltetőnek a kapcsolódó jogszabályok figyelembevételével saját képzési programot szükséges létrehoznia. Ezen képzési tervben szükséges meghatározni, hogy az egyes munkakörök számára milyen oktatások szükségesek, ahogy példaként a 4. ábrán is láthatjuk. Ezen képzések lehetnek elméleti tantermi, illetve olyan gyakorlati oktatások is, ahol adott esetben a munkavégzés helyszínén vagy külön erre a célra kialakított gyakorló létesítményekben sajátíthatják el a biztonságos munkavégzés alapfelételeit. Az oktatások módjától és helyétől függetlenül a cél az, hogy a munkavállalók elsajátítsák azon legalapvetőbb ismereteket, amelyek birtokában elkezdhetik munkájukat, például új belépők biztonságtechnikai oktatása alkalmával. Emellett szükséges továbbképzéseket tartani, ahol az eddigi üzemeltetési, beavatkozási tapasztalataik alapján bővíthetik ismereteiket, vagy olyan új tudásanyagot sajátíthatnak el, amelynek birtokában még komplexebb feladatokat tudnak ellátni. Fontos a képzések vizsgával történő lezárása, hiszen ennek segítségével a dolgozók bebizonyíthatják, hogy megértették a képzést, és alkalmazhatják azt gyakorlati helyzetekben.

A folyamatosan magas szintű emberi teljesítmény kritikus szempont minden folyamatbiztonsági irányítási rendszer szempontjából. Valójában ennek nem megfelelő szintje hátrányosan befolyásolja az üzemeltetés minden szempontját. Megfelelő képzési program és magas szintű munkavégzési teljesítmény nélkül az üzemeltetés nem tud megbizonyosodni arról, hogy a feladatokat következetesen, a minimálisan elfogadott normák szerint, a megfelelő eljárásokkal és a gyakorlatokkal összhangban teljesítik.<sup>16</sup>



4. ábra

*Veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemeltetésében részt vevők körének oktatási tematikájának lehetősége.*

Forrás: Greenberg–Cramer (1991) i. m. alapján a szerző szerkesztése

<sup>15</sup> Mesics–Kovács (2016) i. m. 1.

<sup>16</sup> Mesics–Kovács (2016) i. m. 2.

### 3.3. A közreműködő személyek és alvállalkozók biztonsági teljesítménye

Mint ahogy azt az előbbieken is megismerhettük, az emberi tényező rendkívül fontos a veszélyes létesítmények biztonságos üzemeltetése során. Nincs ez másként akkor sem, amikor nem az üzemeltetésben közvetlenül részt vevő személyekre gondolunk, hanem a különböző karbantartási, beszállítói és egyéb szolgáltatói tevékenységet végző külsős szolgáltató partnerekre. Napjainkban elmondható, hogy az összetettebb, időigényesebb karbantartási, projekt kivitelezési munkákat olyan szerződéses partnerek végzik a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemekben is, akik nem tagjai az üzemeltetői szervezetnek, de tevékenységük lényeges hatással van az adott létesítmény biztonsági teljesítményére. A közreműködő személyek és alvállalkozók biztonsági teljesítménye kapcsán olyan intézkedésekről beszélünk, amelyek biztosítják, hogy ezen személyek is biztonságosan végezzék munkájukat, tevékenységük ne gyakoroljon negatív hatást az üzembiztonságra.

A folyamatos hatékonyságnövelés és költségcsökkentés érdekében az ipari vállalatok széles körben elterjedt módszere a külsős szolgáltató partnerek igénybevétele belső erőforrások felhasználása helyett. Ilyen, a folyamatbiztonságra is hatást gyakorló tevékenységek lehetnek a speciális szaktudást igénylő feladatok ellátása, tervezési munkák, nagyobb eszköz, valamint személyi állományt igénylő kivitelezői munkák elvégzése, nem a vállalat fő tevékenységéhez kapcsolódó, akár technológiai rendszerek üzemeltetése is. A kiszervezéssel arányosan a külsős szolgáltató partnerek tevékenységükkel növelni képesek a működés kockázati szintjét, így ezzel a kérdéssel az üzemeltetőnek kiemelkedően szükséges foglalkoznia. A különböző kockázatcsökkentő eljárások lehetnek a munkaengedélyezési folyamatok létrehozása, a szerződött partnerek rendszeres biztonságtechnikai szempontú ellenőrzése, elméleti és gyakorlati képzések, valamint tájékoztatók tartása a helyszíni munkavégzők számára. Fontos itt is kiemelni a vészhelyzeti reagálási tervek, magatartási szabályok ismertetését is. A folyamatbiztonság ezen eleme nemcsak a külsős partnerek helyszíni tevékenységével foglalkozik, de konkrét elvárásokat támaszt már a szolgáltatást nyújtók kiválasztásának folyamatával, a szerződések megkötésével és biztonsági teljesítményük nyomon követésével szemben is.<sup>17</sup>

Fontos kitérni arra is, hogy a nemzetközi tendenciákkal párhuzamosan hazánkban is jelentős a külsős partnerek igénybevétele a Magyarországon található veszélyes ipari létesítményekben. Korábbi tanulmányokból kiderül, hogy a 2014-től 2016-ig tartó időszakban a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok 16%-ban játszottak közre külső kivitelezői partnerek a rájuk vonatkozó eljárások meglétének hiánya vagy szabálytalan munkavégzés miatt.<sup>18</sup>

### 3.4. Események jelentése és kivizsgálása

Az üzemeltetés, illetve a kivitelezési munkák közben bekövetkezett események jelentése és kivizsgálása az egyik leghatékonyabb módszer a folyamatbiztonság fenntartására.

<sup>17</sup> Mesics-Kovács (2016) i. m. 2.

<sup>18</sup> Mesics (2018) i. m. 2.

Itt nemcsak a ténylegesen bekövetkezett üzemzavarokra, illetve balesetekre kell gondolnunk, hanem az úgynevezett kvázi vagy majdnem bekövetkezett esetekre is. Ezen események alatt azon történéseket érthetjük, amelyek kedvezőtlen körülmények között akár üzemzavarhoz, balesethez is vezethettek volna, azonban ez, az időben való észlelés vagy a gyors reagálás miatt, nem következett be.<sup>19</sup>

Az események kivizsgálásának fő célja az ok és okozati összefüggések feltárása annak érdekében, hogy hasonló események ne következhessek be újra a létesítményben.<sup>20</sup>

Az események belső kivizsgálásának céljából kijelölt vizsgálói csoport vezetőjének olyan személyt célszerű megbízni, aki jártas a hasonló feladatokban, képességei alkalmassá teszik rá, hogy irányítsa a vizsgálói csoportot. Munkájának segítésére olyan szakemberek bevonása szükséges, akik kellő tapasztalattal rendelkeznek a hasonló technológiák üzemeltetésében, folyamatirányítási, munka- és tűzvédelmi tevékenységekben. Érdemes olyan szakembereket is alkalmazni a technológiai folyamatokat érintő kérdések megválaszolásában, akik nem érintettek az eseményben, de gyakorlati tapasztalataik vannak hasonló technológiák működtetésében.<sup>21</sup>

Az összefüggések feltárása után megelőző és javító intézkedések meghatározása szükséges. Fontos, hogy jól definiálható feladatokat határozzanak meg, amelyekhez konkrét személyi felelős és végrehajtási határidő rendelhető. A meghatározott intézkedések megvalósulása kulcskérdés, így azok folyamatos nyomon követése szükséges az eseményt vizsgáló szakemberek által. Végül olyan ismertető jelentés létrehozása is szükséges, amely alkalmas a közreműködő személyzet számára mint oktatási segédlet. Az ismertetés célja szintén a hasonló események elkerülése.

#### 4. Vezetőségi felülvizsgálat és folyamatos fejlődés

Kitekintés IV. – „2001. július 17-én robbanás történt egy leürített kénsav-tároló tartályban az amerikai Delaware város mellett található olajfinomítóban. A tartály javítása során végzett hegesztési munkák alatt a tartály gőzterében megrekedt szénhidrogén származékok begyulladtak. Egy karbantartó dolgozó életét veszítette, nyolc munkavállaló megsebesült. A baleset több tényező összefonódásából származott: a tartály rekonstrukciós munkái alatt fellépő veszélyeket nem azonosították és nem ellenőrizték; a tartályon történt több vizsgálat során feltárt lyukadások javítását nem minden esetben végezték el, halasztották. A tűzveszéllyel járó munkavégzésre feljogosító engedély kiállításakor nem követelték meg a tartály légkörének ellenőrzését annak ellenére, hogy korábban már leállításra került a kivitelezési tevékenység a légkörben jelen lévő mérgező és tűzveszélyes gázok koncentrációjának feldúsulása miatt. A felsorolt okok mindegyike az irányítási rendszer nem megfelelő működésének (a változások kezelése, az eszköz állapota és megbízhatósága, valamint a biztonságos

<sup>19</sup> Mesics Zoltán – Kovács Balázs – Domján Iván: *Útmutató a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok és súlyos balesetek üzemeltetők általi kivizsgálásához*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2018.

<sup>20</sup> Mesics–Kovács–Domján (2018) i. m. 1.

<sup>21</sup> Mesics–Kovács–Domján (2018) i. m. 18.

munkavégzés gyakorlata) következménye, amelyeket a vezetés időben történő észlelése esetén sikerült volna azonosítani és kijavítani.”<sup>22</sup>



5. ábra

*Kénsavtároló állóhengeres tartály maradványai robbanás után a Delaware-ben lévő olajfinomítóban.*

Forrás: U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD: *Investigation Report Refinery Incident*

A veszélyes ipari létesítmények üzemeltetőinek olyan belső megfigyelő rendszereket szükséges működtetniük, amelyek segítségével az elérni kívánt biztonsági célok állapota nyomon követhető. Egyrésztől aktív monitoringrendszerekre gondolhatunk, amely alatt az események elkerülését szolgáló biztonsági célok, kockázatkezelési intézkedések megvalósulását értjük, valamint reaktív monitoringról beszélhetünk, amely a már bekövetkezett meghibásodások, balesetek jelentését és kivizsgálását jelenti. A felülvizsgálatok célja minden esetben annak megállapítása, hogy az irányítási rendszer működése kielégíti-e az üzemeltető által kitűzött célokat. Fontos vizsgálni azt is, hogy a meghatározott biztonsági követelmények és a célkitűzések mennyire vannak összhangban.<sup>23</sup>

A biztonsági kultúra magas szinten tartásának céljából rendszeresen szükséges felülvizsgálni az adott szervezet működését, különösképpen a folyamatbiztonság állapotát. A belső felülvizsgálati folyamatoknak rutinszerűnek kell lennie, időről

<sup>22</sup> Mesics–Kovács–Domján (2018) i. m. 2.

<sup>23</sup> Mesics Zoltán: Biztonsági Irányítási Rendszerek fejlesztése: biztonsági teljesítmény mérés. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 162–192.

időre szükséges meggyőződni arról, hogy a meghozott intézkedések a lehető leghatékonyabban hozzák-e a kívánt biztonsági eredményeket. Az üzemvezetés részéről ezen átvilágítás tölti ki a szakadékat a mindennapos munkavégzés és az időszakosan megtörténő hivatalos ellenőrzések között. A menedzsment által elvégzett belső felülvizsgálat hasonló ahhoz, mint amikor az orvos rutinszerű fizikális kivizsgálást végez el valakin olyankor, amikor betegség vagy életveszélyes állapot jelei nem állnak fent.<sup>24</sup>

1. táblázat

*Fő biztonsági teljesítménymutatók csoportosításának lehetőségei veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek számára.*

Forrás: Mesics Zoltán: Biztonsági Irányítási Rendszerek fejlesztése: biztonsági teljesítmény mérés. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 162–192. alapján a szerző szerkesztése

<b>Fő biztonsági teljesítménymutatók</b>	
<b>„Megelőző” típusú biztonsági teljesítménymutatók:</b>	<b>„Követő” típusú biztonsági teljesítménymutatók:</b>
Műszaki állapot nyomon követés és karbantartás (eset/időegység végrehajtott/tervezett hibás működés száma/vizsgálatok száma)	Biztonság szempontjából kritikus berendezés tartalomvesztése (eset/időegység kikerült mennyiség/időegység)
Személyi erőforrások, kompetenciák, képzés (képzések/időegység végrehajtott/tervezett eredményes vizsga/összes vizsga)	Veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok (eset/időegység)
Technológiai leírások, utasítások, egyéb szabályozók (db/időegység)	Tűz keletkezése (eset/időegység)
Változtatások kezelése (elkészített intézkedések, %)	Biztonsági berendezések, műszerek aktivitása (működésbe lépett berendezések száma/üzemóra)
Létesítmények, folyamatok tervezése, kialakítása, elrendezése (időegység, %)	Nem tervezett termelés kiesések aránya (eset/időegység, %)
Kommunikációs eljárások, útvonalak, eszközök (eset/időegység)	Ismétlődő események száma (eset/időegység)
Munkaengedélyezés, alvállalkozói tevékenység (ellenőrzés, nem megfelelőségek száma/időegység végrehajtott/tervezett)	Nem várt események költsége (HUF/időegység)
Védelmi tervezés, berendezések, intézkedések (eset/időegység)	Működésbe lépett védelmi záruk (db/időegység)
Auditok, vezetői átvizsgálások (eset/időegység, végrehajtott/tervezett, találatok száma/vizsgálatok száma)	Túltöltések számossága (eset/időegység)
Bekövetkezett események kivizsgálása, jelentése (db/ időegység)	Különböző okból bekövetkezett nem tervezett leállások száma (db/időegység)
Üzemvezetés (anyagi ráfordítás, idő/eset)	Elvárt üzemi körülményektől eltérő körülmények közti technológiai folyamatok aránya (eset/időegység, %)

<sup>24</sup> Mesics (2019) i. m. 2.

A biztonsági teljesítmény folyamatos monitorozásának célja az üzemeltetők által működtetett irányítási rendszerek működőképességének és hatékonyságának mérése. Az irányítási rendszerek működésének, a kívánt biztonsági színvonal meglétének ellenőrzésére különböző számszerűsíthető biztonsági teljesítménymutatók alkalmazhatók. Ezen mutatók alkalmazásakor egy hosszabb időszakra vonatkozóan tekinti át az 1. táblázatban látható számszerűsített adatokat, amelyek számszaki alakulásából következtetéseket tud levonni az értékelt irányítási rendszer hatékonyságát illetően. Az említett mutatókon kívül belső önellenőrzéses, illetve külsős auditokkal, vezetői szemlék és bejárások segítségével, a bekövetkezett események kivizsgálásával ellenőrizhető le az adott létesítmény biztonsági színvonala. A teljesítménymérés végső célja a biztonságos üzemeltetés mellett a pénzügyi hatékonyság növelése is, hiszen az eseménymentes működés együtt jár a lehető leghatékonyabb kapacitáskihasználtsággal. A biztonsági teljesítménymutatók használatakor meg kell határozni, hogy az adott szervezet milyen adatokat képes és mely adatokat kíván gyűjteni, illetve elemezni. Az információgyűjtés gyakoriságát és módját szintén vizsgálni szükséges a szervezet lehetőségeihez képest. Az értékelő jelentés megjelenésének gyakoriságát olyan módon szükséges meghatározni, hogy abból egyértelműen látszódjon a folyamatokban bekövetkezett változások iránya és mértéke, az esetlegesen felmerülő javító intézkedésekre legyen elegendő ideje az üzem vezetésének. A vizsgált üzem biztonsági mutatóinak értékeléséből született eredményeknek áttekintése minden esetben szükséges a létesítmény felső vezetése által, hiszen hosszú távú, stratégiai jelentőségű intézkedések meghozatalára nekik van lehetősége. Mindemelett tájékoztató jelleggel az össze foglaló jelentést szükséges minden érintett személlyel ismertetni.<sup>25</sup>

## 5. Következtetések

Publikációm első részében kezdtem meg a technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerének általános alapelveinek ismertetését és elemzését. A most elkészült második részben tovább folytattam a rendszer további lehetőségeinek bemutatását.

A technológiai rendszerek beüzemelési eljárásaihoz kapcsolódóan a biztonságos indítás vagy újraindítással kapcsolatban elmondhatjuk, hogy a létesítmények teljes élettartama alatt a folyamatok kockázatkezelésének egyik lényeges eleme. A veszélyes technológiák üzemeltetőinek minden esetben pontosan szabályozni szükséges, hogy mely eseteken kell elvégezni az újbóli beüzemelés előtti biztonsági szemlék.

Az eseményekre történő felkészüléssel és reagálással kapcsolatban napjainkban már az üzemeltető kézenfekvő kötelessége, hogy az előre felmért veszélyhelyzetek elhárításához, a gyors beavatkozás és a további következmények csökkentéséhez vészhelyzeti reagálási tervet készítsen. A bemutatott eseményekkel kapcsolatban is kiderült, hogy bármely esemény következményei jelentősen csökkenthetők hatékony vészhelyzeti tervezéssel és gyors reagálással. A káreseményekre való eredményes felkészülés érdekében a három leglényegesebb feladatra szükséges összepontosítani:

<sup>25</sup> Mesics (2019) i. m. 22.

az emberi élet védelmére, a hatékony reagálási képességre, valamint az érintett felekkel történő hatékony kapcsolattartás.

Az üzemeltetést végzők, valamint az üzemeltetésre közvetetten hatást gyakorló kivitelezői állomány képzése, illetve az üzemeltetési, karbantartási tevékenységek megbízható és biztonságos színvonalon történő elvégzése szintén fontos elem a kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerekben. Elmondhatjuk, hogy a folyamatosan magas szintű emberi teljesítmény kritikus szempont a biztonságos üzemeltetés szempontjából. A közreműködő személyek és alvállalkozók biztonsági teljesítménye kapcsán olyan intézkedéseket elemeztem, amelyek biztosítják, hogy ezen személyek is biztonságosan végezzék munkájukat, tevékenységük ne gyakoroljon negatív hatást az üzembiztonságra.

Az események kivizsgálásánál az egyik fő cél az ok és okozati összefüggések feltárása, a második fő feladat pedig megelőző és javító intézkedések meghatározása annak érdekében, hogy hasonló események ne következheszenek be újra a létesítményben.

A veszélyes ipari létesítmények üzemeltetőinek olyan belső megfigyelő rendszereket szükséges működtetnie, amelyek segítségével az elérni kívánt biztonsági célok állapota nyomon követhető. Egyrésztől aktív monitoringrendszerekre gondolhatunk, valamint reaktív monitoringról beszélhetünk. A belső felülvizsgálatok célja minden esetben annak megállapítása, hogy az irányítási rendszer működése kielégíti-e az üzemeltető által kitűzött célokat.

Az általam ismertetett elvek és feladatok segítségével biztosítható az ipari létesítmények folyamatbiztonsági eseményektől mentes üzemeltetése, valamint eredményesen kerülhetők el a veszélyes anyagokkal kapcsolatos ipari balesetek. A technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerének vizsgálata után elmondható, hogy a rendszert kidolgozók ajánlásainak és előírásainak követeésével jelentősen csökkenthető a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek működésének kockázatai. A fenti eljárások célja kell hogy legyen csökkenteni az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek és létesítmények mind épített, mind természeti környezetünkre gyakorolt károsító hatásait.

## Felhasznált irodalom

Bassing, Tom: The Texas City Disaster. *The Daily News*, 2017. 07. 15. Online: [www.galvnews.com/news/specialreports/free/article\\_7c123c13-4053-57ba-98a5-65ff9373d7c1.html](http://www.galvnews.com/news/specialreports/free/article_7c123c13-4053-57ba-98a5-65ff9373d7c1.html)

Beirut explosion: Before-and-after images. *BBC News*, 2020. augusztus 20. Online: [www.bbc.com/news/world-middle-east-53680772](http://www.bbc.com/news/world-middle-east-53680772)

Beirut explosion: What we know so far. *BBC News*, 2020. augusztus 11. Online: [www.bbc.com/news/world-middle-east-53668493](http://www.bbc.com/news/world-middle-east-53668493)

CCPS: *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Wiley-Interscience, 2007.

Dobor József: Vegyi veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül. *Hadmérnök*, 12. (2017), „KÖFOP” szám. Online: [www.hadmernok.hu/170kofop\\_01\\_dobor.pdf](http://www.hadmernok.hu/170kofop_01_dobor.pdf)

- Greenberg, Harris R. – Joseph J. Cramer: *Risk assessment and risk management for the chemical process industry*. Wiley, 1991.
- Mesics Zoltán – Kátai-Urbán Lajos: Biztonsági Irányítási rendszer értékelése. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 99–107. Online: [http://hadmernok.hu/151\\_09\\_mesicsz\\_kul\\_1.pdf](http://hadmernok.hu/151_09_mesicsz_kul_1.pdf)
- Mesics Zoltán – Kovács Balázs – Domján Iván: *Útmutató a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok és súlyos balesetek üzemeltetők általi kivizsgálásához*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2018. Online: <https://katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2019-12/67603.pdf>
- Mesics Zoltán – Kovács Balázs: Új jogi szabályozási követelmények a Biztonsági Irányítási rendszerekkel kapcsolatban. *Védelem Tudomány*, 1. (2016), 2. 620–644. Online: [www.vedelemtudomany.hu/articles/10-mesics-kovacs.pdf](http://www.vedelemtudomany.hu/articles/10-mesics-kovacs.pdf)
- Mesics Zoltán: A biztonsági irányítási rendszerek hatékonyságának fejlesztése: karbantartások kivitelezése és alvállalkozók kezelése. *Bólyai Szemle*, 27. (2018), 2.
- Mesics Zoltán: Biztonsági Irányítási Rendszerek fejlesztése: biztonsági teljesítmény mérés. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 162–192. Online: <http://vedelemtudomany.hu/articles/08-Mesics.pdf>
- Pátzay György – Dobor József: *Ipari Tevékenységekből eredő veszélyforrások és elhárításuk*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, 2016.
- U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD: *Investigation Report Refinery Incident*. Online: <https://www.csb.gov/motiva-enterprises-sulfuric-acid-tank-explosion/>



Tóth András,<sup>1</sup> Siposné Kecskeméthy Klára,<sup>2</sup>  
Endrődi István<sup>3</sup>

## A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 2. rész

### Disasters in the Hungarian Hydrocarbon Industry, their Lessons Learned and Ways of Prevention, Part II

A tanulmány második részében a szerzők rámutatnak arra, hogy a szénhidrogénipari üzemek a rájuk jellemző „fokozott tűz- vagy robbanásveszély” miatt a katasztrófavédelem kiemelt területének számítanak. A szénhidrogén-feldolgozás során az üzemekben előforduló balesetek nem múlnak el nyomtalanul, a környezetre, a technológiára és a működtetőkre egyaránt nagy hatást gyakorolnak. A szerzők véleményét a feldolgozott események megerősítik a tekintetben, hogy a nagyobb ipari katasztrófák elkerüléséhez a hatóságoknak, a fejlesztőknek és az üzemeltetőknek közösen, a korábbi események tanulságait felhasználva a felkészülés és a megelőzés komplex módozatainak fejlesztésével mindig egy gondolattal a káresetek bekövetkezése előtt kell járniuk.

**Kulcsszavak:** katasztrófavédelem, szénhidrogénipar, kőolaj- és földgázkitörés, ipari katasztrófák, megelőzés

In the second part of the study the authors show that because of the high fire and explosion danger in hydrocarbon-processing plants, it is an emphasised area of disaster management. The accidents that happen during petroleum mining and in the

<sup>1</sup> Nemzeti Közszerológálati Egyetem, doktorandusz, e-mail: andras.toth@katved.gov.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7365-6620>

<sup>2</sup> Nemzeti Közszerológálati Egyetem, egyetemi tanár, e-mail: siposne.kecsekemethy.klara@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4150-7823>

<sup>3</sup> Nemzeti Közszerológálati Egyetem, egyetemi docens, e-mail: endrodi.istvan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3376-1389>

plants do not elapse without a trace, they leave a great impact on the environment, the technology, and the operation. The authors' opinions are strengthened based on the examined cases concerning that in order to avoid bigger industrial disasters the authorities, the developers, and the operators together should always be one step ahead of the occurrence of disasters, using what they have learned from earlier accidents, and improving the complex methods of preparation and prevention.

**Keywords:** disaster management, hydrocarbon industry, petroleum and natural gas eruption, industrial accidents, prevention

## 1. Tartályrobbanások, tartálytüzek

A cikksorozat második részében a szénhidrogénipari balesetek adatbázisában rögzített tartályrobbanásokkal, tüzesetekkel folytatjuk a sort. Az események egy része keletkezési ok szerint természeti eredetű, például villámcsapás, de a legfőbb ok a technológiai fegyelem megsértése, emberi mulasztás, felelőtlenség, túlkapás, ami sokszor a hatalmas kárérték mellett sérülést és halált okozott a szénhidrogén-tárolás és -feldolgozás során.

### *1956, Ormándlak*

Halálos áldozattal járó tárolótartály-robbanás történt 1956. augusztus elején. A Zala megyei Ormándlak mellett, a 6-os tankállomáson, egy félig telt kőolajtartály tetején rendelték el hegesztési munkálatokat. Egy tapasztalt olajipari hegesztő tartályrobbanásra hivatkozva megtagadta a munkát, letartóztatták. A 18 éves fiatal hegesztő nem mert ellenkezni, az utasítás alapján megkezdte a tartály hegesztését, amely felrobbant, halálát okozva. A hegesztősegéd súlyosan megsérült.<sup>4</sup>

### *1969, Répcelak*

A Szénsavtermelő Vállalat répcelaki telepén 1969. január 2-án 14 óra 23 perckor bekövetkezett a szén-dioxidot tároló tartály robbanása, ami a magyar olajipar egyik legsúlyosabb következményekkel járó, kilenc ember halálát követelő műszaki balesete. Hatan súlyosan, tizennégyen könnyebben sérültek. Szén-dioxid töltése közben, a nem megfelelő anyagból készült „C” jelű tartály robbant fel, amelynek a bűvönnyílás palástjában hengerelési (anyag-) hiba volt, és repedéseket idézett elő a túlzott próbanyomás. A robbanás a tartály anyagának ridegtörése miatt következett be.<sup>5</sup> A baleset rámutatott arra, hogy elengedhetetlen a hegesztők egységes képzési rendszerének kidolgozása és jogszabályi keretek közötti rendezése. Akkor megalakult Hegesztő

<sup>4</sup> Jáni János: *A nyugdíjas gellénházi olajipari szakember visszaemlékezése a gáz és tartályrobbanásra*. Készült Jáni János és Tóth András telefonos megbeszélése alapján, feljegyzés, Zalaegerszeg, 2019. szeptember 18.

<sup>5</sup> Kurucz István: *Indulatok nélkül. A répcelaki robbanásról*. Zalaegerszeg, Magyar Olajipari Múzeum Közleményei, 2009. 188.

Minősítő Bizottság, amelynek titkársági feladatait és szakmai irányítását a Gépipari Technológiai Intézet Hegesztési Szakosztálya látta el.<sup>6</sup>

A hasonló balesetek megelőzésének egyik módozata az ipari üzemek kitelepítése a városközpontból, ezért megvizsgáltuk Répcelak településrendezési tervét. Kitűnt, hogy az ipari, gazdasági övezet kialakítása, fejlesztése nehezen valósítható meg. A város történetileg kialakult jelentős üzemei közül a LINDE-LISS Kft. feltárási útja új fejlesztési területként jelenik meg, amely a jelenleg fásított zöldterület, valamint a vasúti átjárótól délkeletre fekvő terület egy része. A Répcelak 86-os főút – M86-os gyorsforgalmi út közötti rész és az ipari-gazdasági terület összekapcsolása a város déli lakóövezetének tehermentesítését, valamint biztonságát szolgálná a közúton szállított szén-dioxid, nitrogén gázok esetében.<sup>7</sup>

### 1979, Százhalombatta

A Dunai Kőolajipari Vállalat (a továbbiakban: DKV) bitumentöltő parkjában az 559. sz. bitumentartályban 1979. július 11-én robbanás történt. A leürítés után a maradék bitumen túlhevült. A 420 m<sup>3</sup>-es útépítő bitumentartályból a kiszállítást követően a bitumen szintje a beépített hőmérő érzékelője alá csökkent, így a maradék 50 tonna bitumen hőmérsékletét nem lehetett ellenőrizni, túlhevült. A tartályban felgyülemlett éghető gőzök a bitumenszint csökkenésekor beszívott levegővel keveredve öngyulladásba mentek át és robbanásszerűen elégttek. A tartály palástja a fenéklemezről leszakadt, az égő bitumen a tartály védőudvarba ömlött, és kb. 600 m<sup>2</sup> területen szétfolyt, veszélyeztetve a többi tele tartályt, a technológiai vezetéseket. A robbanáskor felszakadt tető bűvönnyílásán és mérőnyílásán fáklyaszerű égés jött létre.

### 1982, Százhalombatta

1982. május 29-én 8 óra 28 perckor villámcsapás érte a DKV felső tárolójának területén álló, 2014-es jelű, 2000 köbméteres, állóhengeres, merevtetős, toluolt tartalmazó tartályt, amely közös védőgödörben állt egy azonos nagyságú gázbontó benzint<sup>8</sup> tartalmazó másik tartállyal. A tartály felrobbant, teteje körülbelül 55 méter távolságra repült, s körülbelül 1500 négyzetméter területen égett a tartályban lévő és a védőgödörbe kifolyt toluol. Az elrepült tartálytető megrongálta a 2013-as jelű tartályt, annak teteje félig a tartályba lógott, és égett az ott tárolt gázbontó benzin is. A tüzeset során elégett 86 tonna toluol, 133 tonna gázbontó benzin. A szabvány előírása szerint a villámcsapás nem okozhatott volna tüzet. A vállalatnál kialakult és eltűrt gyakorlat szerint a tartályokon valamilyen tetőnyílást szabadon hagytak,

<sup>6</sup> Tóth András – Muhoray Árpád – Pellérdi Rezső: Magyarország jelentősebb ipari katasztrófái a veszélyhelyzet tervezés és kezelés szempontjából. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29. (2019), 2. 21–39.

<sup>7</sup> BFH Európa Kft.: *Répcelak Város Településfejlesztési Konceptiója*. 2015.

<sup>8</sup> Városi gáz előállításához használt benzin. Fajtái: nehéz és könnyű gázbontó benzin. A könnyű gázbontó benzin lobbanáspontja [40–130 °C]. Régen, a földgáz nélküli városokba, például Sopronba vasúton tartálykocsikban juttatták el a benzint, és a bontásával állítottak elő gázt, a „városi” gázt.

mert a légzőszelepek beszorulása esetén a kialakult vákuum megrongálja a tartálylemez. A leszakadt tetőfedélen is bizonyíthatóan nyitva volt a mérő- és búvónyílás.<sup>9</sup>

### 2010, Csepel

A bázistelepen tartálytisztítási és karbantartási munkálatok közben robbanás történt az 5002-es jelű tartályban, anyagmaradék-eltávolítási művelet közben. A munkálatokat egy alvállalkozó kivitelező cége, annak munkatársai végezték. A tisztítás során a szükséges védőfelszereléseket használták, a tartályban dolgozó munkatárs levegőellátását a szabályok szerint oxigénpalackkal biztosították, valamint a megfelelő létszámú külső szakmai felügyelet is biztosított volt. A robbanást sztatikus feltöltődés vagy nem megfelelő munkaeszköz okozta szikraképződés idézte elő. A tűz oltását a létesítményi és hivatásos tűzoltóság rövid idő alatt befejezte.<sup>10</sup>

### 2012, Zalaegerszeg

A Zalai Finomító T-1006 és T-506 jelű késztermék bitumentároló tartályokban bekövetkezett tüzesetek alapvető oka technológiai mulasztás volt, amelynek következtében levegő került a tartályokba, és a ~200 °C hőmérsékletű bitumen fölötti gáz-gőztér berobbant, és tűz keletkezett. A gyulladást elősegítette a tartályfedelekre és oldalfalakra kirakódott piroforos kokszevonat. A levegő (oxigén) bejutása a T-1006 jelű tartályba nagy valószínűséggel a tartály oldalának aljáról elbontott és eltávolított mechanikus keverőberendezés helyén nyitva maradt lyukon történt. A tartály javítás utáni beüzemelése során nem gondoskodtak a bejutott levegő kiszorításáról. A T-506 jelű tartálynál a T-1006 robbanását követő technológiai utasítás módosítás következtében a nyitott mérő- és búvónyíláson beáramló levegő miatt nem érvényesült a zárt inertizált<sup>11</sup> rendszerben a nitrogéngáz tűzmegeelőző szerepe.<sup>12</sup>

### 2018, Zalaegerszeg

A Zalai Finomító területén telephellyel rendelkező vállalkozás bitumen tárolására szolgáló tartályát túltöltötték, amely következtében 5-6 m<sup>3</sup> bitumen végigfolyt a tartály palástján, majd az alumíniumlemez szerelvénydoboz szigetelésénél meggyulladt, égett. A szigetelés alá befolyt bitumenben az ott akumulálódott hó hatására termikus bomlási reakció ment végbe, éghető gázok, gőzök szabadultak fel, metán,

<sup>9</sup> Kiss Imre: Tartályégetés Százhalombattán. *Tűzoltó Múzeum Tűzvédelem*, (1982), 8. 10–11.

<sup>10</sup> Mol Médiaszoba: *Baleset a MOL csepeli bázistelepén*. 2010.

<sup>11</sup> Az oxidáció, tűz és robbanásveszély elleni védelem, semleges gázokkal.

<sup>12</sup> Tóth András: A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tüzesetek vizsgálata – I. rész. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 217–229.; Tóth András: A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tüzesetek vizsgálata – II. rész. *Hadmérnök*, 14. (2019), 1. 220–230.

etán, etilén, propán, i-bután, i-pentán. A felszabadult éghető gázok a szigetelés alatt túlmelegedtek és belobbantak.<sup>13</sup>

1. táblázat

A szénhidrogén-káresek adatbázisából a tartályrobbanási tüzesetek lekérdezése.

Forrás: Tóth András 2020

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. 01.	Tartály-robbanás	Répcelak	Szénavtermelő Vállalat telepén folyékony széndioxidos tárolótartály	Hegesztési varrat melletti ridegtörés		6+13	9
30	1974. 08. 22.	Tartályégés	Százhalombatta	Százhalombatta DKV 20 000 m <sup>3</sup> -es úszótetős nyersolajtartály	Villámcsapás			
33	1979. 07. 11.	Tartály-robbanás	Százhalombatta	DKV bitumentöltő parkjában az 559 sz. bitumentartály	A leürítés után a maradék bitumen túlhevült	191 327 Ft		
35	1982. 05. 29.	Tartály-robbanás	Százhalombatta	Felső tároló területén álló, 2014-es jelű 2000 m <sup>3</sup> -es toluoltartály	Villámcsapás	5,6 M Ft		
36	1982. 06. 09.	Tócsatűz	Tiszaújváros	Tiszai Finomító 60.002-es számú tartály	Leszakadt keverőmotor szikrája		-	-
43	1985. 05. 08.	Tartályégés	Százhalombatta	Dunai Kőolajipari Vállalat	Villámcsapás			
46	1986. 05. 28.	Tócsatűz	Százhalombatta	Dunai Kőolajipari Vállalat benzinfrafrakció üzem	Refluxszivattyú hibája			
51	1997. 04. 30.	Tüzeset	Százhalombatta	Dunai Finomító 5 helyszínen 3 tüzeset	Áramkimaradás			
61	2004. 04. 18.	Tócsatűz	Százhalombatta	Dunai Finomító AV-3 üzem	Tömítési hiba			
63	2006. 11. 20.	Tartály-robbanás	Komárom	Tartálytisztítás közben egy 2000 köbméteres oszloptartály	Szabálytalan munkavégzés		1+1	
64	2012. 02. 02.	Tartály-robbanás	Tiszaújváros	OKT-10001 szennyvíztároló tartály palástjának felhasadása	Ismeretlen			
65	2010. 03. 25.	Tartály-robbanás	Csepel	A MOL üzemanyag-tároló telepén egy 5000 m <sup>3</sup> -es benzintartály	Szabálytalan munkavégzés		-	1
69	2016. 03. 17.	Szigetelés begyulladása	Komárom	Komárom Telep 5014 jelű tartálya úszótető-szigetelésének begyulladás	A tömítés lecsúszása okozta			

<sup>13</sup> Pátzay György: A tűzvizsgálat során feltárt bizonyítékok értékelése, a tűzkezeléssel kapcsolatos események elemzése, a lehetséges tűzkezelési okok megnevezése. Készült: Pátzay György és Tóth András e-mailben történt konzultációja alapján, feljegyzés, 2018.

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Anyagi kár	Sérült	Elhunyt
70	2018. 07. 09.	Tartály szigetelése égett	Zalaegerszeg	Zalai Finomító területén telephellyel rendelkező vállalkozás területén	Tartálytúltöltés			
71	2018. 11. 20.	Tűzeset	Nagyhegyes	Magyar Földgáztároló Zrt. földalatti gáztároló üzem	Technológiai meghibásodás			

## 2. Gázrobbanás, vezetékhasadás

Ez a fejezet a feldolgozás és a szénhidrogéntermékek szállításának baleseteit foglalja össze. A szénhidrogéntermékek, halamazállapottól független legbiztonságosabb módja a vezetékes szállítás. Két jelentősebb esemény történt a feldolgozott időszakban.

### 1968, Százhalombatta

1968. október 16-án a DKV AV-II. desztillációs üzemében a sikeresen lefolytatott próbaüzem után, a leállást követő üzemindításkor, a barometrikus kondenzátoron keresztül szabadba jutó könnyű szénhidrogéngázok a csökemencét elérve belobbantak, két személy súlyos égési sérülést szenvedett. A segítségükre siettek a szakemberek és a vállalati tűzoltók, de egy újabb gázrobbanás következett be, amelyet folyamatos égés követett. 16 fő súlyos sérüléseket szenvedett, később 8 fő elhunyt. A káresetet követően került sor a szénhidrogén-koncentrációt érzékelő és azt jelző eszközök kiépítésére és a csökemencék gőzfüggönyvel történő leválasztására.<sup>14</sup>

### 2019, Püspökladány külterülete

2019. november 18-án vezetékhasadás történt hajnalban egy gázfogadó állomásnál Püspökladány külterületén, a 42-es főút közelében. A kiáramló gáz meggyulladt, és nagy lánggal égett. A tűz a környező nádasra is áttért, az foltokban égett. A káresethez a püspökladányi, a debreceni, a hajdúszoboszlói, a karcagi és a berettyóújfalui hivatásos tűzoltók vonultak nagy erővel. A munkálatokat a katasztrófavédelmi műveleti szolgálat irányította. A sérült vezetéket elzárták, a lángok mérete, kiterjedése ennek hatására csökkent, majd megszűnt. A tűz nemcsak a környező növényzetre terjedt át, hanem körbálák is meggyulladtak. A katasztrófavédelmi mobil labor folyamatosan mérte a gázkoncentrációt. A tűzoltók és gázszolgáltató szakemberei a sérült gázvezeték mellett a másik vezetéket is megvizsgálták, hogy nem sérült-e meg.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Vincze István – Gyollai József: *Tanulmány a százhalombattai DKV. 2 Mt/év. ÁV. Desztillációs üzem területén 1968. október 16-án 9:46-kor keletkezett tüzesetről.* Tűzoltó Múzeum, 1968. 1–13.

<sup>15</sup> Papp-Kunkli Nóra: *Vezetékhasadás történt Püspökladány külterületén.* 2019. november 18.

A FGSZ Zrt. (a továbbiakban: Társaság) által elrendelt vizsgálat eredményei szerint a vezeték fő meghibásodási okai elsősorban a nyolcvanas években történt kivitelezés minőségére vezethetők vissza. A vizsgálati eredményekre alapozva a Társaság megtette a szükséges intézkedéseket a soron kívüli felülvizsgálat eljárásrendjének kidolgozására és lefolytatására. Ennek részeként a Társaság beazonosította és feltárta a meghibásodott vezeték kritikus szakaszait, az ott található hegesztési körvarratok roncsolásmentes anyagvizsgálatát elvégezte, és azt kompozit bilinccsel megerősítette. Emellett a Társaság elrendelte a teljes nagy nyomású földgázvezeték-rendszerre vonatkozóan a jelenleg használt vezetékdiagnosztikai eljárások körének felülvizsgálatát és azok nemzetközi szabványokon és tapasztalatokon alapuló kibővítését, valamint az építés, szerelés követelményeire vonatkozó, további szigorító műszaki előírások azonnali bevezetését. A baleset ráirányította a figyelmet arra, milyen fontos szerepe van a vezeték környezetében a jogszabály által előírt és megkövetelt biztonsági övezetnek – amelyen belül tilos többek között az építési, tűzrakási tevékenység, a vezeték állapotát veszélyeztető maró- és tűzveszélyes szerek kiöntése vagy kiszórása és anyagok lerakása –, hiszen főként ennek a biztonsági övezetnek volt köszönhető, hogy nem keletkezett nagyobb kár a sérült vezeték közvetlen környezetében. A lakosság védelme érdekében a Társaság újra felülvizsgálja a biztonsági övezetekre vonatkozó jogszabályok betartását a teljes magyarországi nagy nyomású földgázvezeték rendszer mentén. A vizsgálat a szabálytalanságok feltárását és megszüntetését célozza, ezáltal is növelve a biztonságot.<sup>16</sup>

### 3. A megelőzés és a rendkívüli események kezelése

#### *Dolgozz hibátlanul!*

A megelőzés fontos részeként az olajiparban már 1971-ben felmerült a dolgozz hibátlanul (DH) munkarendszer bevezetésének és alkalmazásának gondolata. Alkalmazásának feltételei: a vezetők és beosztottak oktatása, a meglévő hibák és hibaforrások feltárása, a rendszer alkalmazásához szükséges személyek és eszközök és megfelelő ösztönzési rendszer. Az első évben 280 hibajelzés, javaslat érkezett, az ötödik év végére a szám 1777-re emelkedett. Az anyag- és energiamegtakarítás jelentős, az ötletgazdáknak magas jutalom került kifizetésre.<sup>17</sup>

#### *Aarhusi egyezmény<sup>18</sup>*

Mógor Judit már a 2010-es értekezésében rávilágított arra, hogy az Aarhusi Egyezmény és a 2003/4/EK irányelvhez kapcsolódó 2001. évi LXXXI. törvény végrehajtásának záloga az Egyezmény környezeti joghoz kapcsolódó jogszabályokba történő átültetése lesz, ami elsősorban a különböző környezetvédelmi eljárások normáit, továbbá egyes katasztrófavédelmi engedélyezési szabályokat jelenti.

<sup>16</sup> FGSZ Zrt.: *Lezárult a vizsgálat a tavaly novemberben bekövetkezett püspökladányi földgázvezetéken keletkezett tűzel kapcsolatban.* 2020.

<sup>17</sup> *Ötven éves a magyar kőolaj- és földgázbányászat.* Nagyalföldi Kőolaj és Földgáztermelő Vállalat Nyomda Üzem, 1987.

<sup>18</sup> Egyezmény a környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban történő részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról.

Úgy gondolta, hogy a súlyos ipari balesetek elleni védekezéshez kapcsolódó eljárásokban is alkalmazni kell az Egyezmény előírásait, vagyis a felsorolt tevékenységek engedélyezési eljárása során hozandó döntésekben a „Részes Felek” betartják a nyilvánosság részvételére vonatkozó szabályokat. A tevékenységek listájában ott szerepeltek az ásványolaj- és gázfinomítók, a kereskedelmi célú nyersolaj- és földgáz-kivétel, az olaj, petrokémiai vagy vegyi termékek tárolására alkalmas létesítmények.

Véleménye szerint, a felsorolt szénhidrogénipari tevékenységek során alkalmazott veszélyes anyagok megalapozzák a létesítmények a korábbi Seveso II. irányelv, valamint Ipari Baleseti ENSZ EGB Egyezmény magyarországi végrehajtását biztosító hazai jogszabályok hatálya alá tartozást, tehát a veszélyes ipari üzemekkel kapcsolatos hatósági eljárásokban érvényesíteni kell az Aarhusi Egyezmény előírásait.<sup>19</sup>

#### *A rendkívüli események kezelése*

Az innovációért és technológiáért felelős miniszter 39/2019. (X. 31.) utasítása szabályozza a rendkívüli események kezelésének rendjét, amely meghatározza a kormányügyeleti rendszer minisztériumi feladatait. Az utasítás többek között meghatározza a rendkívüli esemény fogalmát az országot és a lakosságot érintő, az 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 négy halálesettel vagy súlyos sérüléssel vagy nagymérvű környezeti károkozással járó: kútkitörés (gáz, kőolaj, CO<sub>2</sub>), földgáztároló-sérülés, szállítóvezeték-sérülés, -robbanás;
- gázszolgáltatás területén Pb-töltőüzem, elosztó vezeték, illetve gázátadó-gázfogadó állomáson egyidejűleg legalább négy halálesettel vagy súlyos sérüléssel járó szivárgás, vagy robbanás.<sup>20</sup>

## **4. A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet megelőzéssel kapcsolatos irányelvei**

A korábbi elavult szabályozó rendszerek EU-normáknak való megfeleltetése az elmúlt évtizedek során Magyarországon is megtörtént. A SEVESO I. – SEVESO III. irányelvek alapján a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek szabályozásában meghatározott alapelvek az Európai Unió országaiban az ipari és környezeti biztonság egyik alapidokumentumává vált. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos

<sup>19</sup> Mógor Judit: *A lakossági tájékoztatás és a nyilvánosság biztosításának kutatása a súlyos ipari balesetek elleni védekezésben*. Doktori értekezés, Budapest, ZMNE, KMDI, 2010. 133.

<sup>20</sup> Az innovációért és a technológiáért felelős miniszter 39/2019. (X. 31.) ITM utasítása a kormányzatügyeleti rendszer minisztériumi feladatainak meghatározásáról, 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.



balesetek megelőzésére vonatkozó, a katasztrófák kezelésére szerveződött intézmények tevékenységét szorosan érintik a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (Organization for Economic Co-operation and Development, a továbbiakban: OECD) idevonatkozó irányelvei. Az OECD egy kormányközi szervezet, amelyben 38 észak- és dél-amerikai, európai és ázsiai és csendes-óceáni térség iparosodott országának képviselői, valamint az Európai Bizottság tagjai találkoznak, együttműködnek, és harmonizálják az aktuális szakpolitikákat, irányelveket. Megvitatják a kölcsönös érdeklődésre számot tartó kérdéseket, és együttműködnek a nemzetközi problémák megoldása érdekében. Az OECD munkájának nagy részét több mint 200 speciális bizottság és munkacsoport végzi, amelyek a tagországok képviselőiből állnak. Az OECD speciális státusú országok és az érdekelt nemzetközi szervezetek megfigyelői vesznek részt az OECD számos műhelyén és egyéb találkozóin. A bizottságokat és munkacsoportokat az OECD Titkársága látja el, amely Párizsban található, Franciaországban, és igazgatóságokra és osztályokra tagolódik, Magyarország 1996 óta tagja.

### *Felkészültség*

Fontos megemlíteni az OECD 2018. évi 30-as számú kiadványában rögzített, a szénhidrogén-feldolgozás során alkalmazható kémiai balesetek megelőzésével kapcsolatos munkacsoportjának fő következtetéseit a kémiai balesetek megelőzésére, a felkészültségre és a reagálásra vonatkozó rendeletek lehetséges előnyeinek meghatározására. A 8-as pont szerint a vegyi balesetek megelőzésére, felkészültségére és reagálására vonatkozó rendeletek elsődleges célja a balesetek megelőzése és a bekövetkező balesetek hatásainak csökkentése, ami magában foglalja a veszélyhelyzethez kapcsolódó kockázatkezelési terveket a veszélyeztetett üzemek és a lakosság számára. A kockázatkezelési tervek alapján elkerült védekezés költségei haszonként lépnek fel. Idetartoznak a számszerűsíthető adatok és a minőséget jelző adatok. A munkacsoport kihangsúlyozta, hogy a felmerülő költségek, előnyök és a „haszon” leírása és értékelése segíthet a döntéshozatal szabályozásában és az irányelvek kidolgozásában. Segítené megérteni a balesetek negatív gazdasági hatását az országoknak és az ipar számára. A felkészültség olyan intézkedésekre összpontosít, amelyek lehetővé teszik a balesetek megfelelő reagálását. Példa erre a balesetekre való felkészülési tervek kidolgozása, a korai előre jelző intézkedések, a nyilvánossággal való kommunikáció és a vészhelyzeti gyakorlatok.<sup>21</sup>

### *A megelőzés és ellenőrzés rendelkezésre álló legjobb technikái*

Az OECD 2019-es Környezetvédelmi Főigazgatóság vegyi anyagokkal kapcsolatos ülésén a rendelkezésre álló legjobb technikák (Best Available Techniques, a továbbiakban: BAT)<sup>22</sup> az ipari szennyezés megelőzése és ellenőrzése hatékonyságmérés házirendjét vizsgálta a 3. számú cselekvési tervében. Az ipari szennyezés megelőzésével

<sup>21</sup> 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. No. 30. Paris, 2018. Environment Directorate OECD.

<sup>22</sup> Best Available Techniques – Elérhető legjobb fogások, technikák, beleértve a technológiát, a tervezést, karbantartást, üzemeltetést és felszámolást, amelyek elfogadható műszaki és gazdasági feltételek mellett gyakorlatban alkalmazhatók, és a leghatékonyabbak a környezet egészének magas szintű védelme szempontjából.

és csökkentésével kapcsolatos irányelvek jelentős környezeti, pénzügyi és emberi egészségi előnyökkel járhatnak. Egyre több ország használja a rendelkezésre álló BAT-ot az ipari kibocsátási szintek megállapításához, amelyek bizonyítékokon és több érdekelt fél közötti párbeszédre alapulnak. A BAT-irányelvek megbízható eszközök a világ legszennyezőbb iparágainak kibocsátásának megakadályozására vagy csökkentésére. Ezenkívül eszközként szolgálnak az ipari tevékenységek környezeti hatásainak szélesebb körű kezelésére, például kiigazított erőforrás-felhasználás, hulladékkezelés, mérgező anyagok helyettesítése és a továbbfejlesztett gyártási folyamatok révén, miközben minimalizálják azokat a hatásokat, amelyek akadályozhatják a normál működést.

A BAT-alapú irányelvek hatékonyságának értékelése elengedhetetlen azok hatásának erősítéséhez és a jövőbeni irányelvek kialakításához. Ennek hiányában a kormányok időt és forrásokat pazarolnak a nem hatékony környezetvédelmi irányelvek végrehajtására. A BAT-irányelvek hatásainak megértése és értékelése révén a kormányok tájékozódhatnak és kidolgozhatnak testreszabott, hatékonyabb kibocsátási határértékeket az ipari létesítmények engedélyében. Az értékelési gyakorlat megkönnyítheti a kulcsfontosságú érdekelt felekkel és a nyilvánossággal folytatott fokozott 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 testreszabottabb BAT és 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.<sup>23</sup>

## 5. A rendelkezésre álló legjobb technikák alkalmazása a szénhidrogéniparban

A feltárt káresemények óriási hatást gyakoroltak környezetükre, gondoljunk az elsúlygyedtt berendezésekre, a kitörések során a környező mezőre épületekre szóródott olajos földre, a területre kifolyt olajra, a légkörbe szökő gázra, a fekete füsttel égő olajtartályokra stb. A szénhidrogéniparral kapcsolatos környezetvédelmi elvárásokat a 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás foglalja össze. Példaként megvizsgáltuk a Csongrád Megyei Kormányhivatal által kiadott egységes környezethasználati engedélyt a Szanki Földgázüzem-Dúsító földgázkitermelés éves tevékenység folytatásához. A Szank Földgázüzem-Dúsítóban folyó tevékenység BAT szerinti értékelését a 314/2005 (XII. 25.) Korm. rendelet szerint végezte el az engedéllyel rendelkező. Az alkalmazott technológia és a hozzá kapcsolódó tevékenységek BAT szerinti megítélése az Európai Bizottság által kiadott: „A környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése;

<sup>23</sup> 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: Measuring the Effectiveness of BAT Policies Organisation for Economic Co-operation and Development. ENV/JM/MONO (2019) 21, 2019. június 07.

*Összefoglaló Referencia dokumentum a tárolásból eredő kibocsátásokhoz kapcsolódóan elérhető legjobb technikákról*<sup>24</sup> című dokumentum kőolaj- és gázfinomítókra vonatkozó megállapításai (STO,<sup>24</sup> 2005. január), valamint a hazai sajátosságok figyelembevételével és a hatályos jogszabályok alapján történt. A vertikális elemzés során a szintén a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium által készített *Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához az energiahatékonyság terén* (ENE,<sup>25</sup> 2008. július), valamint az Európai Bizottság által kiadott Referenciadokumentum a monitoring általános alapelveiről (MON,<sup>26</sup> 2003. július) megállapításait vették figyelembe. A MOL Nyrt. tevékenységének szabályozására bevezetett, működtetett és folyamatosan fejlesztett szabványos irányítási rendszerek: minőségirányítási rendszer (MIR); ISO 9001:2008; energiairányítási rendszer; munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági irányítási rendszer (MEBIR); OHSAS 18001:2007; fentiek szerinti szervezet alapú, folyamatközpontú integrált irányítási rendszer.

#### *A rendelkezésre álló legjobb technikák alkalmazásával kapcsolatos előírások*

Az engedéllyel rendelkezőnek, mint környezethasználónak a környezetszennyezés megelőzése, illetőleg a környezet terhelésének csökkentése érdekében, az elérhető legjobb technika alkalmazásával a tevékenységet úgy kell végezni, a berendezéseket úgy kell működtetni, hogy a kibocsátásai megfeleljenek az egységes környezethasználati engedélyben foglaltaknak.

Az engedéllyel rendelkezőnek az elérhető legjobb technika alkalmazásával intézkedni 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 minimumra csökkenjenek a létesítmény működésére visszavezethető zavaró környezeti hatások, illetve veszélyek fellépésének lehetősége.

A technológiai vezetékek és berendezések karbantartását rendszeresen el kell végezni. A telephelyen folytatott tevékenység során az elérhető legjobb technika alkalmazásával meg kell akadályozni, hogy a földtani közeg szennyeződjön. Az engedéllyel

<sup>24</sup> Techniques for Emissions from Storage – A tárolásból eredő kibocsátások technikája.

<sup>25</sup> Best Available Techniques for Energy Efficiency – Az energiahatékonysághoz rendelkezésre álló legjobb technikák.

<sup>26</sup> Reference Document on General Principles of Monitoring – Referenciadokumentum a monitoring általános alapelveiről.

rendelkező köteles a létesítményben alkalmazott technológiát a mindenkor elérhető legjobb technika követelményeinek megfelelően üzemeltetni.

Az éves környezeti beszámolókat minden év március 31-ig kell elkészíteni a hulladékgazdálkodás, keletkezett hulladékok és a technológiánkénti anyagmérleg, valamint a levegővédelem, elvégzett mérések és azok értékelése – BAT-megfelelés vizsgálatához. Eseti beszámolót az üzemzavarok jelentésére haladéktalanul, az energetikai belső auditáláshoz (veszteségfeltáró vizsgálat) 5 évente kell elkészíteni. Ezenkívül a BAT-nak való megfelelés elemzést 5 évente, a felülvizsgálati dokumentáció részeként kell mellékelni.<sup>27</sup>

A szénhidrogén-feldolgozás során elsősorban a gőzkrakkoló kemencék okoznak szennyezőanyag-kibocsátást. A legjelentősebb szennyező anyagok itt 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 pedig egy projekt keretében az úszótetős tartályokat rögzített tetővel látták el. A Petrolkémiai üzletág minden egyes működési folyamata megfelel a BAT követelményeinek.<sup>28</sup>

#### *A SEVESO III. biztonsági irányítási rendszerrel kapcsolatos változások*

Vass Gyula és társai a módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához kidolgozott útmutatóban ajánlásokat fogalmaztak meg a SEVESO III. irányelv hazai bevezetésével a jogi szabályozásba bekerült új előírások teljesítésére.

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 valamennyi ipari szereplő esetében alkalmazható biztonsági teljesítménymutatókat egy útmutatóban nem lehetséges meghatározni. A biztonsági irányítási rendszer (a továbbiakban: BIR) hatékonyságának eredményes mérése érdekében a tartalmi elemekhez rendelt valamennyi biztonsági célkitűzéshez kapcsolódóan legalább 1-2 indikátor mérése és nyomon követése szükséges.

Leírták többek között, hogy a biztonsági teljesítménymutatók értékeléséből származó eredmények, beleértve a tűréshatárok túllépését, a zavaró tendenciák hosszú ideig történő fennállását és az esetlegesen következtelen eredményeket, utóintézkedéseket követelnek meg. Ellenkező esetben nincs sok értelme végrehajtani a programot. A legfontosabb információkat tartalmazó előre meghatározott időközönként készített

<sup>27</sup> MOL Nyrt., Szank, egységes környezethasználati engedély. 2016.

<sup>28</sup> MOLGROUP: Fenntarthatóság, környezet.

jelentéseknek el kell jutnia a felsővezetőkhöz, a biztonsági szervezethez, a mérnökökhöz és egyéb érintett munkavállalókhöz. Ezek az információk a legfontosabbak a kedvezőtlen eredmények gyors nyomon követése, a biztonsági célkitűzések, eljárások és folyamatok feltárt hiányosságainak mielőbbi kijavítása érdekében. A programot (beleértve a jelzőket és a mérőszámokat is) rendszeres időközönként értékelni és felülvizsgálni szükséges. Az áttekintés során az indikátorok meghatározásai pontosíthatók, új területek adhatóak a programhoz és egyes biztonsági kérdések megválaszolhatók. Ezen túlmenően a felülvizsgálat eredményeként egyes különleges indikátorok elhagyhatóak, és a program a legfontosabb biztonsági kérdések vizsgálatára fókuszálható.<sup>29</sup>

## 6. Összefoglalás

A szerzők véleménye szerint a szénhidrogén-feldolgozás során legfontosabb a káreseményre felkészülés és a megelőzés. A felkészülés a katasztrófavédelem valamennyi integrált szakterület munkáját érinti hatósági, iparbiztonsági, polgári védelmi, de a káreseti szituációk begyakorlása a készenléti állomány a műveletirányítás Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálat és Katasztrófavédelmi Mobil Labor tevékenységét nagymértékben megkönnyíti éles helyzetben.

Az ember és az alkalmazott technológia, ez a megelőzés alapja. A hibás technológián lehet és kell is 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 globálisan, ok-okozati összefüggések láncolatán át lássa és érzékelje. Az elemzéshez több szakma ismerete és összekapcsolása szükséges. Az okok kiderítése néha szövevényesen bonyolult.

A szénhidrogén-feldolgozás folyamatainak fejlesztésére a biztonság növelésére Tóth András, első szerző az alábbi javaslatokat teszi:

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

A kivitelezéseket, karbantartásokat végzők folyamatos képzése és ellenőrzése az egyik legfontosabb feladat, mivel a legtöbb esemény a nem megfelelő munkavégzésből fakad.

A leírt jogszabályi törekvések és a vállalati stratégiák elmozdultak az emberi tevékenység kontrollálásának irányába, de amíg nem jelennek meg jelentős mértékben a BIR-ben, marad a jól bevált hatósági, szakhatósági, vagyis a katasztrófavédelem és a biztonságtudományok által nyújtott, de folyamatosan felülvizsgált jogszabályok védelme.

<sup>29</sup> Vass Gyula – Mesics Zoltán – Kovács Balázs: *Útmutató a biztonsági irányítási rendszerekkel kapcsolatban a SEVESO III. irányelv hazai bevezetésével módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához*. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség, Veszélyes Üzemek Főosztály, 2016. március.

Tóth András következtetése alapján egyetlen végleges megoldás létezik a szénhidrogén-feldolgozók mint ember által üzemeltetett rendszerek káreseteinek elkerülésére a technológiai folyamatok még szigorúbb betartásán felül: az emberi döntésektől és hibáktól, egyszerűen az élőmunkamentes vezérlési rendszer és termelési folyamatok (foolproof)<sup>30</sup> vagy a hibaelkerülési (poka-yoke)<sup>31</sup> rendszerrel megtervezett és vezérelt folyamatok kialakítása és működtetése.

A foolproof egy működő rendszerben kizárja annak a hibás emberi döntésnek a végrehajtását, ami például egy vezérlőszelep kinyitásával robbanást idézhet elő. A program és az algoritmus folyamatosan elemzi a rendszer stabilitását, és nem engedi a művelet végrehajtását. De az ember leleményes, kilép a vezérlőhelyiségből, odamegy, és elfordítja a szelep nyitókarját, de a „bolondbiztos” rendszer eljárása érzékeli a nyomásesést, leállítja a teljes folyamatot, így a robbanás elmarad. A rendszerrel nemcsak a hibás döntés, de 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 detonáció elkerülhető.

A két módszer közül az adott területre legkézenfekvőbbet választva érhető el a legnagyobb biztonság, kizárva a cikksorozatban felvonultatott emberi hibákból és mulasztásokból, hibás döntésekből, anyaghibákból eredő szénhidrogénipari balesetek megismétlődését.

## Felhasznált irodalom

- BFH Európa Kft.: *Répcelak Város Településfejlesztési Konceptiója*. 2015. Online: [http://repcelak.hu/editor\\_up/Repcelak%20Varos%20Megalapozo%20vizsgalat.pdf](http://repcelak.hu/editor_up/Repcelak%20Varos%20Megalapozo%20vizsgalat.pdf)
- 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: Measuring the Effectiveness of BAT Policies Organisation for Economic Co-operation and Development*. ENV/JM/MONO (2019) 21, 2019. június 07. Online: [www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO\(2019\)21&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO(2019)21&docLanguage=En)
- FGSZ Zrt.: *Lezárult a vizsgálat a tavaly novemberben bekövetkezett püspökladányi földgázvezetéken keletkezett tűzel kapcsolatban*. 2020. Online: <https://fgsz.hu/vallalatunk/hirek/lezarult-a-vizsgalat.html>
- Jáni János: *A nyugdíjas gellénházi olajipari szakember visszaemlékezése a gáz és tartály-robbanásra*. Készült Jáni János és Tóth András telefonos megbeszélése alapján, feljegyzés, Zalaegerszeg, 2019. szeptember 18.
- Kiss Imre: *Tartályégetés Százhalombattán. Tűzoltó Múzeum Tűzvédelem*, (1982), 8. 10–11.
- Kurucz István: *Indulatok nélkül. A répcelaki robbanásról*. Zalaegerszeg, Magyar Olajipari Múzeum Közleményei, 2009.

<sup>30</sup> „Bolondbiztos” az emberi hibáktól, döntésektől mentes vezérlési rendszer.

<sup>31</sup> Hibaelkerülés, a japán vállalatszervezési gondolatrendszer eleme, közel 0-ra csökkenti az emberi hiba esélyét.

- Mógor Judit: *A lakossági tájékoztatás és a nyilvánosság biztosításának kutatása a súlyos ipari balesetek elleni védekezésben*. Doktori értekezés, Budapest, ZMNE, KMDI, 2010.
- Mol Médiaszoba: *Baleset a MOL csepeli bázistelepén*. 2010. Online: <https://mol.hu/hu/molrol/mediaszoba/858-baleset-a-mol-csepeli-bazistelepen/>
- MOL Nyrt., Szank, *egységes környezethasználati engedély*. 2016. Online: [http://bkmkh.hu/uploads/kornyezetvedelmih/Mol\\_Nyrt.\\_Szank.pdf](http://bkmkh.hu/uploads/kornyezetvedelmih/Mol_Nyrt._Szank.pdf)
- MOLGROUP: *Fenntarthatóság, környezet*. Online: <https://molgroup.info/hu/fenntarthatosag/kornyezet>
- Ötven éves a magyar kőolaj- és fölgázbányászat*. Nagyalföldi Kőolaj és Földgáztermelő Vállalat Nyomda Üzem, 1987.
- Papp-Kunkli Nóra: *Vezetékhasadás történt Püspökladány külterületén*. 2019. november 18. Online: <https://hajdu.katasztrofavedelem.hu/24545/hirek/217857/vezetekhasadas-tortent-puspokladany-kulteruleten#lg=1&slide=0>
- Pátzay György: *A tűzvizsgálat során feltárt bizonyítékok értékelése, a tűzkezeléssel kapcsolatos események elemzése, a lehetséges tűzkezelési okok megnevezése*. Készült: Pátzay György és Tóth András e-mailben történt konzultációja alapján, feljegyzés, 2018.
- Tóth András – Muhoray Árpád – Pellérdi Rezső: Magyarország jelentősebb ipari katasztrófái a veszélyhelyzet tervezés és kezelés szempontjából. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29. (2019), 2. 21–39. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.2.2>
- Tóth András: A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tüzesetek vizsgálata – I. rész. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 217–229. Online: [http://hadmernok.hu/181\\_17\\_toth.pdf](http://hadmernok.hu/181_17_toth.pdf)
- Tóth András: A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tüzesetek vizsgálata – II. rész. *Hadmérnök*, 14. (2019), 1. 220–230. Online: [http://hadmernok.hu/191\\_18\\_toth.pdf](http://hadmernok.hu/191_18_toth.pdf)
- Vass Gyula – Mesics Zoltán – Kovács Balázs: *Útmutató a biztonsági irányítási rendszerekkel kapcsolatban a SEVESO III. irányelv hazai bevezetésével módosuló jogszabályi előírások végrehajtásához*. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség, Veszélyes Üzemek Főosztály, 2016. március. Online: [www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/hat-veszuz-szaktaj/740.pdf](http://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/hat-veszuz-szaktaj/740.pdf)
- Vincze István – Gyollai József: *Tanulmány a százhalombattai DKV. 2 Mt/év. ÁV. Desztillációs üzem területén 1968. október 16-án 9:46-kor keletkezett tüzesetről*. Tűzoltó Múzeum, 1968. 1–13.
- 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*. No. 30. Paris, 2018. Environment Directorate OECD. (Műhelytájékoztató: Módszertan kidolgozása a vegyi balesetek megelőzésére, a felkészültségre és a reagálásra vonatkozó rendeletek előnyeinek számszerűsítésére 30. számú kémiai balesetek sorozata.) Online: [www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2018\)3&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2018)3&doclanguage=en)





Kralovánszky Kristóf<sup>1</sup>

## A kibertér fejlődése (második rész) – Kiberműveletek és kritikus infrastruktúrák egyes kapcsolatai

### The Evolution of Cyberspace, Part II Certain Connections between Cyber Operations and Critical Infrastructures

Az állami akaratérvényesítés eszközei között egyre hangsúlyosabb szerepet kapnak a kiberműveletek. Alkalmazásuk sokkal komolyabb körültekintést igényel, mint a hagyományos tartományokban végzett műveletek, mivel a megtámadott infrastruktúra nem kellően felmért interdependenciái hatalmas járulékos károkat okozhatnak a támadónak is. Jelen tanulmány ennek bizonyos kockázatait és összefüggéseit vizsgálja.

**Kulcsszavak:** komplex küszöbérték, kiberműveletek, állami akaratérvényesítés, kritikus infrastruktúrák

Cyber operations are becoming robust tools in a nation state's policy. The applications thereof require far more caution than the tools used in conventional domains. Inaccurately evaluated interdependencies of attacked infrastructures can cause substantial collateral damages to the attacker. This paper investigates certain aspects and connections of such interdependencies.

**Keywords:** complex threshold, cyber operations, state policy tool, critical infrastructure

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Elektronikai Hadviselés Tanszék, egyetemi tanársegéd, e-mail: [kralovanszky.kristof@uni-nke.hu](mailto:kralovanszky.kristof@uni-nke.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5560-3525>

## 1. Bevezetés

Jelen publikáció *A kibertér fejlődése* című tanulmány második része, így bizonyos fogalmi meghatározások magyarázatától eltekint, és az első részben használtakat kezeli irányadónak. A kibertér fogalmát azonban ismét definiálja, a következők szerint: elsődlegesen az ember által mesterségesen létrehozott, dinamikusan változó tartomány, amelyben az információ gyűjtését, tárolását, feldolgozását, továbbítását és felhasználását végző, egymással hálózatba kapcsolt és az elektromágneses spektrumot is felhasználó infokommunikációs eszközök és rendszerek működnek, lehetővé téve ezzel az emberek és a különféle eszközök közötti folyamatos és globális kapcsolatot.<sup>2</sup> A tanulmány célja, hogy a kiberműveletek egyes hadászati szintű kérdéseit és hadtudományi aspektusait előtérbe helyezve vizsgálja azok kapcsolatait, megtörtént kibertéri műveletek elemzésével és a különböző ágazati eredmények szintézisével.

## 2. A kritikus infrastruktúra fogalma<sup>3</sup>

A kritikus infrastruktúrák tartalmi meghatározása viszonylag kiforrott, függetlenül attól, hogy megfogalmazásában eltérések lehetnek. Több tudományos mű foglalkozik átfogóan a fogalmi definiálással,<sup>4</sup> amelyek jellemzően megfeleltethetők a 2012. évi CLXVI. törvényben foglalt meghatározásnak: kritikus infrastruktúra „[...] a meghatározott ágazatok valamelyikébe tartozó eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszereleme, amely elengedhetetlen a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához – így különösen az egészségügyhöz, a lakosság személy- és vagyónbiztonságához, a gazdasági és szociális közszolgáltatások biztosításához, az ország honvédelméhez –, és amelynek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna”.<sup>5</sup>

A jogalkotó azonban külön szabályozza, hogy mely ágazatokat tekint kritikusnak és így a törvény hatálya alá tartozónak. Ebben a minősítésben azonban már jelentős eltérések vannak országok között.<sup>6</sup> Bizonyos (al)ágazatok,<sup>7</sup> mint például a villamosenergia-szolgáltatás (a hozzá kapcsolódó teherelosztással és elosztóhálózattal), illetve

<sup>2</sup> Haig Zsolt: *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2018. A meghatározás Haig Zsolttól származik, csupán az elején az „elsődlegesen” szóval került kiegészítésre.

<sup>3</sup> Hatályos honi jogi szabályozás szerint (2012. évi CLXVI. törvény) a kritikus infrastruktúrák hivatalos megnevezése létfontosságú rendszerelem, amely nemzetközileg elfogadott elnevezés szerint: kritikus infrastruktúra. Jelen publikáció a két kifejezést egymás szinonimáiként használja.

<sup>4</sup> Kovács László: *Kritikus információs infrastruktúrák Magyarországon. Hadmérnök*, 1. (2007), Robothadviselés konferencia különszám. 1–20.; Haig Zsolt – Kovács László: *Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrái*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.; Haig Zsolt – Hajnal Béla – Kovács László – Muha Lajos – Sik Zoltán Nándor: *A kritikus információs infrastruktúrák meghatározásának módszertana*. ENO Advisory Kft., 2009.

<sup>5</sup> 2012. évi CLXVI. törvény 1. § f) bekezdés.

<sup>6</sup> Haig et alii (2009) i. m.

<sup>7</sup> Magyarországon az alágazati besorolást egy 2020. évi Kormányrendelet bővítette, és ezzel bevezette az „Alapvető szolgáltatások jegyzékét”, amely jelenleg a 65/2013 Korm. rendelet (a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról) 3. számú melléklete.

a közcélú távközlési/adatátviteli hálózatok szinte minden fejlett országban a kritikus infrastruktúrák közé soroltak.<sup>8</sup>

Vannak ugyanakkor olyan országok, ahol például az ipari létesítmények, illetve a vegyipari létesítmények törvényi tekintetben nem tartoznak a kritikus infrastruktúrák közé.<sup>9</sup> Ezzel pedig megjelenik egy másik lehetséges csoportosítás: (1) törvény szerinti kritikus infrastruktúrák és (2) a valóban kritikus infrastruktúrák. Ideális esetben a két halmaz teljes mértékben fedné egymást, ám a gyakorlat ettől jelentősen eltérhet. Jogi besorolás alapján ugyanis a mérlegelésre kerülő feltételrendszer (általánosítva) az alábbi:

- országok saját meghatározása alapján,
- horizontális (ágazati) besorolás szerint,
- vertikális (hatás) besorolás szerint.

Ahogy az európai szabályozás is helyesen felismerte, illetve ahogy a honi szabályozásban is megjelenik, létezik az „európai létfontosságú rendszerelem” fogalma,<sup>10</sup> amelynek ilyené történő kijelölését vagy az állam önmaga vagy egy másik Európai Gazdasági Térség (EGT) állam kezdeményezheti. Ezzel az európai jogalkotó elismeri, hogy egy kritikus infrastruktúrának lehetnek olyan súlyos hatásai, melyek nem csupán az üzemeltető államot érintik, hanem egy (vagy több) szomszédos államot is – tehát a kezelendő kockázatok az államok határainál nem állnak meg. Ki kell emelni ugyanakkor, hogy nem csupán környezeti hatásokról van szó, hanem ellátási, vagy társadalmi hatások is felmerülhetnek – tehát más megfogalmazásban megjelenik egy sajátos (nem technológiai) interdependencia mint besorolási feltétel. Ez, vagyis az egymástól függés, azonban rendkívül mély és szerteágazó – sokszor jóval nagyobb mértékű, mint a jogalkotó által meghatározott keretek. Bizonyos ágazatok kizárásával ugyanis a jogalkotó nem ismeri el, hogy abban az adott ágazatban lehet egy infrastruktúra kritikus.

Ezért lenne fontos egy más megközelítésből tekinteni a besorolási feltételekre és vizsgálni az alábbi főbb gyakorlati szempontokat, amely alapján egy adott infrastruktúra:

- Jelentősen átlép-e egy bizonyos küszöbértéket?<sup>11</sup>
- Átlép-e egy mátrixként kezelhető komplex küszöbérték rendszert?

<sup>8</sup> Ágazatként vagy alágazatként. Általában – de nem szükségszerűen – kritikus infrastruktúra ágazat jellemzően a vízügy (inkább az ivóvíz szegmensben), az élelmiszeripar, az egészségügy, a pénzügy és a szállítás.

<sup>9</sup> Magyarországon például az „ipari veszélyes anyagok előállítás, tárolása és feldolgozása” alágazatot (a nagyobb vegyipari gyártók döntő többsége idetartozik), illetve a gyógyszergyártás alágazatot a közigazgatási bürokráciacsökkentésről szóló 2015. évi CLXXXVI. törvény kivette a kritikus infrastruktúra alágazatok közül.

<sup>10</sup> 2012. évi CLXVI. törvény 3. §.

<sup>11</sup> A küszöbértékek meghatározása többek között ágazattól is függő, rendkívül összetett feladat, ezért meghatározása nem tárgya jelen tanulmánynak, ugyanakkor több hazai kutatás is részletesen foglalkozott a küszöbérték fogalmával és tágabb értelemben a kritikus infrastruktúrák meghatározásának módszertanával. Haig et alii (2009) i. m. Küszöbértékek – jelen írás – a létesítmény (infrastruktúra) valamely működési (vagy ahhoz kapcsolódó) paraméterét, míg küszöbérték rendszeren e paraméterek adott együttesét érti.

### 3. Komplex küszöbértékrendszer

A küszöbértékek elvileg már ágazatonként megállapíthatók, és szövetségi rendszer szintjén is kezelhetők, vagyis létrehozható lenne egy egységes európai normarendszer. Ehhez azonban egy olyan értékelési mátrix elkészítése szükséges, amely jelenleg nem áll még rendelkezésre.<sup>12</sup>

Le kell küzdeni továbbá az államok és adott esetben gazdasági szereplők<sup>13</sup> ellenérdekelttségét, hiszen a kritikus infrastruktúrává minősítés az adott gazdasági társaságra jelentős többletköltségeket ró, illetve az államnak is rendelkeznie kell azzal a szakértői gárdával és erőforrással, ami a megfelelő szakmai szintű ellenőrzéshez szükséges. Másik oldalról viszont mindkét félnek plusz garanciákat teremt, hiszen egy esetleges baleset (vagy szabotázs), vagy üzemi kiesésből származó elsődleges, másodlagos és harmadlagos károktól való mentesülés a védelmi bekerülési költségeket akár jelentősen (nagyságrendileg többszörösen) is meghaladó megtakarításokhoz vezethet.

A veszélyeztetettségek szintje – ágazattól függően – dinamikusan változó lehet. Különösen igaz ez a vegyiparra, ahol egy új receptúra vagy egy technológiai frissítés bizonyos összetevők vagy paraméterek olyan változását eredményezheti, amelytől jelentősen megnövekedhet egy adott küszöbérték meghaladása, vagy egy új, addig nem kezelt küszöbérték szerinti kockázat kezelése válhat szükségessé.<sup>14</sup>

Feltétel ezért, hogy az az értékelési keretrendszer, amelynek alapján a besorolás történik, kellően rugalmas tudjon lenni a változó technológiákkal szemben, és ne dogmatizálódott szabályok alapján kezelje a felmerülő kérdéseket. Ezzel párhuzamosan elengedhetetlen, hogy a hatósági oldalon is ugyanúgy és ugyanakkor álljon rendelkezésre mindaz a szaktudás és információ, ami alapján az értékelés elvégezhető.

Általában tehát nem fogadható el kielégítőnek a szolgáltató önbevallása – feltétlenül fontos a hatósági oldalról a bevallás realitásának ellenőrzése, amelyhez szintén jelentős szaktudásra van szükség. Fontos ugyanakkor az is, hogy az „ellenérdekelttség”<sup>15</sup> fennmaradjon az ellenőrző és az ellenőrzött között, hiszen ha az ellenőrzött egy ugyanazon állami szervezet által működtetett kritikus infrastruktúra, mint az ellenőrző másik állami intézménye, akkor könnyen előfordulhat, hogy maga az ellenőrzés jóval megengedőbb, mint egy ugyanolyan tevékenységet végző gazdasági szereplő

<sup>12</sup> Jelen publikáció kereteit többszörösen meghaladná egy ilyen új értékelési mátrix leírása, ezért ezzel itt érdemben foglalkozni nem lehetséges.

<sup>13</sup> A gazdasági szereplők ebben az esetben inkább multinacionális vagy globális vállalatok, igen jelentős politikai érdekérvényesítő képességgel.

<sup>14</sup> Ilyen lehet például egy hőmérséklet-kritikus technológia, ahol a folyamat csak meghatározott magas hőmérsékleten stabil. Egy esetleges áramszünet esetén (az abból következő hőmérséklet-csökkenés miatt) az előbbi folyamat pedig instabillá válik, és adott esetben kinetikus robbanást eredményezhet. Megoldásként tehát olyan szünetmentes áramellátásra van szükség, amely kontrollált keretek és stabil körülmények között csökkenti le a technológiai hőmérsékletet olyan szintre, amely azt követően már villamos energia nélkül is fenntarthatóan stabil.

<sup>15</sup> Az ellenérdekelttség semmiképpen sem negatívként értelmezendő, hanem legyenek garanciák arra, hogy a mindkét oldali állami tulajdonlás ténye az ellenőrzést megőrizze a segítő/támogató objektivitás szintjén. Ehhez viszont elengedhetetlen egy olyan transzparens keretrendszer létrehozása, amely szigorúan szakmai konszenzuson alapul, és amelynek kialakításában külső, független – célszerűen elismert külföldi is – szakértők vesznek részt. Adott szakmán belül pedig meg kell teremteni az auditok megismerhetőségét oly módon, hogy az adatok biztonsága ne kerüljön veszélybe, és nemzetbiztonsági érdekek ne sérüljenek. A fő cél ugyanis a biztonságos üzemeltetés gyakorlati megteremtése, és nem a csupán statisztikai megfelelésre való törekvés.

esetén. Itt juthatnak kulcsszerephez a nemzetközi (szabványos) tanúsítási rendszerek és az akkreditált ellenőrző szervezetek.

Ha elfogadjuk a szolgáltatói oldalon az interdependencia jelentőségét, akkor felismerhetjük, hogy a nemzeti hatóságok között<sup>16</sup> (illetve főként országok hatóságai között nemzetközi viszonylatban) ugyanennyire fontos az információk megosztása – nem csupán a gyorsriasztási rendszerekben, hanem az ellenőrzési eljárásokban és a technológiai változások megfelelő követésében. Az ágazatok egy része ugyanis hasonló vagy közel megegyező technológiát és gépeket használ egy földrajzi régióban,<sup>17</sup> amelyből fakadóan a vizsgálati eljárások és a felmerülő kockázatok is hasonlóak lesznek. Ugyanígy nagyfokú egyezés lesz tapasztalható az interdependenciák logikájában is, ám annak konkrét szereplői már nyilvánvalóan az adott ország nemzetgazdasága szerint különbözni fognak.

Jelentős szimmetria figyelhető tehát meg mind a gazdasági szereplők, mind a hatóságok oldalán az elvárások mértéke és azok teljesítése vonatkozásában, amiből következik az is, hogy nem lehet sem tudásban, sem tapasztalatban szakadék a két fél között. Ellenkező esetben ugyanis az előbbieken említett dinamikus környezet működési egyensúlya fog sérülni – vagy teljesen – felborulni, ami jelentős többletkockázatként jelentkezik.

#### 4. Műveletek a kibertérben

A kritikus infrastruktúrák zökkenőmentes működése – beleértve ebbe az interdependenciák folyamatos és stabil üzemét is – létfeltétele egy ország stabilitásának (nemzetbiztonsági tekintetben is). Önmagában tehát a létfontosságú rendszeremlek egy részének (tartozzanak ugyanazon vagy eltérő ágazatba) hetekig tartó vagy azt meghaladó működési zavarai szinte garantált instabilitást fognak eredményezni, úgy gazdasági, mint belpolitikai vonatkozásaiban. Főként ez az oka annak, hogy a kritikus infrastruktúrák célponti értéke – egy támadó szemszögéből – rendkívül magas.<sup>18</sup> Következésképp a károkozási célú kiberműveletek elsődleges célpontjai jellemzően a kritikus infrastruktúrák.

Kritikus infrastruktúrákkal szembeni támadások különböző végrehajtási módzatokban tudnak megtörténni, amelyek közös célja, hogy az adott infrastruktúra működését megzavarják vagy korlátozzák – ideiglenesen vagy véglegesen. Kézenfekvő módszer lehet tehát:

- a fizikai károkozás, amely valamilyen kinetikus (be)hatás segítségével jöhet létre;<sup>19</sup>

<sup>16</sup> Országon belül.

<sup>17</sup> Például a villamosenergia-ellátás SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – felügyeleti irányító és adatgyűjtő) rendszereinek érzékelői és szoftverei. Az egyező (konkrét) rendszerek a részes országok nemzetbiztonsági érdekei miatt minősített adatok.

<sup>18</sup> Haig (2018) i. m.

<sup>19</sup> Hubbard, Ben – Palko Karasz – Stanley Reed: Two Major Saudi Oil Installations Hit by Drone Strike, and U.S. Blames Iran. *The New York Times*, 2019. szeptember 14.

- az adott infrastruktúrában belüli – egymással interdependenciában lévő – alrendszerek közötti kommunikáció manipulálása vagy blokkolása;<sup>20</sup>
- egy vagy több alrendszerben történő belső, fizikai károkozás.<sup>21</sup>

Mindhárom módozat kivitelezhető kiberműveletek segítségével,<sup>22</sup> amelyeknek az elkövető számára nagyon komoly előnyei vannak: távolról végrehajtható ezért nincs szükség hozzá helyszíni erőre, így olcsóbb, kockázatmentesebb és elkövetőre nehezebben bizonyítható.<sup>23</sup> E bizonyíthatóság nehézsége teszi még vonzóbbá a kiberműveleteket az elkövető számára.

Egymással szemben álló érdek érvényesítése vagy (relatív) erőfölény megszerzése szinte folyamatos célja a különböző államoknak, ám legalább ennyire fontos, hogy a meglévő együttműködések mellett ezek végrehajthatók legyenek, vagyis egymással szemben ne járjanak politikai arcvesztéssel. Ennek egyik legfőbb oka, hogy az egymás közötti főbb gazdasági érdekek, amelyek értelem szerint politikai eredővel rendelkeznek, prioritással bírnak – ezek azonban csak nagy vonalakban jelölik ki az érdekszférák határvonalait. A „finomabb” körülhatárolások eszközei tudnak lenni azok az egyéb – szintén politikai eredővel rendelkező – műveletek, amelyek a kibertérben végrehajthatók, és a szereplők számára is világosak, ugyanakkor nem igényelnek nyílt konfliktust.

Hatékonyágában és alacsony bekerülési költségében ilyen eszközök a történelemben eddig nem álltak rendelkezésre, ezért szokásjogon alapuló elfogadott használati mérték is nehezen határozható meg. Más megfogalmazásban: rendkívül széles az a szürke zóna, amelyben a kiberműveletek sikerrel alkalmazhatók. Itt tehát szintén értelmezhetővé válik a küszöbérték fogalma, amely már a szürke zóna felső (határ) értékét jelenti, definitív kimondása viszont szinte minden esetben politikai kérdés. Nem meghatározható az az időben független, abszolút érték (határvonal), ahol egy kiberművelettel megtámadott országnál már nyílt támadásként értelmeznek egy eseményt. Ebben a vonatkozásában a küszöbérték tehát ugyanúgy viselkedik, mint a kritikus infrastruktúrák meghatározásánál: vagy egy komplex feltételrendszernek kell megfelelnie a támadásnak, vagy egy ingerértéket kell nagyon jelentősen túllépnie.

A politikai döntéseknek van ugyanakkor egy másik jellemzőjük is: a külső és belső környezettől való jelentős függésük és azok alapján történő dinamikus módosulásaik – akár napon belül is. Elenyészően kevés az a helyzet, amiről időtől függetlenül, abszolút módon meghatározhatóan kimondható, hogy mindig túl fogja lépni a politikai küszöbértéket.

Annak deklarálása tehát, hogy egy ország kijelentse önmagáról, hogy kibertámadás érte, gyakorlatilag minden esetben politikai döntés – hiszen ezzel annak kijelentése is

<sup>20</sup> Norsk Hydro Unit Begins Operating at 50% of Capacity After Cyber Attack. *Insurance Journal*, 2019. március 21.

<sup>21</sup> Daniel Terdiman: Stuxnet delivered to Iranian nuclear plant on thumb drive. *Cnet*, 2012. április 12.

<sup>22</sup> A kinetikus károkozás kivételével (amennyiben a Stuxnet támadást nem kívülről irányítottként, hanem belül telepítettként tekintjük) a jelölt hivatkozások mind sikeres kibertámadások voltak. A kívülről vezérelt, nem célirányos, hanem kárérték-maximalizálásra törekvő támadásra eddig csak sikertelen kísérlet volt. (Pierluigi Paganini: Triton Malware Hits Critical Infrastructure in Saudi Arabia. *Infosec*, 2017. december 18.) A támadásokkal egy korábbi publikációban a szerző részletesen foglalkozott. Kralovánszky Kristóf: A villamosenergia-rendszer kibernetikus és nemzetbiztonsági kockázatai (1. rész). *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7. (2019), 3. 18.

<sup>23</sup> Az elkövetés bizonyítását és az elkövető (igazolts) azonosítását nevezük attribúciónak (angol szaknyelven: attribution), amely rendkívül összetett és nehéz folyamat lehet.

megettörténne, hogy az adott ország nem volt képes önmagát a kibertérben megvédeni. Így lehetséges az is, hogy ugyanazon művelet egyszer küszöbérték alattinak, máskor nyílt támadásnak minősül.

Kiberműveletek során – amennyiben állami megrendelésre vagy állam által kerül végrehajtásra – állami akaratérvényesítésről beszélhetünk, amelynek számos végrehajtó szerve lehet. Egy adott ország állami szervezetei közül többen is alkalmasak lehetnek ezek kivitelezésére: lehet akár rendvédelmi, honvédelmi vagy állambiztonsági (nemzetbiztonsági) szereplő (illetve ezek valamilyen kombinációja). Fedett műveletek esetében pedig az előző három csoport valamely tagjából önmaga szakosodott szolgálata és/vagy vele kapcsolatban álló egyéb gazdasági vagy civil szereplő (csoport). Egyáltalán nem szükségszerű tehát, hogy egy kiberműveletet egy adott ország fegyveres ereje hajtsa végre, vagy abban egyáltalán részt vegyen.

## 5. Az állam kiberképességeinek jelentősége

Egy állam minden esetben igyekszik a saját akaratát érvényesíteni és a saját céljait megvalósítani – de teszi ezt egy dinamikusan változó nemzetközi környezetben, amelyben az erőviszonyok is folyamatos változásban vannak. Ebből eredően minden pillanatban törekedni fog arra, hogy az adott helyzetben legjobb pozíciót érje el, és sok esetben más államok szuverenitásának részleges megsértését is meg fogja engedni magának, hiszen a szuverenitás nem abszolút fogalom, és értelmezése ugyanúgy a politikai környezet változásait követi.<sup>24</sup>

Ahogy a konvencionális hadviselésben is, az államok többségének a szuverenitása korlátozott, illetve behatárolt, és e szuverenitásukat az érdekszférájukba tartozó nagyhatalom (jellemzően ENSZ Biztonsági Tanács valamely állandó tagállama) viszonyrendszerében képesek csak gyakorolni. A nagyhatalmak erőterét pedig akár jelentősen is kiterjesztheti egy vele nyílt vagy korlátozott szövetségi rendszerben működő másik állam.<sup>25</sup> A kibertérben ez egyszerűsödhet, hiszen létrejöhetnek olyan alkalmi szövetségek (akár hosszabb időtartamra is), amelyek eltérnek a hagyományos kapcsolatrendszer szereplőitől, de a kibertér szűrkezőnájának köszönhetően titokban tarthatók, vagy nehezen bizonyíthatók.<sup>26</sup>

Más megközelítésből, egy állam – a lehetőségeihez mérten – igyekszik magának maximális mozgásteret<sup>27</sup> létrehozni, és azt folyamatosan és dinamikusan kitölteni, nyílt vagy fedett módon.

<sup>24</sup> Varga Gergely: A szuverenitás különböző megközelítései és jelentéstartalma. *Nemzet és biztonság*, (2015), 1. 30–38.

<sup>25</sup> Államok önrendelkezési joga – egy bizonyos kockázati szint felett nem értelmezhető, mert automatikusan sérteni fogja egy másik állam szuverenitását, de politikai okok miatt időlegesen (és sokszor szinleg) csökken a jelentősége.

A háttérben, a fentiekkel párhuzamosan pedig jelentősen nő az állampolgárok kitettsége a kritikus infrastruktúráknak – a meghatározó államokban is.

<sup>26</sup> Gary Corn: Cyber National Security: Navigating Gray Zone Challenges In and Through Cyberspace. In *Complex Battlespaces*. Oxford University Press, 2019.

<sup>27</sup> Az esetek döntő többségében nem földrajzi értelemben.

Ezt a törekvést az állam mint akaratának érvényesítését végzi, ugyanakkor nem önállóan katonai kérdésként tekinti, hanem komplex feladatként, de amelyben a fegyveres ereje valamilyen formában általában részt vállal. Ugyanígy igaz az is, hogy az adott állam nem csupán egy fronton vívja e küzdelmét, hanem él a rendelkezésére álló valamennyi lehetőségével. Racionális esetben igyekszik ugyanígy tenni a vele szomszédos állam is, tehát minden állam törekszik arra, hogy az őt potenciálisan támadó államok elkövetési eszközeivel szemben védekezni tudjon.<sup>28</sup>

Miért fontosak a kiberképességek egy országnak? Ha az állam oldaláról keressük a választ, akkor két fő irányban indulhatunk:

- nagyon sok másik ország is rendelkezik valamilyen szintű kiberképességgel, így amennyiben egy adott államnál ez hiányzik, úgy sérülékenyebb és kitettebb lesz ilyen támadásoknak;
- az állami akaratérvényesítés legolcsóbb változata az okozható kár (elrettentési képesség) arányában.

Tovább vizsgálva a támadó által elérendő célt, és összehasonlítva az azonos politikai eredménnyel kecsegtető, de más tartományt alkalmazó megoldásokkal, kézenfekvő lehet a kibertér – mint hadviselési tartomány – használata. A harc sikeres megvívásának azonban alapfeltétele a fegyelmezettség és a nagyon tiszta alá-főlé rendeltségi rendszer, amely rendvédelmi vagy fegyveres erő bevonásával tud igazán megvalósulni. Többek között ezért is fontos, hogy a hadsereg a kiberműveletek<sup>29</sup> szerves része legyen és maradjon. Ne feledkezzünk meg arról, hogy jellemzően nem egy hadsereg fog önmagában (és önmagáért) harcot vívni a vele szemben álló féllel, hanem azt az állam akaratának érvényesítése céljából – vagy eszközeként – fogja tenni.

## 6. A kibertér – mint tartomány – műveleti sajátosságai

A kibertér egyik legfőbb összehasonlítási alapja más hadviselési tartományokkal a kinetikus eszközökkel történő rombolás képessége. Egy szerencsére megghiúsult példa jól mutatja, hogy a kibertéren keresztül megvalósuló kinetikus pusztító erő igen jelentős lehet. 2017-ben a szaúd-arábiai Petro Rabigh kőolajfinomítót<sup>30</sup> azzal a céllal támadták a kibertérből, hogy az üzemben robbanást érjenek el, ezzel megsemmisítve a gyár minél nagyobb részét, és másodlagosan jelentős termelési kiesést okozzanak.<sup>31</sup>

A cél elérhető lett volna rakétákkal okozott fizikai pusztítással is – amennyiben feltétel a távolról történő végrehajtás – de ez azonnal és egyértelműen azonosította volna a támadót is. Ilyen rakétát pedig szinte csak állam képes indítani,<sup>32</sup> így annak szaúdi légtérbe való behatolása már önmagában is háborús okot eredményezett volna.

<sup>28</sup> Vagy legalább megkísérelje a védekezést.

<sup>29</sup> Támadó vagy védekező egyaránt.

<sup>30</sup> The Highly Dangerous 'Triton' Hackers Have Probed the US Grid. *Wired*, Elérés 2019. június 14.

<sup>31</sup> Kralovánszky (2019) i. m. 18.

<sup>32</sup> Feltételezve egy legalább 500 km-es hatótávolságot és az indítást sikeresként értelmezve, vagyis az ahhoz szükséges minden infrastruktúra (indítóállvány, hajtóanyaggal való feltöltés stb.) működőképességét is.



Ugyanez a teljes megsemmisítés drónokra erősített robbanószervezetekkel lényegesen nehezebben érhető el,<sup>33</sup> de hasonlóra is történt már kísérlet 2019-ben, szintén Szaúd-Arábiában.<sup>34</sup> Humán erőforrás – helyszínen történő fegyveres erő (akár konspiráltan is) – használatával pedig pont a távoli végrehajtás lehetősége vesz el.

A pusztítás új elvi lehetőségei némileg hasonlatosak az 1940-es évek második felében megjelent atomfegyverek által nyújtottakhoz, azzal, hogy az új fegyverrel – addig megszokott kijuttatási módszerekhez képest – dimenziókkal nagyobb megsemmisítő erő vált elérhetővé.<sup>35</sup> Valami hasonló történik a kibertérben is, azzal, hogy a nem nukleáris eszköztárral megegyező<sup>36</sup> vagy azt akár jelentősen meghaladó kinetikus pusztítás és/vagy fenyegetettség valósítható meg egy másik országgal szemben.

A nukleáris és a kiberképességekkel való rendelkezés sokban ugyanazt a célt szolgálják; első és legfontosabb az elrettentés, illetve ennek magasabb harmonikusa, a kölcsönös elrettentés. A fő elrettentő erő pedig abban van, hogy (1) nehéz tudni, mikor és hol fog támadni az elkövető, (2) mekkora pusztítást lesz képes okozni. Sem nukleáris, sem kiberfegyver esetén nem szükségesek a támadás helyszínén a támadó ország katonái, mert a támadás akár több ezer kilométerrel elindítható, végrehajtható és befejezhető.

Mind kiber-, mind nukleáris fegyver alkalmazásánál az alábbi fő részek mérlegelése elengedhetetlen a csapásmérés tervezésében és kivitelezésében:

- elérni kívánt hatás;
- egyéb másodlagos, többedleges hatások;
- fegyver kiválasztása;
- célbajuttatás módja.

A csak nukleáris világban a helyzet egyszerűbb volt: a politikai döntéshozóknak nem nagyon kellett foglalkozni az alkalmazott eszköz technológiai részével, hiszen bombaról vagy robbanófejről volt szó, amely egy viszonylag jól becsülhető környezetben kinetikus pusztítást volt képes végezni. Az egyéb hatásokkal (radiológiai, biológiai stb.) kevésbé foglalkoztak.<sup>37</sup>

Ma a helyzet a kibertérben ennél jóval bonyolultabb: a politikai döntéshozóknak érteniük kellene a különböző technológiák támadásával elérhető (okozható) károk nagyságát és mértékét, különös hangsúllyal a kiiktatni kívánt technológiák interdependenciáinak részleges vagy teljes kiesése esetén létrejövő kumulációs hatást. Mint mindent, nyilván ezt a kérdést is le lehet nyelvtanilag egyszerűsíteni – tartalmilag azonban már jóval kevésbé: ma sokkal hangsúlyosabban (szerteágazóbban) jelenik meg a másodlagos hatás kérdése, mint a nukleáris kor hajnalán.

<sup>33</sup> A szállítható viszonylag kevés robbanóanyag és a pontos célterületre (3-5 méteres pontossággal egy komplex ipari létesítmény belsejében) juttathatóság korlátozottsága miatt.

<sup>34</sup> UN Cannot Confirm Iran behind Saudi Oil Attacks. *BBC News*, 2019. december 11.

<sup>35</sup> Vonatkotzassunk el rövid időre a radioaktivitás által okozott hatásoktól, és csak a rombolási képességet vizsgáljuk.

<sup>36</sup> A világban fellelhető nukleáris eszközök összesített csapásmérő képességét (vagyis a Föld többszörös elpusztításának képességét) ne vizsgáljuk.

<sup>37</sup> Ha mélyebben foglalkoztak volna ezen aspektusokkal is, akkor a nukleáris fegyverek fejlesztése vélhetően más-ként alakul, de ez a gondolat hamar ahhoz a kérdéshez vezet, hogy összességében megnyerhető-e egy nukleáris háború? E kérdés megválaszolásával pedig jelen írás nem kíván foglalkozni.

Két fontos kiegészítést is kell tenni a nukleáris és a kiberműveletek összehasonlításában. Az egyik, hogy nukleáris eszközök – különösen urbanizált területeken történő – alkalmazása rendkívül komoly, százezres vagy milliós nagyságrendű emberélet kioltásával és egy jelentős földrajzi terület használhatatlanná válásával járhat.

Az ötvenes évek elején ugyanakkor nem volt a társadalom ilyen magas szinten kitett a kritikus infrastruktúráknak. Ma is vannak (Magyarországon is) olyan létfontosságú rendszeremlékek, amelyekben egy bekövetkező kinetikus robbanás – megfelelően sajátos időjárási körülmények esetén – tízezres nagyságrendben okozná emberek halálát néhány napon belül. Ezzel párhuzamosan, mivel Magyarországon csak egy van belőle, és Európában sincs csak néhány másik, a gazdaság ellátás nélkül maradása is hatalmas károkat okozna.<sup>38</sup>

Az egyre növekvő interdependenciák miatt ugyanakkor egy csapás stratégiai minősége nem a támadás elsődleges méretében, hanem az okozott kár nagyságában lesz mérhető (akár egyetlen, jól kiválasztott célpont támadásával).<sup>39</sup> Más megközelítésben, egy rosszul felmért (másodlagos hatásokkal nem megfelelően számoló) taktikai méretű kibertámadás könnyen stratégiai szintűvé (eredményűvé) válhat.

A kiberképességek és -módszerek nagyfokú titkolásának a legfőbb oka pedig, hogy a kibercsapásmérés egyik legfontosabb értéke (és elrettentő ereje), hogy nem ismert, mi az a sérülékenység, amelyet a támadó ki fog használni.<sup>40</sup> Sokszor nem ismert továbbá az a dominóhatás sem, amelyet a támadás okozni fog, vagyis a támadó rendelkezhet olyan további információval, amelynek segítségével tud olyan másodlagos hatásról, amelyről a megtámadott nem tud – így nem is számít annak hatásaira.<sup>41</sup>

## 7. A kibertér mint megoldási tartomány

A nukleáris eszközök és az azokkal történő összehasonlítás a kibertér súlyára kíván rámutatni, vagyis a károkozási képesség lehetőségeire. Egy másik példán keresztül a konvencionális hadviselés kiberműveletekkel való kiválthatóságát vizsgáljuk meg.

A koreai háború során, 1953-ban, amikor a béketárgyalások már javában zajlottak, az Egyesült Államok továbbra is hatékony és erős csapásokkal kívánta folytatni műveleteit. Ennek keretében az alapvető elképzelés az északi élelmiszer-termelési képesség jelentős csökkentése és ezzel az élelmezésben történő súlyos zavarok okozása

<sup>38</sup> E tanulmány nem kíván tippet adni senkinek, így szándékosan nem nevez meg konkrét helyszínt és ágazatot. A szerző a saját munkái során több ilyen infrastruktúrát ismert meg gyakorlati oldalról is.

<sup>39</sup> A 2019 szeptemberében a szaúdi olajfinomítók elleni, drónokkal elkövetett támadás elérhető lett volna megfelelően végrehajtott kibertámadással is, bár a drónos támadás elkövetőinek sem anyagi, sem technikai, sem információs erőforrásaik nem lettek volna elégségesek hozzá. Vannak ugyanakkor olyan szervezetek, amelyek már rendelkeznek ilyen lehetőségekkel. Charlie Osborne: Hackers use Triton malware to shut down plant, industrial systems. *ZDNet.com*, 2017. december 15.; Nicole Periroth – Clifford Krauss: A Cyberattack in Saudi Arabia Had a Deadly Goal. Experts Fear Another Try. *The New York Times*, 2018.

<sup>40</sup> Nyilvánvaló, hogy sérülékenységekkel szemben lehet védekezni, ám a sérülékenység fokának csökkentése egyenes arányban áll a védekezésre fordított költségek nagyságával és a védekezéshez igénybe vett szakemberek tudásának és tapasztalatának kiterjedtségével.

<sup>41</sup> Például egy vízerőmű valamely túlhevülést felügyelő rendszerének kiiktatásával (annak az üzemeltető számára nem ismert infokommunikációs sérülékenységet kihasználva), utána a felügyelet nélkül maradt és túlterhelődött rendszer robbanásával, majd ezt követően az erőmű gát részének mechanikai sérülésével.

volt, amely az akkori tervezők véleménye szerint jogilag is elfogadható katonai cél lett volna – különösen azért, mert az északi területeken megtermelt 283 000 tonnát meghaladó rizs nagyobb része az északi katonák ételmezésére fordítódott.<sup>42</sup>

Az Egyesült Államok két opciót mérlegelt: (1) a megtermelt rizskészletek pusztítása a raktárak bombázásával; (2) a rizstermelés lehetőségeinek korlátozása. Mindkét koncepció elfogadható volt a stratégiai tervezők részére és a második megoldás részletes kivitelezésére az északi öntözőrendszer gátjainak felrobbantása látszott célszerű válasznak. Mai kifejezéssel ezt a stratégiai célt interdependenciáinak támadásaként íránk le – amely természetéből fakadóan másodlagos hatásként<sup>43</sup> eléri a kívánt eredményt.

A katonai parancsnokok ugyan elvetették a gátak lerombolásának komplex tervét, de három gát felrobbantására mégis parancsot kapott az Egyesült Államok légierije.<sup>44</sup>

A 2017-es Petro Rabigh finomító elleni kibertámadással párhuzamba állítva a támadó céljai sokban megegyeztek: kritikus infrastruktúrát támadni és annak rombolásával az adott infrastruktúra által kiszolgált gazdasági szereplőket korlátozni, illetve a támadott ország működésében jelentős fennakadást okozni. Nyilvánvaló különbség van a két művelet dinamikájában, hiszen a hagyományos bombázás végrehajtása a parancs kiadásától számítva 4–36 órán belül végrehajtható volt, és nem igényelt többéves előkészítést. Ugyanígy egyértelmű különbség van a két támadás költségében is, hiszen a repülőgépekkel és bombákkal végrehajtott támadás lényegesen magasabb költséggel jár.<sup>45</sup> Az óriási különbség azonban az, hogy kibertérben végrehajtott támadáshoz elsődlegesen infokommunikációs eszközökre van csak szükség,<sup>46</sup> amelyek nem számítanak katonai szakanyagnak, illetve a végrehajtói állomány komoly programozói és egyéb informatikai tudással rendelkező személyei esetében sem feltétel, hogy fegyveres testület hivatásos állományú tagjai legyenek.

## 8. Kibertámadás előjelzése

Konvencionális tartományokban végrehajtott katonai műveletek esetében az előjelzési képesség jelentősen eltér a kibertér műveleteinek ugyanilyen lehetőségeitől. Egy stratégiai<sup>47</sup> nukleáris csapás valamennyire előjelezhető volt a triád mindhárom aspektusában:

- földi indításnál: megfigyelt helyszínről történő indítás, röppályaelemzés;

<sup>42</sup> Robert Futrell: *The United States Air Force in Korea, 1950-1953*. 2. kiadás. Washington, D. C., Office of Air Force History, 1983.

<sup>43</sup> Az elsődleges hatás a gátak fizikai pusztítása lett volna, de mivel annak eredménye az öntözés ellehetetlenülése, így a rizstermesztés is komoly akadályokba ütközött volna.

<sup>44</sup> A ledobott több tonnányi robbanóanyag a háromból csak két gátat tudott felrobbantani, és azokat is csak indirekt módon, mert a gátak órákkal a légi csapásokat követően a robbanások okozta szerkezeti gyengülés következtében omlottak le.

<sup>45</sup> A költségek elemzése természetesen ennél jóval összetettebb, hiszen nagyon komoly szakállomány szükséges a háttérben mindkét típusú támadás kivitelezéséhez.

<sup>46</sup> Természetesen a támadást előkészítő hírszerzési adatok nem mellőzhetők, ahogy a végrehajtás kivitelezési módjához és időzítéséhez is jellemzően titkosszolgálati forrásokból származó információk szükségesek.

<sup>47</sup> Hangsúlyozottan stratégiai és nem taktikai csapásról van szó, amely nem 1-2 rakéta indítását jelenti. Földi indításnál nem tekintendő e kategóriába tartozónak például a vonatról vagy az önjáró állványról való indítást.

- tengeri indításnál: a helyszín nehezebben volt készenléti állapotában figyelhető, de az indításra használt eszközök közelítő helyszínei nagyságrendileg ismertek voltak;
- légi indításnál a légi jármű követhető volt, és ismerhető volt a típusa, így a feladata is.

A példákat követve, hagyományos bombázás esetében például a légi járművek radarral követhetők – feltételezve, hogy a támadó a megtámadott légvédelmi képességeit nem semmisítette meg.

Kiberhadviselés esetében az előjelzésnek két fő módozata lehet. Az első a hírszerzés,<sup>48</sup> mivel stratégiai szintű kibercsapásméréshez rendkívül komoly előkészületek szükségesek, amelyek részleteit nagyon nehéz titokban tartani – így egy jól működő (különösen szövetségi rendszerben üzemelő) hírszerzési rendszer bizonyos részeit fel fogja fedni. Ez különösen igaz akkor, ha az adott támadó fegyveres erején kívül az adott ország más kormányzati szerveit is (részlegesen) be kell vonni. Más a helyzet, ha a stratégiai szintű kiberműveletet egy stratégiai szintű osztályon (szárazföldi, légi, kiber- [adott esetben tengeri] tartományokkal is kiegészítve) komplex műveletként hajtják végre.

A második előjelzési mód a saját infokommunikációs rendszerek megfigyelése és elemzése.<sup>49</sup> Egy nem fertőzött, normál működésű hálózatban a felhasználói szokások alapján viszonylag jól feltérképezhető az átlagos működés, amely jellemző arra az adott hálózatra. Az ettől való eltérések vizsgálatával (bármilyen irányban) általában megállapítható, hogy az kockázatot/fenyegetettséget jelent-e, vagy normál használatból eredő, indokolt eltérés.<sup>50</sup> Ez az elemzés értelmezhető egy pár tucat eszközből álló hálózaton ugyanúgy, mint egy több tízezer hálózati végponttal rendelkező nagyvállalati hálózaton vagy komplex kormányzati infokommunikációs rendszeren.<sup>51</sup> Az ilyen folyamatos elemzés rendkívül jó kiindulási alapot biztosíthat, ám egyáltalán nem biztos, hogy választ ad a támadást elkövetni szándékozó személyére. Indirekt módon szolgálhat ugyanakkor információval, mert az elkövetési módok vagy az azokhoz alkalmazott kártevők lehetnek jellemzőek egy-egy elkövetői csoportra.<sup>52</sup>

Ennek a megfigyelő-elemző munkának egyik alapfeltétele a lehető legnagyobb elemzési tartomány rendelkezésre állása, vagyis a hálózati forgalom offline (nem

<sup>48</sup> A hírszerzés mint előjelzési mód minden tartományra igaz. Megvalósulási formája tartományonként és haderőnemenként jelentősen eltér, de közös alapokon nyugszik. Jellemzően minden támadásnak vagy oka, vagy célja van. Ha oka van, akkor valamilyen előzménye is van, amely elvileg megismerhető. Egy komplex nemzetközi politikai/katonai környezetben ezek az okok roppant szerteágazók lehetnek, és egyáltalán nem biztos, hogy észszerű időn vagy racionális kereteken belül megismerhetők. Amikor az okokhoz elhatározás és tervvel szándék kapcsolódik, akkor lesz belőlük fenyegetettség, amelyek bekövetkezésének egyik előjelzési módja a hírszerzés: a fenti fenyegetettségeket, okokat, célokat és azok hátterét fogja felderíteni, elemezni és értékelni.

<sup>49</sup> Kovács László: *A kibertér védelme*. Budapest, Dialóg Campus, 2018. Az így elemzett adatok felhasználásával történik a korai előrejelzés, angol elnevezéssel: Early Warning System (EWS).

<sup>50</sup> Malik Shahzad Kaleem Awan – Pete Burnap – Omer Rana: Identifying Cyber Risk Hotspots: A Framework for Measuring Temporal Variance in Computer Network Risk. *Computers & Security*, 57. (2016), 31–46.

<sup>51</sup> Természetesen jelentős eltérések lesznek az alkalmazott elemző rendszerben, azok kapacitásában és elemzési komplexitásában.

<sup>52</sup> Itt kapcsolódik a tanulmány első részében részletezett bizonyíthatóság és az állami szereplők. (Kralovánszky Kristóf: *A kibertér fejlődése. Hadmérnök*, 14. (2019), 4. 197–212.)

valós idejű) elemezhetősége, amelyhez a hálózat méretének növekedésével rendkívül komoly méretű tárcapacitásra és feldolgozási sebességre van szükség.

Hasonló elemzésnek kell(ene) történnie<sup>53</sup> egy bekövetkezett támadást követően is, amikor az elkövető személyének a megállapítására van szükség.<sup>54</sup> Az óriási különbség az, hogy egy támadást követően sokkal jobban ismerhető, hogy mit kellett volna keresni, míg egy támadás előtt ez az információ a legkritikább esetben áll csak rendelkezésre.<sup>55</sup>

## 9. Összegzés, következtetések

A kibertérben a klasszikus értelemben vett támadás és az azzal szembeni elsődleges védekezés szereplői ma már általában ugyanabból a körből kerülnek ki, mint a hagyományos hadviselés esetében, ahol a légitámadásra jellemzően a katonai légvédelem válaszolt, vagy ahol a tüzérségi tüzet a szemben álló oldal tüzérsége – esetleg valamely más katonai csapásmérő egysége hajtotta végre. Ennek elsődleges oka, hogy az állami akarat- és érdekérvényesítés eszköztárának továbbra is egyik fontos része a hadviselés (vagy az azzal történő elrettentés), amelyben tartományként a kibertér szerepe és hangsúlya folyamatosan növekszik.

Kibertámadások és az azokra adott válaszok esetében a támadó és védekező erők gyökeresen eltérőek lehetnek, különösen akkor, ha az adott válasz nem az elektromágneses spektrumban történik, hanem kinetikus eszközökkel valósul meg.

Visszatekintve az elmúlt 20 évre, a kiberműveletek<sup>56</sup> egy alapvetően egzotikus minőségből (mint izgalmas, de nem meghatározó lehetőség) fejlődtek a modern hadviselés meghatározó és megkerülhetetlen részévé, amelyek hadászati, hadműveleti és harcászati szinteken egyaránt számításba veendő, és támadásként történő bekövetkezésüket (támadás lehetséges elszenvedését) szinte minden más hadviselési módozatot megelőzően mérlegelni kell, illetve az arra történő felkészülést körültekintően és széles körű, szakértő szakmai alapokon el kell végezni, úgy nagyvállalati, mint nemzeti szinten – vagyis polgári és katonai tekintetben egyaránt.

Kiberműveletek alkalmazása a támadói oldalon egyre komolyabb felelősség főként azért, mert nehéz előre tudni, hogy egy támadásra hol és milyen formában fog érkezni a válasz – hiszen a válaszban egy sérülékenységet fognak viszont támadni, amely sérülékenységről egyáltalán nem biztos, hogy az eredeti agresszor tud. A támadó számára pedig azért is hatalmas a kockázat, mert a számára ismeretlen interdependenciákon keresztül olyan, nem szándékos károkozást is elérhet, amely az eredeti csapásmérési

<sup>53</sup> Az angol szakirodalom ezt a folyamatot hívja IT forensics-nek, vagyis digitális nyomkeresésnek.

<sup>54</sup> Simson Garfinkel: Digital Forensics Research: The next 10 years. *Digital Investigation*, 7. (2010), 64–73.

<sup>55</sup> Az előbbieket inkább a technikai felderítési csoportba tartoztak, ám ugyanennyire fontos a kibertérrel érintő kereskedelmi típusú hírszerzés egyik klasszikus példája a „Threat Intelligence”, amelyet a vezető kiberbiztonsági cégek szolgáltatásként értékesítenek. (Aviram Zrahia: Threat Intelligence Sharing between Cybersecurity Vendors: Network, Dyadic, and Agent Views. *Journal of Cybersecurity*, 4. (2018), 1.; Jori Pascal Kalkman – Lotte Wieskamp: Cyber Intelligence Networks: A Typology. *The International Journal of Intelligence, Security, and Public Affairs*, 21. (2019), 1. 4–24.) Ennek egyik alapja ugyanúgy technikai hírszerzés, a fent leírt módon, csak a saját eszközeik és szoftvereik által védett hálózatokból beérkező anonimizált információkból.

<sup>56</sup> Hangsúlyosan különbséget téve a tisztán elektronikai hadviselés és a kiberműveletek között.

szándékhoz képest jelentős eszkalációt eredményezhet – és amely a kibertéren messze túlmutathat.

A kibertér műveleteinek jelentős felértékelődése gyökeres paradigmaváltást jelent, amelynek alapjai az információs társadalom rohamos térnyerésében keresendők, és a mögötte lévő exponenciális technológiai fejlődésnek az eredményei. Korunk világpolitikájának meghatározó részei és egyensúlyi tényezői lettek az államok kiberképességei és az azokkal történő részleges akaratérvényesítés. Nem opció egy fejlett országnak vagy fejlett országok stratégiai szövetsége tagállamának,<sup>57</sup> hogy a kibertérrel és az abban végzett műveleteket ne sorolja legalább azonos szintre a többi hadműveleti tartomány képességi elvárásával. Meg kell teremtenie, üzemeltetnie kell, és folyamatosan naprakészen rendelkezésre állón kell tartania továbbá mindazt a saját tudást és technológiát, amely segítségével a kibertérben a felkészültsége nagyságrendileg egyezni tud a vele – mint állammal – közel azonos méretű és/vagy geopolitikai státuszú más államok hasonló képességével. Ugyanakkor meg kell védenie saját szuverenitását a kibertérben, megőrizve ezzel az állam ilyen értelmű stabilitását. A kritikus infrastruktúrák kibervédelmén keresztül pedig a gazdasági szolgáltatások és a lakosság alapvető ellátásához szükséges erőforrások is biztonságban megőrizhetők.

## Felhasznált irodalom

- Awan, Malik Shahzad Kaleem – Pete Burnap – Omer Rana: Identifying Cyber Risk Hotspots: A Framework for Measuring Temporal Variance in Computer Network Risk. *Computers & Security*, 57. (2016), 31–46. Online: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2015.11.003>.
- Corn, Gary: Cyber National Security: Navigating Gray Zone Challenges In and Through Cyberspace. In *Complex Battlespaces*. Oxford University Press, 2019. Online: <https://doi.org/10.1093/oso/9780190915360.003.0012>
- Futrell, Robert: *The United States Air Force in Korea, 1950-1953*. 2. kiadás. Washington, D. C., Office of Air Force History, 1983. Online: <https://media.defense.gov/2010/Dec/02/2001329903/-1/-1/0/AFD-101202-022.pdf>
- Garfinkel, Simson: Digital Forensics Research: The next 10 years. *Digital Investigation*, 7. (2010), 64–73. Online: <https://doi.org/10.1016/j.diin.2010.05.009>
- Haig Zsolt: *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2018.
- Haig Zsolt – Hajnal Béla – Kovács László – Muha Lajos – Sik Zoltán Nándor: *A kritikus információs infrastruktúrák meghatározásának módszertana*. ENO Advisory Kft., 2009. Online: [https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2009/10/a\\_kritikus\\_informacios\\_infrastrukturak\\_meghatározasanak\\_modszertana.pdf](https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2009/10/a_kritikus_informacios_infrastrukturak_meghatározasanak_modszertana.pdf)
- Haig Zsolt – Kovács László: *Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrái*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

<sup>57</sup> Természetesen a szövetségi rendszernek önmagának is rendelkeznie kell koordinált kiberképességekkel, amely azonban a tagállamok hasonló képességén nyugszik.

- Hubbard, Ben – Palko Karasz – Stanley Reed: Two Major Saudi Oil Installations Hit by Drone Strike, and U.S. Blames Iran. *The New York Times*, 2019. szeptember 14. Online: [www.nytimes.com/2019/09/14/world/middleeast/saudi-arabia-refineries-drone-attack.html](http://www.nytimes.com/2019/09/14/world/middleeast/saudi-arabia-refineries-drone-attack.html)
- Paganini, Pierluigi: Triton Malware Hits Critical Infrastructure in Saudi Arabia. *Infosec*, 2017. december 18. Online: <https://resources.infosecinstitute.com/triton-malware-hits-critical-infrastructure-saudi-arabia/#gref>
- Kalkman, Jori Pascal – Lotte Wieskamp: Cyber Intelligence Networks: A Typology. *The International Journal of Intelligence, Security, and Public Affairs*, 21. (2019), 1. 4–24. Online: <https://doi.org/10.1080/23800992.2019.1598092>.
- Kovács László: *A kibertér védelme*. Budapest, Dialóg Campus, 2018.
- Kovács László: Kritikus információs infrastruktúrák Magyarországon. *Hadmérnök*, 1. (2007), Robothadviselés konferencia különszám. 1–20.
- Kralovánszky Kristóf: A kibertér fejlődése. *Hadmérnök*, 14. (2019), 4. 197–212. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.4.13>.
- Kralovánszky Kristóf: A villamosenergia-rendszer kiber- és nemzetbiztonsági kockázatai (1. rész). *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7. (2019), 3. 40–57. Online: <https://doi.org/10.32561/nisz.2019.3.4>
- Osborne, Charlie: Hackers use Triton malware to shut down plant, industrial systems. *ZDNet.com*, 2017. december 15. Online: [www.zdnet.com/article/hackers-use-triton-malware-to-shut-down-plant-industrial-systems/](http://www.zdnet.com/article/hackers-use-triton-malware-to-shut-down-plant-industrial-systems/)
- Periroth, Nicole – Clifford Krauss: A Cyberattack in Saudi Arabia Had a Deadly Goal. Experts Fear Another Try. *The New York Times*, 2018. Online: [www.nytimes.com/2018/03/15/technology/saudi-arabia-hacks-cyberattacks.html](http://www.nytimes.com/2018/03/15/technology/saudi-arabia-hacks-cyberattacks.html)
- Norsk Hydro Unit Begins Operating at 50% of Capacity After Cyber Attack. *Insurance Journal*, 2019. március 21. Online: [www.insurancejournal.com/news/international/2019/03/21/521324.htm](http://www.insurancejournal.com/news/international/2019/03/21/521324.htm)
- Terdiman, Daniel: Stuxnet delivered to Iranian nuclear plant on thumb drive. *Cnet*, 2012. április 12. Online: [www.cnet.com/news/stuxnet-delivered-to-iranian-nuclear-plant-on-thumb-drive/](http://www.cnet.com/news/stuxnet-delivered-to-iranian-nuclear-plant-on-thumb-drive/)
- The Highly Dangerous 'Triton' Hackers Have Probed the US Grid. *Wired*, Elérés 2019. június 14. Online: [www.wired.com/story/triton-hackers-scan-us-power-grid/](http://www.wired.com/story/triton-hackers-scan-us-power-grid/)
- UN Cannot Confirm Iran behind Saudi Oil Attacks. *BBC News*, 2019. december 11. Online: [www.bbc.com/news/world-middle-east-50742224](http://www.bbc.com/news/world-middle-east-50742224)
- Varga Gergely: A szuverenitás különböző megközelítései és jelentéstartalma. *Nemzet és biztonság*, (2015), 1. 30–38.
- Zrahia, Aviram: Threat Intelligence Sharing between Cybersecurity Vendors: Network, Dyadic, and Agent Views. *Journal of Cybersecurity*, 4. (2018), 1. Online: <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyy008>





Marlok Tamás<sup>1</sup>

## Virtuálisvalóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei 2. rész

A technológia lehetőségei a kiképzés szemszögéből

### In-House Development Possibilities of Virtual Reality Based Tactical Simulation Training Devices, Part II

#### Possibilities of Technology from the Aspect of Training

Az informatika és mikroelektronika technológiai fejlődésével a virtuálisvalóság-eszközök egyre hatékonyabbá válnak, egyre nagyobb beleélést, a valóság egyre pontosabb szimulációját teszik lehetővé. Ezt a technológiát a gazdaságilag fejlettebb államok katonai és rendvédelmi szervezetei már több mint egy évtizede kezdték el alkalmazni különböző területeken. Jelen tanulmányban azt kívánom igazolni, hogy ez a technológia mára elérte azt a fejlettségi szintet és modularitást, amikor alkalmazott kutatások eredményeként olyan saját eszközöket tudunk fejleszteni, amelyek akár nemzetközi szinten is piacképes alternatívát jelenthetnek a magas költségű rendszerekkel szemben, és amelyekkel a kiképzés bizonyos területei forradalmasíthatók. A cikksorozat második részében szintén a technológia lehetőségeit vizsgálom, de már a kiképzési terület szemszögéből, azaz a VR-eszközök milyen kiképzési célokra felelhetnek meg. A cikksorozat harmadik részében fogok kitérni a tárgyalt eszközök korlátaira, amelyekre fejlesztés során fokozottan ügyelni kell.

**Kulcsszavak:** virtuális valóság, harcászati szimuláció, szimuláció, gyakoroltató eszköz, kiképzés

<sup>1</sup> Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: [marlok.tamas@uni-nke.hu](mailto:marlok.tamas@uni-nke.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2132-7163>

Through the recent immense developments in information technology and micro-electronics, virtual reality (VR) devices have become increasingly sophisticated, providing close-to-real life experiences. VR technology has proved to be an essential training tool in various military and law enforcement applications for over a decade. My article series is aimed at uncovering the remarkable in-house development possibilities based on the accessibility and modular nature of this technology. Through applied research, these state-of-the-art VR platforms may deserve recognition and have the potential to revolutionise certain components of training methods. In the second part of my series, my objective is to investigate the possibilities of VR technology from the aspects of military and law enforcement training. My goal is to examine the parameters and specifications of these equipments that make them usable for these kinds of functions. In the third article I will explore the deficiencies of these equipments, which require attention in an in-house development.

**Keywords:** Virtual reality (VR), tactical simulation, military training, law enforcement training

## 1. Bevezetés

A cikksorozat előző részében általánosságban tekinthettünk át olyan, saját projektekhez is könnyen elérhető virtuálisvalóság- (VR-) termékeket és -alaptechnológiákat, amelyek egy kialakításra kerülő taktikai kiképzőrendszer építőelemeit jelenthetik a jövőben. Érzékeltettem, hogy a technológia jelenlegi állása szerint milyen lehetőségekkel, illetve nehézségekkel számolhatunk az ilyen eszközök fejlesztése során, valamint hogy milyen irányban zajlanak jelenleg is kutatások. Jelen cikkben arra törekszem, hogy egy szinttel mélyebben vizsgáljam a VR-megoldásokban rejlő lehetőségeket, elsősorban a taktikai szintű (lőkiképzés, harcászat és intézkedéstaktika) kiképzési terület igényeinek szempontjából. Az ezt követő cikkben a hátrányokat is elemezni fogom, a teljesség érdekében. A VR-eszközökkel végrehajtott kiképzést interaktív szimulációnak hívjuk, amikor egy szimulált környezetben, gépi (mesterséges intelligencia által irányított), illetve valós szereplőkkel és a virtuális térrel interakcióba lépve kell a kiképzés alanyának feladatokat végrehajtani úgy, hogy a többi szereplő és a virtuális tér elemeinek viselkedése alapján kell döntéseket hozni, illetve az eseményekre reagálni. A virtuális tér szabadon alakítható, rendelkezésre állnak azok a szoftverek, amelyek segítségével bármilyen kiképzési szituációt létrehozhatunk, ehhez szinte csak szakértői tudás, szoftverfejlesztési, illetve 3D-modellezési kompetencia szükséges. A lehetőségeket így az előző cikkben felvázolt technológia elemei, maguk a hardverek képességei határolják be, ezek jellemzőit érdemes tüzetesebben, a taktikai és lőkiképzés szemszögéből vizsgálni. Ezek a rendszerek olyan komplex feladatokat szimulálnak, ahol gyors taktikai döntéshozatal és fegyverhasználat szükséges, így ezek a rendszerek általában kettős rendeltetésűek, a katonai épületharcászati és a rendvédelmi intézkedéstaktikai kiképzés területén egyaránt használhatók, illetve számos országban használatban is vannak (1. ábra). A vizsgálódásomat nem a jelenleg is hatályos, sokszor idejétmúlt kiképzési doktrínák korlátai között, hanem egy új szemlélet mentén végeztem. Technológiai megközelítésből azt vizsgálom, hogy egy személyi (lő) fegyver használatát igénylő

szituációban, ahol a katona vagy rendőr élete közvetlen veszélyben foroghat, melyek azok a mozzanatok, fogások, amelyeket taktikai szimulációban, ezen belül is virtuális valóság eszközökkel szimulálni, gyakoroltatni tudunk. Az elemzés a VR-technológia jellemzőin vezet végig, amelyekhez folyamatában kapcsolom hozzá, hogy az adott jellemző milyen lehetőséget teremt a kiképzés területén.

## 2. Az immerzivitás<sup>2</sup> mint alapvető szükséglet

A VR-technológia fejlettségi szintje nagyon fontos az ilyen rendszerek szolgáltatásainak értékelése során, mert alapvetően ez határozza meg a felhasználó számára nyújtott immerzivitás (beleélhetőség, jelenlét) mértékét. Ez az immerzivitás elengedhetetlen ahhoz, hogy a VR-rendszerek kiképzésben való felhasználása során minél nagyobb tudástranszfer tudjunk megvalósítani.<sup>3</sup> Azokat a tényezőket kell tehát vizsgálnunk, amelyek az immerzivitás mértékét befolyásolják a szimuláció során. Ezen belül is olyan technikai paramétereket emeltem ki, amelyek kiképzési szempontból lehetnek fontosak. Látni fogjuk, hogy vannak olyan paraméterek, amelyek megléte elengedhetetlen, és vannak olyan tényezők, amelyek megléte opcionális, – azaz azok nélkül is lehet jó kiképző eszközt fejleszteni, ha szűkebb funkcionalitással is –, illetve olyanokat is találhatunk, amelyek a megvalósíthatóság szempontjából komplementer komponensként kezelhetők.



1. ábra

*V-Armed taktikai kiképző eszköze, egyik legnagyobb beleélést biztosító (immerzív) eszköz.*

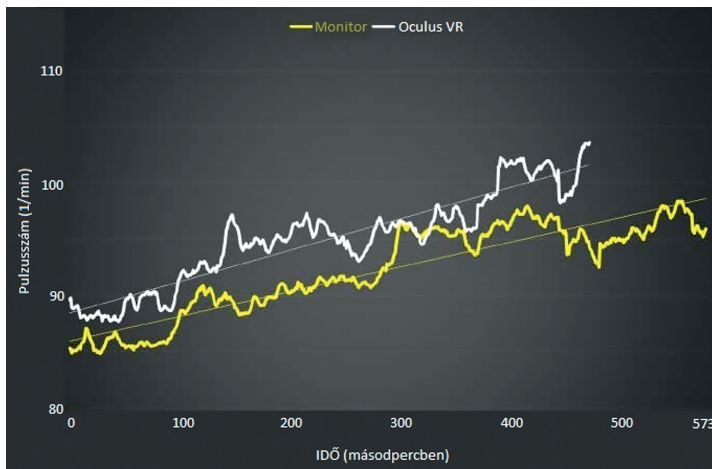
Forrás: Tammy Waitt: V-ARMED: Experience Next-Gen Simulation. *American Security Today*, 2019. november 14.

<sup>2</sup> Beleélhetőség, jelenlét érzete szimulációk esetén.

<sup>3</sup> Mantovani, Fabrizia – Gianluca Castelnovo: Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through earning Experience in Virtual Environments. In Giuseppe Riva – Fabrizio Davide – Wijnand A. IJsselsteijn (eds.): *Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments*. Amsterdam, IOS Press, 2003. 164–181.

Az immerzivitás a *Bournemouth Egyetemen*, a *School of Design, Engineering and Computing* által is vizsgálat tárgyát képezte már 2013-ban,<sup>4</sup> ahol a kutatás keretein belül fejlesztettek egy labirintusban játszódó FPS-játékot,<sup>5</sup> amelynek az volt a célja, hogy félelmet keltsen a játékosban. A játékmenet minden esetben azonos volt, de a játékosoknak sík (hagyományos) monitoron és Oculus Rift virtuálisvalóság-rendszeren is végig kellett játszaniuk, még hozzá úgy, hogy a pulzusszámukat folyamatosan monitorozták.

A pulzusszámgrafikonon (2. ábra) láthatjuk, hogy a képernyőn történt játék is emelte a pulzusszámot (sárga vonal), de az emelkedési tendencia 5 perc után megtörni látszik, a felhasználó hozzászokik az élményhez. A fehér vonalon – amely a VR-eszköz görbéje – viszont látszik, hogy szignifikánsan magasabb a pulzusszám a játék csaknem minden részén. Fontos megjegyezni, hogy a tesztalanyok először képernyőn, majd ezután Oculus-szal végezték el a kísérletet, így már előre tudták, mi fog történni a játékban, mégis ennek ellenére mérték a magasabb pulzusszámot. Az ilyen, valóban mérhető fiziológiai jellegű hatás a kiképzésben a stresszhelyzetek, ezen keresztül a kognitív képességek beszűkülésének szimulálása érdekében válik szükségessé, azaz a feladat végrehajtóját olyan mentális állapotba próbáljuk hozni, amellyel egy valós, életét veszélyeztető szituációban is találkozhat, és amelyben akár „élet-halál” típusú döntéseket kell hoznia.



2. ábra

*A pulzusszám alakulása ugyanazzal a játékkal játszva, képernyőn (sárga) és VR-eszközön (fehér).*

*Forrás: Halley-Prinable (2013) i. m. 27. alapján a szerző szerkesztése*

A másik oldalról tekintve, az ilyen helyzeteket többször gyakoroltatva ezt a stresszfaktort csökkenteni lehet, ami segíthet a hasonló helyzetek higgadtabb, ezáltal hatékonyabb kezelésében. A stresszkezelés képességét, a feladatok úgynevezett Cooper-színiskála

<sup>4</sup> Halley-Prinable, A.: *The Oculus Rift and Immersion through Fear*. Bournemouth University, School of Design, Engineering & Computing, 2013.

<sup>5</sup> FPS: First Person Shooter – olyan videójáték, ahol a szereplő szemszögéből látjuk a világot.

mentén történő lépcsőzésével fokozatosan fel lehet építeni.<sup>6</sup> Az ilyen szimulációs rendszerekben a legfontosabb, hogy a lehető legtöbb olyan tényezőt tudjuk felsorakoztatni, amelynek segítségével a kiképzés alanyai egy valós helyzetben érezhetik magukat, illetve a reakcióik, amelyeket a rendszerrel gyakorolhatnak, minél jobban hasonlítsanak a valóságban mutatott reakciókkal. Ezeket a reakciókat a kiképzés során javítani, formálni, gyakoroltatni lehet, ezáltal növelve a későbbi túlélés esélyét.

Az első, de nem elengedhetetlen tényező az immerzivitáshoz a vizuális érzékelés életszerűsége, azaz a grafikai megjelenítés minősége, részletgazdagsága. A kép megjelenítésének nem kell tökéletesnek vagy fotórealisztikusnak lenni bizonyos gyakoroltatóeszközök esetében, de taktikai szimulációnál már ez is fontos szükséglet bizonyos készségek gyakorlása során vagy esetleges, a tevékenységben elkövetett hibák feltárásához. Ilyen tényezők lehetnek például – amelyeket érdemes modellezni – a szemből vakító nap, meleg levegő miatti képtorzulás, tükröződések, valamint az árnyék és fény egyéb hatásai. Egy döntési szituációban üveg vagy szélvédő mögött elhelyezkedő fenyegetést is azonosítani kell tudni, vagy egy esetleges fedezékválasztásnál a sötét és világos területek, a nap helyzetének figyelembevétele is fontos lehet. A szimulációs eszköznek továbbá képesnek kell lennie arra, hogy olyan képet mutasson, amelyből a kiképzés alanya meg tudja különböztetni a környezet különböző felületeit, építőanyagokat, ezáltal egy esetleges lövés leadásakor a gurulat vagy áthatolás lehetőségeit is képes legyen felmérni.



3. ábra

*Unreal Engine 3D grafikai keretrendszerrel készült program megjelenítési minősége taktikai szimulációban, másodpercenként 40-90 képkockafrissítési frekvencia mellett.*

Forrás: Sébastien Lozé: Efficient police virtual training environment in VR by V-Armed. *Unreal Engine*. 2019. november 27. Online: [www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed](http://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed)

<sup>6</sup> Erdős Ágnes – Gáspár Miklós: A lőkiképzés szerepe a magyar rendészeti felsőoktatásban. *Magyar Rendészet*, 19. (2019), 4. 53–60.

Esetünkben fontos tehát a környezet grafikus megjelenítésének minősége, de szerencsére manapság ez már nem is jelent gondot. Két ingyenesen is hozzáférhető fejlesztői keretrendszer, az Unreal Engine<sup>7</sup> és az Unity<sup>8</sup> segítségével is szinte fotórealisztikusan tudnak szintetikus környezetet megjeleníteni. Egy ilyen kidolgozott háromdimenziós virtuális teret (3. ábra) a számítógépünk monitorja előtt ülve is képesek vagyunk teljes egészében bejárni, a fentebb taglalt grafikai megjelenítéstől függően a legapróbb részleteit megfigyelni, azzal interakcióba kerülni. Ahhoz viszont, hogy ezt ebben a formában megtegyük, valamilyen ember-gép interfészt kell alkalmaznunk, ami legtöbb esetben nem természetes interakciót követel meg, hanem valamilyen indirekciós rétegen keresztül érhetjük el a kívánt hatást a virtuális térben. Ezt úgy kell érteni, hogy nem azt teszem, amit a valóságban tennék, hanem egy hardvereszközt működtetek. Még pontosabban azt jelenti, hogy amikor előre akarok haladni a virtuális térben, akkor nem lépni fogok egyet, hanem lenyomok egy billentyűt, illetve ha oldalra akarok nézni, akkor nem a fejemet fordítom el, hanem az egeret húzom a megfelelő irányba. Hozzá kell tenni azt is, hogy az ember-gép interfész beviteli eszközein kívül a kimenet, azaz a virtuális tér érzékelése, érzékeltetése is erősen korlátozott. A monitor alapvetően a háromdimenziós térről készült, kétdimenziós képkockákat fogja megjeleníteni a szimulációknál elvártaknak megfelelően: 40-60-szor frissítve azt másodpercenként, a tér egy sík, korlátozott méretű felületén (a monitor képernyője). Ez bőven elég ahhoz, hogy egy háromdimenziós környezetben navigáljunk (épület, terep), valamint a tárgyak elhelyezkedését relatív szögek alapján behatároljuk, de a tér és a távolságok érzékelése ilyen esetben nagyon pontatlan lehet. Az immerzivitást tehát főleg azzal lehet jellemezni, hogy a bevétel mennyire természetes, az interakció mennyire azonos a természetes tevékenységgel, a virtuális tér érzékelése pedig mennyire felel meg a valós érzékelésnek, azaz például a szögek és távolságok alapján tudunk-e pontosan tájékozódni. Egyértelmű, hogy ez a két tényező, a tér érzékelése és a bevétel természetessége, a valós jelenlét és a saját testérzetet adja hozzá a szimulációhoz, az immerzivitás tehát főleg ezektől függ. Ki kell térni arra is, hogy egy taktikai szimuláció esetén a környezet (tárgyak és emberek) jellemzőinek, viselkedésének is a valósághoz minél jobban kell hasonlítania, de ez már a tervezés, programozás és a feladatot tervezők felelőssége, nem pedig a technológia függvénye.

### 3. Az alaprendszerek által biztosított lehetőségek a kiképzésben

Mint korábban láthattuk, a bevétel és az érzékelés természetessége, valósághoz közeli mivolta alapvető szükséglet. A virtuálisvalóság-sisakok (VR-szemüvegek, Helmet Mounted Display: HMD-k) már önmagukban is képesek nagy immerzivitású élmény nyújtására részleges természetes beviteli megoldásokon keresztül (például fej követése), illetve a háromdimenziós kép megjelenítése által. Technikailag a fej mozgása és a virtuális látótér össze van kapcsolva, tehát ha csak azt vesszük, hogy

<sup>7</sup> Training & Simulation. *Unreal Engine*.

<sup>8</sup> Unity. Online: <https://unity.com/>

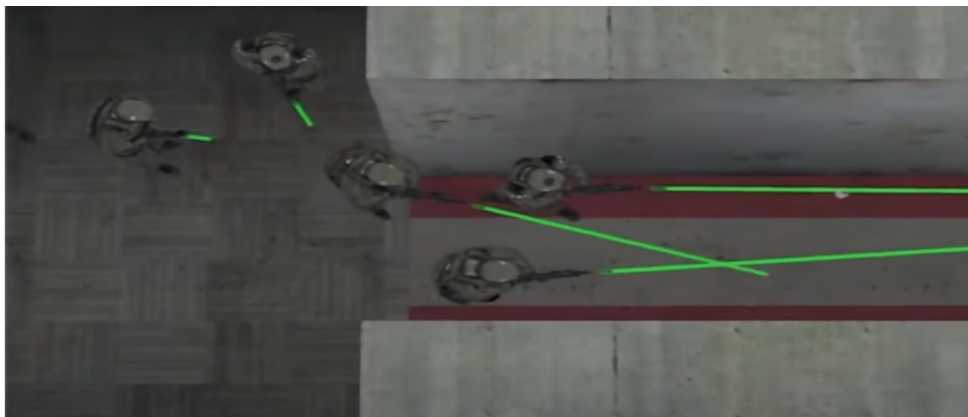
a fej mozgásával a látóteret tudjuk mozgatni, már önmagában egy természetes beviteli funkciót kapunk. A fej és a test forogásával a teljes tér belátható, míg az ilyen eszköz a fej stacioner helyzetében is több látóteret biztosít, mint egy átlagos monitor, mivel a látószög közel – vagy teljesen – azonos a természetes látószöggel. A különböző fejlettségű szintű – cikksorozat előző részében áttekintett – HMD-k használói hatalmas minőségi ugrásnak érzékelik az első és a „másfeledek” generációs rendszerek 110 fokos vízszintes látószöge után az újabb rendszerek által biztosított, 130–200 fokos látószögeket. Saját tapasztalatomból hozzá kell tennem, hogy viszonylag ritka és feladatra fókuszált használat esetén, ami heti 2-3 órát jelent, nem észrevehető, nem zavaró a korlátozott látószög, illetve, ha a függőleges látószöget is vesszük, a látótér. A háromdimenziós megjelenítés, azaz a két szem számára külön *renderelt*<sup>9</sup> képek a tér érzetét szinte tökéletesen adják vissza. A VR-eszközök a fentiek miatt jól alkalmazhatók olyan szituációk gyakoroltatása, ahol „360 fokos” figyelem szükséges. A fejet mozgatva mozog a látótér, tehát egy oldalra- vagy hátranézés a fej mozgásával, a természetes cselekvéssel azonosan hajtható végre. A kiképzés alanyaival a megfelelő virtuális térben gyakoroltathatók például az úgynevezett szkennelési technikák – azaz a tér különböző pontjainak szisztematikus, ismétlődő figyelése, kontrollja –, épületharcban, szűk helyeken a mozgás során megnyíló, veszélyt rejtő irányok szögek figyelésének technikái. A jelenlegi technológia a leggyorsabb fejmozgást is késleltetés nélkül követi le, a hirtelen fejmozdulatokat megkövetelő szituációkban is jól működik. A fejkövetés sebességét a mozgás végrehajtásától a kijelzőn megjelenő kép megfelelő változásának késleltetésével mérik (*motion-to-photon latency*), ami a mostani rendszerekben 20-150 ms körüli érték, a szoftver- és a hardverképeségektől függően.<sup>10</sup> A természetes bevitel, ezáltal gyakoroltatás lehetőségén túl ezáltal megnyílik egy, a kiképzésben nagyon fontos további lehetőség is. A taktikai kiképző szimulációs szoftverek egyik fő eleme az utólagos kiértékelés (AAR),<sup>11</sup> amelyhez az összes szükséges paramétert rögzítik a feladat-végrehajtás során (4. ábra). Az így felvett végrehajtásból, a szoftver képes megjeleníteni vagy akár elemezni azt, hogy a feladatot végrehajtó mit látott, látott, mivel a fej pontos iránya és látótér minden pillanatban ismert. Az esetleges szkennelési, átvizsgálási hibából adódó vak foltok mérhetőek a kiértékelők vagy akár automatikus gépi algoritmus által is. Ha már az utólagos kiértékelésről beszélünk, a tanulmány előző részében említett fegyvervirtualizációval,<sup>12</sup> a fegyver helyzete, csövének iránya is folyamatosan követhető.

<sup>9</sup> A *renderelés* az angol *render*, *rendering* szóból származik: számítógép által, a virtuális háromdimenziós térből az adott nézőpont alapján kétdimenzióssá leképezett kép.

<sup>10</sup> Song-Woo Choi – Siyeong Lee – Min-Woo Seo – Suk-Ju Kang: Time Sequential Motion-to-Photon Latency Measurement System for Virtual Reality Head-Mounted Displays. *Electronics*, 7. (2018), 9.

<sup>11</sup> AAR: After-action review – a (kiképzési) feladat végrehajtása utáni, az oktatókkal és végrehajtókkal tartott közös kiértékelés, a feladat során rögzített adatok alapján.

<sup>12</sup> A virtuális térbe és szimulációba nemcsak magát a személyt, hanem valós eszközöket és fegyvereket is be lehet vinni úgy, hogy a személy a valós eszközt használja, ami pontosan megjelenik a szimulációban is.



4. ábra

Végrehajtás utáni kiértékelés egyik képernyője a Raytheon (MotionReality) „VIRTSIM” nevű rendszerében. A képen ki van kapcsolva a látótér megjelenítése, de a zöld vonalak a fegyverek csövének irányát jelölik.

Forrás: VIRTSIM: After Action Review (AAR). Youtube, 2013. április 19. alapján a szerző szerkesztése

A látótér irányának és szögének, a cső irányának, valamint a teljes virtuális környezet ismeretével, beleértve a többi résztvevő folyamatos helyzetét, így tovább lehet növelni a kiképzés hatékonyságát, a fegyverek kezelésének biztonságát, tudatosságát.<sup>13</sup> „Annak gyakorlása, hogy az operátorok ne „húzzák át” a tűzkész löfegyverüket a mozgás során társukon, minimalizálja az esetleges baleset, baráti tűz veszélyét.”<sup>14</sup> A végrehajtást több látószögből akár lassítva is újra lehet nézni, ami a csapatmunka esetén lehetőséget biztosít az együttműködési hatékonyság elemzésére. Saját fejlesztésű kiképzőrendszer esetén sincs akadálya az ilyen jellegű gyakoroltató és kiértékelő szoftver készítésének, mert akár nyílt szoftvercsomagok felhasználásával, megfelelő szintű programfejlesztői jártassággal bármilyen szcenárió vagy feladat elkészíthető. Ha a lehetőségeket elemezve itt megállunk, és visszatérünk az alap VR-eszközök által biztosított immerzivitáshoz, majd megvizsgáljuk a kereskedelmi forgalomban már most is kapható szoftvereket megállapíthatjuk, hogy például a Downpour Interactive cég Onward nevű VR-játéka (5. ábra) már önmagában is alkalmas bizonyos tevékenységek korlátozott gyakorlására, mint például a kommunikáció, a taktikai előrehaladás vagy éppen különböző épületátvizsgálási feladatok.

<sup>13</sup> Anton J. Villado – Winfred Arthur Jr. – Winston Bennett Jr.: *The After-Action Review Training Approach: An Empirical Test*. 24th annual conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology. 2009. április.

<sup>14</sup> Dr. Gáspár Miklós r. alezredes, mesteroktatóval történt beszélgetés alapján (2020. 09. 23.).





5. ábra

*M16 A4 gépkarabély modellezésének részletessége az Onward játékban. A digitális fegyver modellezi a főbb kezelőszerveket, a valós fegyverrel azonos mozdulatokkal kell használni.*

Forrás: a szerző által vágva a Downpur Interactive: Onward szoftveréből, amely csak VR-rendszereken működik

Valós, szélesebb körben alkalmazható kiképzési feladatok tervezéséhez, illetve azok doktrínába illesztéséhez ugyanakkor a jelenlegitől teljesen eltérő szemléletre, a korszerű megoldásokra érzékeny szakmai apparátusra, több előkészítő munkára és egyedi megoldásokra lenne szükség. A kiképzés részeként, amennyiben az alapfunkciók – lövés leadása, mozgás, kommunikáció – működnek, valamint a domborzat és épületek modelljei rendelkezésre állnak, a környezet megismerésére és valós bevetési szituációk gyakorlására (*mission rehearsal*) is alkalmazhatók ezek az egyszerűnek már éppen nem mondható, de alapvetően nem kiképzési céllal készült szoftverek.

#### 4. A kiképzési lehetőségek bővítésének további eszközei

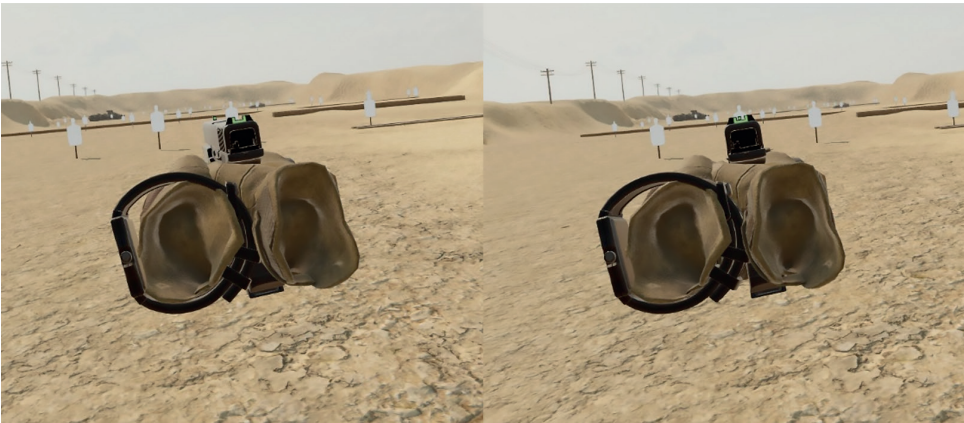
A virtuális jelenlét elengedhetetlen eszköze a finom mozgások – esetünkben főleg a kezek – modellezése és áthelyezése a virtuális térbe. A virtuális teret „méterarányosan”

kell és szokták is modellezni, így a kis mozgások, a kéz hossza, a valós és virtuális térben teljesen szinkronban van. A kezek és ujjak szimulálásával szinte tökéletesen lehet gyakoroltatni eszközök használatát (gépek, rádióberendezések, elektronikai, mechanikai eszközök), ezt a civil szférában is alkalmazzák: komplex, ipari és laboratóriumi gépeket, rendszereket modelleznek le, és VR-eszközökkel tudják a felhasználókat betanítani a használatukra, biztonságosan, költséghatékony módon.<sup>15</sup> A VR-rendszerekkel így az izommemória is kialakítható, mert például kapcsolók elhelyezkedése, kapcsolási sorrend, az ahhoz tartozó mozdulatsor is begyakorolható. Saját tapasztalat, hogy a monitoron, 2D-ben végzett repülési szimulációban a kapcsolók elhelyezkedése, megtalálása nehézkes marad többszöri gyakorlás után is, mivel a monitoron az alkalmazandó mozgások nem természeteseek, a tér érzékelése erősen korlátozott. Ezzel szemben, ha a szimulátor kezelőszervei a virtuális térben méretarányosan vannak modellezve, és virtuálisvalóság-eszközt tudunk használni, akkor a háromdimenziós viszonyítás és emlékezet jobban működik. A repülésben, komplex repülőgépek személyzeténél, akik alapvetően, normál procedúrák esetén (például a hajtóművek indítása) sok pontból álló írott ellenőrzőlistákat (*checklist*) alkalmaznak, különleges helyzetekben (vészhelyzetekben) emlékezetből kell végrehajtaniuk hasonló folyamatokat, amelyek műszerek ellenőrzéséből kezelőszervek működtetéséből állnak (*memory items*). Saját (szimulátoros) tapasztalat alapján már rövid gyakorlás és az adott eszköz (jármű) ismerete esetén, a soron következő pont memóriából történő előhívásával egyidőben a tekintet és a kéz már el is indul az adott kapcsoló vagy műszer irányába, a procedúra végrehajtását mintegy gördülékenyebbé téve. Az ilyen jellegű készségeket eddig csak a valós eszközökön történő gyakorlás vagy a valós eszközök kezelőszerveit pontosan modellező, fizikailag megépített szimulátor rendszerek alkalmazása tudta kialakítani, de ma már a virtuálisvalóság-eszközökkel is elérhetjük ezt a célt. Egy egyszerűsített kutatásban bizonyításra került, hogy a kognitív terhelés is csökken a kétdimenziós tanuláshoz képest, ezáltal lehet segítségével jobb eredményeket elérni.<sup>16</sup> Visszatérve a lökiképzésre és taktikai szimulációra – olyan esetekben, amikor a fegyvert hordmódból gyorsan kell a célra emelni és lövést leadni, a gyakorlott lövészek bizonyos lőtávolságon belül ezt egy mozdulattal és viszonylag nagy pontossággal oldják meg, ami részben az izommemóriának köszönhető. A leküzdendő célra fókuszálva, a begyakorlott mozdulatsor nem igényel többletfigyelmet vagy kognitív kapacitások lekötését. A fegyver elővétele és felemelése után pont abban a pozícióban áll meg, hogy a cső a célra mutat, további célzásra, korrigálásra nincs szükség. A gyakorlatlanabb lövőknel ez a folyamat szem-kéz és szem-test koordinációt igényel, a folyamat durva mozdulattal kezdődik, azaz a fegyver felemelésével, majd finom mozdulatokkal folytatódik, célképfelvétel, irányzék-összerendezés, ezek után következik az elsütés. A két szint közötti különbség áthidalásához nagyon sok időbefektetés szükséges száraz gyakorlással és nagy mennyiségű lőszer felhasználásával. Ha egy ilyen feladatot végrehajtási idő és találati pontosság alapján értékelünk, akkor az is fontos, hogy az eredmények lehetőleg ne romoljanak nagyon stresszhelyzet esetén sem. Az ilyen

<sup>15</sup> A magyar startup, a PixVRTraining hivatalos honlapja, akik ipari képzésre szakosodtak VR segítségével: <https://pixvrtraining.com/>

<sup>16</sup> Alex Dan – Miriam Reiner: Reduced mental load in learning a motor visual task with virtual 3D method. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34. (2018), 1. 84–93.

irányú törekvés váratlan szituációk, stresszhelyzetek mesterséges előidézését teszi szükségessé, és ezek kezelésének készséggé válásához szintén sok gyakorlás szükséges. A VR-alapú rendszerek erre is adnak megoldást, mert amennyiben speciális – fegyvert pontosan modellező – kontrollert vagy beviteli eszközt használunk, esetleg valamilyen kézkövető eljárás mellett (kesztyű, kamerás kézkövetés) valós fegyvert alkalmazunk, a célzás és célra tartás mozdulata is gyakorolható (6. ábra). A különbözőképpen programozott feladatok által fokozatosan, további költségek nélkül növelhető a gyakorlás során az elszenvedett stressz szintje, a kiképzés alanyának egyedi fejlődési üteméhez igazítva. Az ilyen szimulátorokkal tehát olyan izommemóriát, mozgásrendszert lehet kialakítani, amelyet másképpen nagyon sok éleslövészet és szárazgyakorlás során sajátíthatnak el a kiképzettek. Az ilyen jellegű beidegződéseknek, izommemóriának nagyon pontosnak kell lennie, ezért a rendszer összeállításánál különös figyelmet kell fordítani a fegyver modellezésére, a teljesen egyeztetett virtuális és valóságos eszköz szinkronizációra. A cikk előző részében bemutattam, hogy a LeadTech cég gyárt olyan kiegészítőket, amelyekkel valós fegyvereket lehet a virtuális térben modellezni, illetve az Asterion cégnek is van pozíciókövető, -digitalizáló eszköze (*tracker*), amely *Picatinny* (STANAG 2324) szabványos, *CZ Bren 2* karabélyon is található, fegyverkiegészítő sínre szerelhető. A hardverkiegészítőkhöz a pontosság és a kalibrálás miatt fontos, hogy teljes szoftveres és 3D-s modellje is elkészüljön az adott fegyvernek, ami lehetővé teheti a fentiek gyakorlását és akár a tárcsere vagy akadályelhárítás mozzanatainak elvégzését.



6. ábra

*A bal és a jobb szem VR-látképe, amennyiben a jobb szem a domináns, (közel) rendezett Glock 17 irányzék mellett.*

Forrás: a szerző által vágva a Downpur Interactive: Onward szoftverből

A kiképzési lehetőségek bővítéséhez a felhasználó testét, annak helyzetét is modellezni lehet, ami azt jelenti, hogy a szimulációban lévő virtuális test a feladat-végrehajtó testhelyzetét követi. Ezen keresztül a taktikai szimuláció esetén a fedezékhasználat minősége, a végrehajtó mások (mesterséges intelligencia által vezérelt szereplők)

általi láthatósága is követhető, értékelhető. A teljes testkövetésre több módszer létezik, mint például az előző cikkben tárgyalt, MotionReality Inc. cég által fejlesztett és az Avatar mozifilmben is használt technológia, ahol egy kosárlabdapálya-méretű területen kamerák figyelik a kiképzendőket, és a kamera képe, valamint a testrészekre rögzített infravörös fényforrások alapján digitalizálják a végrehajtók mozgását, testhelyzetét. Ez a megoldás nagyon drága és mára már elavult technológia, ezért saját fejlesztés esetén érdemes egyszerűbb, olcsóbb módszerekkel dolgozni, mint például az inverz kinematikai számítások, vagy más, a felhasználóra szerelt szenzoros megoldások. Ezek a megoldások ugyanúgy igényelnek úgynevezett személyekre rögzített markereket (vizuális támpontokat) és HMD-be épített kamerákat, de szoftveres úton sokkal kevesebb ismert adat alapján számítják vissza a valószínűsített testhelyzetet.<sup>17</sup> Az inverz kinematika mára már egy széles körben elterjedt szoftveres megoldás, amely a test csuklópontjainak és azok hajlási irányainak modellezésével állítja elő a hiányzó információkat, és már működik csupán a kezek és a fej helyzetének ismerete alapján is, amit az alap VR-készletek biztosítanak, így a fekvő, guggoló, térdelő és álló testhelyzeteket nagy biztonsággal meg lehet különböztetni. Az infravörös pozíciójelzők és azok kamerás figyelésén túl más lehetőség is van a testhelyzet digitalizálására, például a ruha vagy az eszközök „instrumentálása” is szóba jöhet, ami bizonyos pontok érzékelőkkel (giroszkóp, gyorsulásérzékelő, g-szenzor, IMU)<sup>18</sup> való ellátását jelenti.



7. ábra

*A holland RE-liON BV cég Blacksuit rendszerének teljesen instrumentált ruhája.*

Forrás: Blacksuit Leaflet. RE-lion BV.

Ebben az esetben a ruhára rögzített kis méretű szenzordobozokban levő érzékelők a térbeli helyzetüket jelentik folyamatosan, ami egyértelműen és nagyon pontosan

<sup>17</sup> Mathias Parger – Joerg H. Mueller – Dieter Schmalstieg – Markus Steinberger: *Human Upper-Body Inverse Kinematics for Increased Embodiment in Consumer-Grade Virtual Reality*. Graz University of Technology, Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '18), 2018. november 28. – december 1. Tokyo, Japan, Article No. 23.

<sup>18</sup> IMU: Inertial Measurement Unit (inerciális mérőegység): manapság pár milliméter kiterjedésű, chipbe integrált szenzor eszköz, amely gyorsulásmérőket, gravitációs szenzort, valamint giroszkópokat tartalmaz, célja pedig egy inerciális referencia koordináta-rendszerben nagy pontossággal mérni és szolgáltatni gyorsulásokat és elfordulásokat.

jelzi a viselő testhelyzetét (7. ábra). Ehhez nem kell semmilyen kamera általi rálátás, tépőzárral a dobozok könnyen rögzíthetők a végtagokra, pozícióadataikat pedig vezeték nélküli kapcsolaton keresztül küldik a rendszer számára. Az ilyen pozíciókövetés nemcsak a testhelyzet adatainak meghatározását teszi lehetővé, hanem ennek segítségével a valós és virtuális térben biztosítja a felhasználó pozíciójának pontos egyeztetését is, ezáltal a VR-rendszer helyhez kötöttségét is meg tudjuk szüntetni, azaz a rendelkezésre álló fizikai tér határáig teljes mozgási szabadsága van a felhasználónak.

A kiképzés életszerűségét tovább növelve, újabb készségek elsajátításához lehetőségeket teremtve, nagyon hasznos modellezni egy taktikai szimuláció, főleg kiképzési célú szimuláció során a fizikai fáradtságot is. A fizikai terhelés kihatással van a finommotoros mozgásokra, ezért a terhelés utáni lövésleadás minőségét befolyásolja, valamint – a stresszhez hasonlóan – az éberséget, akár a kognitív képességeket is csökkentheti. Az előző cikkben ismertettem a virtuális „taposómalmok” (*Omnidirectional treadmill – ODT*) működését, amelynek segítségével egyhelyben maradván a szabad helyváltoztatás, futás lehetősége is szimulálható a virtuális térben. A virtuális taposómalmok már a virtuálisvalóság-eszközök megjelenése előtt is képezték vizsgálatok tárgyát, és fejlesztésükkel is többen foglalkoztak, ennek is köszönhető, hogy ma már nagyon sokféle megoldás létezik a mozgások ilyen megoldásokkal történő bevitelre.<sup>19</sup> A virtuális taposómalmos (ODT) megoldások közel tökéletes élményt nyújtanak, végtelen kiterjedésű virtuális tér bejárását teszik lehetővé. Hátrányuk ugyanakkor, hogy a fekvő testhelyzet nehezen kivitelezhető, valamint együtt dolgozó rajok összekapcsolt szimulációja esetén nem oldható meg a közvetlen érintés, illetve a fizikális és virtuális egyeztetéssel ellátott eszközök széles körű használata, a földre ejtett tárcák felvétele, esetleg zsákmányolt idegen fegyverek használata.



8. ábra

*Infravörös tartományú felvétel az Oculus Rift S vezérlőjéről (kontroller), amelyen láthatóak az infravörös helyzet markerek, amelyek segítségével beviszik a kontroller (ezáltal a kéz) valós helyzetét a virtuális térbe a VR-sísakon elhelyezett kamerák képe alapján.*

Forrás: a szerző saját felvétele, egyszerű webkamerával, az infravörös szűrő eltávolítása után

<sup>19</sup> Rudolph Darken – William Cockayne – David Carmein: *The Omni-Directional Treadmill: A Locomotion Device for Virtual Worlds*. Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology, Banff, Canada, 1997. október 14–17. 213–221.

A fentieket összefoglalva tehát az egyik legfontosabb tényező saját VR-rendszer fejlesztése során, amellyel a virtuálisvalóság-alapú kiképzések színvonalát és lehetőségeit egy alap VR-eszköz alkalmazásán felül emelhetjük, az a virtuális-fizikális egyeztetés, azaz annak a lehetősége, hogy felhasználó testhelyezeteit és valós fizikai tárgyakat vigyünk be a szimulációba. Ez alatt azt kell érteni, hogy például egy leürült karabély vagy akadály jelentkezése esetén oldalfegyvert kell alkalmazni a lehető legrövidebb idő alatt, és ezt a kiképzés során valós fegyverekkel, valós mozdulatokkal kell majd tudni végrehajtani. Ha ez minden minőségi szempontnak megfelelően történik, akkor az biztosítja azon készségek kialakulását, amelyek a való életben is hasznosak és szükségesek. Ehhez mindkét fegyvert, azok tárait egyrészt szoftveresen modellezni kell, másrészt a valós eszközökön (fegyverek, táruk, lámpák) markereket (jelzőket) (8. ábra) kell elhelyezni, amelyek segítségével azok beemelhetők a szimulációba. Saját rendszer fejlesztése során célszerű megoldás lehet a számítógép hátizsákba való helyezése is<sup>20</sup> és a ruhára szerelt szenzoros testhelyzet digitalizációval való együttes alkalmazása. Ennek használata esetén a virtuális térnek csak a rendelkezésre álló fizikai terület szab határt, illetve a kiképzés helyszíne könnyen változtatható.

## 5. Összegzés

Elemzésem szerint, a technikai háttér jelenlegi fejlettségi szintje alapján a lehető legjobb időben vagyunk egy professzionális rendszer fejlesztéséhez, mert a szükséges technológia már rendelkezésre áll, illetve az alap hardveres és szoftveres fejlesztési irányok jól láthatók. A virtuálisvalóság-eszközök és az azzal végrehajtott kiképzések céljai már több mint tíz éve ismertek, a szükséges technológiai színvonal viszont pár éve vált széles körben is megfizethetővé. A kereskedelmi forgalomban elterjedő eszközök felhasználói visszacsatolása sokkal kiterjedtebb és intenzívebb, mint a katonai, rendészeti célokra fejlesztett eszközök esetén, emiatt a technológia folyamatosan finomodik, de a fő irányok már kialakultnak tekinthetők. Ha professzionális rendszer építése a célunk, akkor annak ellenére, hogy a legtöbb fent is felsorolt „építőkövet” készen kapjuk, már az alapokról induló, célzott fejlesztés szükséges. Az alapoktól történő fejlesztés viszont nem azt jelenti, hogy teljesen nulláról kell szoftvert és hardvert fejlesztenünk, több keretrendszer létezik (*Unreal Engine, Unity*) háromdimenziós és virtuálisvalóság-szoftverek fejlesztéséhez, ezért a fejlesztés során valóban a lényegi részekre lehet koncentrálni. A hardver és saját eszközök (fegyverek) integrálása is hasonlóan egyszerű napjainkban, a mikroelektronikai építőelemek magas szintű szabványosodása, interfészeik könnyű összekapcsolhatósága miatt. Ezt úgy kell érteni, hogy az előző cikkemben részleteiben is bemutatott HTC Vive Pro alkatrész listájában lévő alkotóelemek nagy része, pár dollárért megvásárolható bárki számára, a magas hozzáadott értéket azok integrálása és a rajtuk futó szoftver képezi. Maga a hardver és szoftver fejlesztése, integrálása előtt a feladat a követelményrendszer specifikálásával kezdődik, amelynek több kiemelt tényezője is van. Technikai oldalról a modern szoftverfejlesztési elvek alkalmazásával a jövőállóság, integrálhatóság,

<sup>20</sup> Amely a szimuláció egy részét futtatja és koordinálja a többi résztvevővel.

a gazdaságosság biztosított, valamint a kiképzési módszertanok követése is megoldott. Kiképzéseméleti oldalról a megfelelő szakértők bevonásával a részfeladatokra bontás, azok modellezése és a specifikáció szintén szükséges, a hozzáadott érték itt jelentkezik a legszignifikánsabban. Véleményem szerint a mai technológiai környezet miatt egy ilyen rendszer specifikálása két irányból történik, a szimuláció céljait és a megvalósíthatóság technikai lehetőségeit együtt érdemes vizsgálni. Cikkemben ezért igyekeztem a technológia adottságaira felfűzni azokat a szimulálandó fogásokat, tényezőket, amelyek alátámasztják a használhatóságot és a saját fejlesztés lehetőségét, előnyeit. A cikksorozat következő részében megvizsgáljuk a technológia korlátait és azokat a lehetőségeket, amelyekkel ezeket a korlátokat meg tudjuk szüntetni.

## Felhasznált irodalom

- Blacksuit Leaflet. *RE-lion BV*. Online: [www.re-lion.com/products/2019%20RE-liON%20BLACKSUIT%20leaflet.pdf](http://www.re-lion.com/products/2019%20RE-liON%20BLACKSUIT%20leaflet.pdf)
- Choi, Song-Woo – Siyeong Lee – Min-Woo Seo – Suk-Ju Kang: Time Sequential Motion-to-Photon Latency Measurement System for Virtual Reality Head-Mounted Displays. *Electronics*, 7. (2018), 9. Online: <https://doi.org/10.3390/electronics7090171>
- Dan, Alex – Miriam Reiner: Reduced mental load in learning a motor visual task with virtual 3D method. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34. (2018), 1. 84–93. Online: <https://doi.org/10.1111/jcal.12216>
- Erdős Ágnes – Gáspár Miklós: A lökiképzés szerepe a magyar rendészeti felsőoktatásban. *Magyar Rendészet*, 19. (2019), 4. 53–60. Online: <https://doi.org/10.32577/mr.2019.4.3>
- Halley-Prinable, A.: *The Oculus Rift and Immersion through Fear*. Bournemouth University, School of Design, Engineering & Computing, 2013.
- Lozé, Sébastien: Efficient police virtual training environment in VR by V-Armed. *Unreal Engine*. 2019. november 27. Online: [www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed](http://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed)
- Mantovani, Fabrizia – Gianluca Castelnuovo: Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through earning Experience in Virtual Environments. In Giuseppe Riva – Fabrizio Davide – Wijnand A. IJsselsteijn (eds.): *Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments*. Amsterdam, IOS Press, 2003. 164–181. Online: <http://doi.org/10.1089/109493103322725487>
- Parger, Mathias – Joerg H. Mueller – Dieter Schmalstieg – Markus Steinberger: *Human Upper-Body Inverse Kinematics for Increased Embodiment in Consumer-Grade Virtual Reality*. Graz University of Technology, Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '18), 2018. november 28. – december 1. Tokyo, Japan, Article No. 23. Online: <https://doi.org/10.1145/3281505.3281529>
- Rudolph Darken – William Cockayne – David Carmein: *The Omni-Directional Treadmill: A Locomotion Device for Virtual Worlds*. Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology, Banff, Canada, 1997. október 14–17. 213–221. Online: <https://doi.org/10.1145/263407.263550>

Training & Simulation. *Unreal Engine*. Online: [www.unrealengine.com/en-US/industry/training-simulation](http://www.unrealengine.com/en-US/industry/training-simulation)

Unity. Online: <https://unity.com/>

Villado, Anton J. – Winfred Arthur Jr. – Winston Bennett Jr.: *The After-Action Review Training Approach: An Empirical Test*. 24th annual conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology. 2009. április. Online: <https://doi.org/10.1037/e518422013-505>

VIRTSIM: After Action Review (AAR). *Youtube*, 2013. április 19. Online: <https://youtu.be/wXpe1OE054?t=35>

Waite, Tammy: V-ARMED: Experience Next-Gen Simulation. *American Security Today*, 2019. november 14. Online: <https://americansecuritytoday.com/v-armed-experience-next-gen-simulation-learn-multi-video/>



Fejes Zsolt,<sup>1</sup> Helyes Marcell<sup>2</sup>

# A Covid-19-világjárvány hatása a telemedicina védelmi besorolására

## The Effect of the Covid-19 Pandemic on the Defence Classification of Telemedicine

A szerzők célja, hogy rávilágítsanak egy jelenleg még határterületi megjelenéssel jellemezhető, de a koronavírus-világjárvány során kiemelt szerepet elnyerő és egyre inkább önálló domén formájában megjelenő rendszer, a telemedicina jelentős térnyerésére.

A betegség természetéből adódó korlátozások és az ezzel egyidőben a lakosság részéről fokozódó egészségügyi ellátási igény együttesen emelte a telemedicinát az egészségügyi ellátás fókuszába. Ennek következményeként jelent meg hazánkban a jogalkotók részéről azon törvényi módosítás, amely a telemedicina működését mind szabályozás, mind finanszírozási oldalról egyaránt támogatta.

A szerzők a tanulmányban arra keresik a választ, hogy a konvencionális egészségügy mellett a telemedicinális rendszer felfogható-e mint önálló entitás, és ennek jogán a közeljövőben alkalmassá válik-e majd arra, hogy a törvényi szabályozás szerint a létfontosságú rendszeri besorolással járó fokozott védelmi prioritást élvezzen.

**Kulcsszavak:** Covid-19-világjárvány, kritikus infrastruktúra, létfontosságú rendszer, védekezési stratégia, telemedicina, eHealth, mHealth, kibervédelem, kiberjog

At the moment, telemedicine can be characterised as a field which lays on the border of multiple specialties, however, in the course of the coronavirus pandemic, it gained a special role and it appears increasingly as a stand-alone domain, therefore, the aim of the authors is to shed a light on its remarkable headway.

The restrictions that arise from the nature of the disease as well as the simultaneously rising need of the population for healthcare collectively turned the focus of the healthcare system to telemedicine. As a result, the national lawmaker assisted

<sup>1</sup> Szövetséges Fegyveres Erők Összhaderőnemi Parancsnokság, Egészségügyi Főnökség, egészségügyifőnök-helyettes, Nápoly, Olaszország; e-mail: [fejes.zsolt@hm.gov.hu](mailto:fejes.zsolt@hm.gov.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1387-2970>

<sup>2</sup> Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: [marcell.helyes@gmail.com](mailto:marcell.helyes@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9458-3160>

the functioning of telemedicine with a legislative amendment on a regulatory as well as on a financing level.

In this study the authors seek to address the question whether, besides the conventional health, telemedicine can be seen as a stand-alone entity. If so, based on this, it will be suitable to be classified as a critical infrastructure in the near future, which would mean that telemedicine could enjoy the protection of an increased defence priority.

**Keywords:** COVID-19 pandemic, critical infrastructure, defence strategy, telemedicine, eHealth, mHealth, cyber defence, cyber law

## 1. Bevezető

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által 2020. március 11-én kihirdetett<sup>3</sup> globális egészségügyi vészhelyzet földünk valamennyi kontinensét és teljes lakosságát érintette.

A Covid-19-világjárvány kitörésével 2020-ban olyan kihívással szembesültünk, amely megrengette biztonságérzetünket, próbára tette felkészültségünket, és felhívta a figyelmet sebezhetőségünkre.

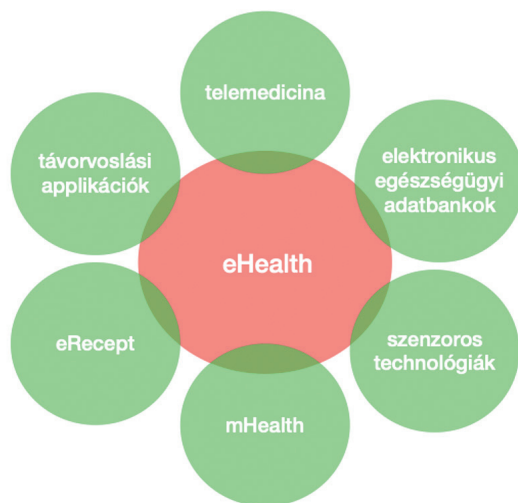
Hónapok óta, eltérő intenzitással, mégis folyamatosan érezzük a járvány közvetlen következményeit, találgatjuk jövőbeni alakulását. Tekintve, hogy hónapokon át zajló eseményről van szó, a pandémia által ténylegesen okozott károkról nincsenek még pontos adataink, ezekre majd csak a későbbi elemzések derítenek fényt.

Jelenünk történése megmutatta, hogy hasonló, globális események bekövetkezésével a jövőben is számolnunk kell, ezekre védekezési stratégiákat kell kidolgoznunk. Ezen védekezési stratégiák egyike lehet a lakosság folyamatos és biztonságos egészségügyi ellátásának tervezése a koronavírus által megváltoztatott működési környezetben, ahol a betegellátás egyes elemei (adminisztráció, leletek-eredmények kiértékelése, konzultáció, tanácsadás) a virtuális térbe helyeződnek át, és a telemedicina eszközkészletét használva létesítenek kapcsolatot orvos és beteg között.

A Covid-19-pandémia teljesen felborította a világ korábbi működési rendjét, rövid hónapok leforgása alatt alapjaiban forgatta fel a Föld lakosságának mindennapjait. Azonban úgy tűnik, egy pozitív hozadéka mégiscsak van a járványnak, mégpedig hogy a preventív jelleggel drasztikusan redukált személyes kapcsolatok a korábnál még jobban előtérbe helyezték az eHealth, mHealth, illetve a telemedicina-szolgáltatások által biztosított forradalmi lehetőségeket. Míg az utóbbi időben elterjedt eHealth a telemedicina egy kitágított meghatározása és így a távdiagnosztika és a távmonitorozás mellett az általános egészségügyi felvilágosítást, prevenciót, illetve terápiás foglalkozásokat is magában foglalja, addig az mHealth kifejezés ezen szolgáltatások mobileszközön történő biztosítását takarja.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> World Health Organization: A 2020. március 11.-én megtartott COVID-19-el kapcsolatos virtuális sajtókonferencia lenyomata. 2020. március 11.

<sup>4</sup> Varga Zsuzsa – Horváth Tamás: Betegpreferenciák az egészségügyi célú internethasználatban. *Orvosi Hetilap*, 159. (2018), 51. 2175–2182.



1. ábra

Az e-egészségügy különböző területei.

Forrás: a szerzők saját szerkesztése

Cikksorozatunk első részében a telemedicina osztrák és magyar jogi szabályozását vetettük össze. Megállapítottuk,<sup>5</sup> hogy hazánkban az akkori, telemedicinára vonatkozó jogszabályi környezet meglehetősen széttörédezett és hiányos volt, szemben az Ausztriában tapasztaltakkal. Magyarország vonatkozásában jellemzően egymástól különálló törvények tettek említést a telemedicina területéről, mint az egészségügyi rendszer lehetséges szolgáltatási módjáról, azonban önálló telemedicina-törvény nem állt rendelkezésre. Noha számos kérdés továbbra is nyitott a telemedicina gyakorlatával kapcsolatban, azonban a Covid-19-pandémia következtében kihirdetésre került a veszélyhelyzet során elrendelt egyes egészségügyi intézkedésekről szóló 157/2020. (IV. 29.) Korm. rendelet immáron jogalapot biztosít a telemedicinális ellátás teljes spektrumára. A rendelet ugyanis kijelenti, hogy megengedett a telemedicinális szolgáltatások nyújtása, nem szükséges feltétlen a személyes jelenlét, továbbá előírja az egészségügyi szolgáltatók számára az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Térben a vizsgálat tényét és szereplőit dokumentáló eseménykatalógus-bejegyzésre, illetve egy, a vizsgálatot szakmai szempontból igazoló elektronikus kórtörténeti dokumentum feltöltésére vonatkozó kötelezettséget. Sőt, arról is rendelkezik, hogy amennyiben állapotromlás vagy akár maradandó egészségügyi károsodás veszélye merül fel, úgy a beteg távollátása megszakítandó.

<sup>5</sup> Fejes Zsolt – Helyes Marcell – Mihók Sándor: A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában. *Hadmérnök*, 15. (2020), 4. sz.

Ezen mérföldkő egyértelműsíti, hogy a szakma mellett a jogalkotó is kész a kibertér mint a betegellátás 21. századi módja felé nyitni, azt törvényhozás útján, jogbiztonságot teremtve támogatni, elősegíteni.

Azonban a telemedicina jogszabályba foglalása okán aktuálissá vált a kérdés, hogy az ország egészségügyi rendszerének virtuális kiterjesztése, illetve bizonyos szolgáltatások esetlegesen kizárólag kibertéri biztosítása által keletkező biztonsági kockázatokat hogyan, milyen módon lehetséges jogszabályi úton minimalizálni. Ilyen kockázatként említhető például, hogy a betegellátás nélkülözhetetlensége, de ugyanakkor a rendszer magas fokú sérülékenysége okán Európában az utóbbi évek kibertámadásainak célkeresztjében legnagyobb arányban egészségügyi szolgáltatók, így kórházak, egészségközpontok és különféle egészségügyi adatbankok álltak.<sup>6</sup> További veszélyforrást jelent az is, hogy a telemedicina jellegéből fakadóan együtt jár a páciensek különösen érzékeny egészségügyi adatainak elektronikus úton történő tárolásával, feldolgozásával és továbbításával.

Friss, hazai példaként említendő a Nemzeti Kibervédelmi Intézet által kiadott riasztás,<sup>7</sup> amely az Emotet malware fertőzésre hívja fel a figyelmet. Az eredetileg banki szektorban alkalmazott trójai, amely a személyes adatok ellopásától kezdve zsarolóvírus telepítéséig mindenre alkalmas, az Intézet honlapján közzétett felhívás szerint egy ideje magyar egészségügyi intézmények infrastruktúrája ellen került felhasználásra.

A fentiek tükrében jelen cikk Magyarország létfontosságú rendszereinek szemszögéből kíván rávilágítani a leírt kihívásokra azon kérdéskör elemzésével, hogy az állami telemedicinális szolgáltatásokat a hatályos jogszabályi keret értelmében lehetséges-e létfontosságú rendszereknek minősíteni, részesülhetnek-e ezek a besorolással járó, kiemelt védelemben? Feltételezhető ugyanis, hogy a telemedicinális betegellátás egyes elemeinek és teljes adminisztrációjának kibertérbe helyezésével járó nemzetbiztonsági kockázatot csak ilyen módon lehet kellő mértékben ellensúlyozni. A kijelölési kritériumok mielőbbi kidolgozása azért szükséges, mert ezen keretrendszeren belül állapítható meg, hogy milyen feltételek mellett, mely szolgáltatásokat és mely szolgáltatókat szükséges ebben a védelemben részesíteni.

## 2. A telemedicina mint nemzeti létfontosságú rendszer

Mind az egészségügy „klasszikus” formája mint infrastruktúra, mind egyes infokommunikációs technológiák (például internet-hozzáférési szolgáltatások, elektronikus hírközlés vagy éppen a kormányzati elektronikus információs rendszerek), külön-külön az ország kritikus infrastruktúráinak részét képezik.<sup>8</sup> Tekintve, hogy a telemedicina ezen két terület határán fekszik, és mindkét ágazati elemhez szervesen kapcsolódik, felmerül a kérdés, hogy a telemedicina mint önálló domén, kritikus infrastruktúráként értelmezhető-e már napjainkban? Amennyiben a telemedicina egy vagy több

<sup>6</sup> Vectra identifies healthcare as the industry most targeted by cyber attacks. *Vectra Networks*, 2017. június 7.

<sup>7</sup> Nemzeti Kibervédelmi Intézet: *Riasztás egészségügyi intézményeket érintő Emotet terjesztési kampánnyal kapcsolatban*.

<sup>8</sup> 2012. évi CLXVI. törvény 1. melléklet.

szolgáltatási altípusa kielégíti a kritikusinfrastruktúra-elem definíciójának megfelelő kritériumokat, akkor a vonatkozó hazai (nemzeti, katonai, egészségügyi) stratégia kialakításának következő lépése annak kidolgozása, hogy milyen módon alkalmazandók az érvényben lévő vonatkozó szabályozások, milyen kiegészítő szabályok megalkotása szükséges, illetve hogy hogyan lehetséges a területvédelmi szempontok – törvényalkotás, jogszabály – szerinti, valamint konkrét fizikai elemekkel történő biztosítása. Ugyancsak eldöntendő kérdés, hogy a pandémia okán a jelenleg kialakult különleges helyzetre reagálva az annak kezelését megkövetelő új szabályrendszer kialakítására célszerűbb-e törekednünk, vagy a meglévő szabályzóinkkal próbálunk egy eddig nem ismert helyzetet hatékonyan kezelni.

A 2008. december 8-i 2008/114/EK, az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről szóló uniós irányelvvel összhangban hazánkban a kritikus infrastruktúrák jogállását a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény (Lrtv.), valamint a hozzá tartozó, a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról szóló 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet (LrtvVhr.) tisztázzák. Emellett a telemedicina vonatkozásában kiemelendő a 246/2015. (IX. 8.) az egészségügyi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló ágazati kormányrendelet is, amely a fent említett általános rendelkezéseket kiegészítve meghatározza az egészségügyre vonatkozó speciális szabályokat.

Érdekes, hogy a nemzetközileg használatos kifejezésekkel ellentétben ezen szabályzók terminológiájának megfelelően magyar viszonylatban létfontosságú rendszerekről és létesítményekről beszélhetünk, nem pedig kritikus infrastruktúrákról, de ez pusztán megnevezésbeli, nem pedig tartalmi különbség.

Az Lrtv. 1. § j) pontjában található meghatározás szerint létfontosságú rendszerelemnek minősül minden olyan szolgáltatás, eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszereleme, továbbá azok által nyújtott szolgáltatások, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához, és amelyek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna. A törvény továbbiak mellett kifejezetten említi az egészségügyet mint létfontosságú rendszert. A kibertérben megvalósuló betegellátás sajátossága, hogy a szolgáltatás természetéből fakadóan minden esetben két oldalról szemlélendő a tevékenység, hiszen egyszerre alkalmazandók rá az egészségügyi és az infokommunikációs szabályozások is. Ebből fakadóan, amikor a telemedicinának az Lrtv. 1. melléklete szerinti ágazati besorolását szeretnénk meghatározni, felmerülhet a kérdés, hogy az egészségügyi ágazat mellett esetleg az infokommunikációs technológiák ágazat alá is besorolható-e az e-egészségügy mint létfontosságú rendszer. Bár a szabályozás jelenleg hatályos szövegezése ezt nem teszi lehetővé, viszont tekintettel a telemedicina infokommunikációtól való függésére, elképzelhető, hogy ezen terület a jövőben nemcsak egészségügyi, de elektronikus információs rendszer alapon is védelemre lesz jogosult. Ez a tény a SARS Covid-19-világjárvány idején kiemelt jelentőségű mind jogalkotói, mind egészségügyi vezetés-irányítási és egészségügyi tervezői szempontból egyaránt.

A létfontosságú rendszerelemek (kiber)védelme alatt – de lege lata – azon tevékenységek értendők, amelyek a létfontosságú rendszerelem funkciójának, folyamatos működésének és sértetlenségének biztosítását célozzák, illetve a fenyegetettség, a kockázat, a sebezhetőség enyhítésére vagy semlegesítésére irányulnak.<sup>9</sup> Kiemelendő továbbá a fogalom meghatározások közül az üzemeltető és a rendkívüli esemény kifejezések. Előbbi alá azon természetes és jogi személyek, illetve jogi személyiség nélküli szervezetek esnek, akik vagy amelyek az eszköz, létesítmény, rendszer rendszerelemének tulajdonosai, engedélyesei, rendelkezésre jogosultjai vagy napi működéséért felelősei. Definíció szerint rendkívüli esemény minden olyan külső vagy belső behatás, amely a kijelölt nemzeti vagy európai rendszer elem rendeltetésszerű működését, üzemfolytonosságát jelentős mértékben veszélyezteti, akadályozza.<sup>10</sup>

Az Lrtv. általános jellegű szövegezését a telemedicina kibervédelmének területére vonatkoztatva a következők állapíthatók meg. Legyen szó egy Dos/DDos-támadásról vagy éppen egy, a rendszerbe juttatott zsarolóvírusról, minden, a kiber-egészségügyi rendszer rendszerlemeinek működését negatívan befolyásoló (azt átmenetileg feltartóztató vagy akár teljesen ellehetetlenítő) rendkívüli esemény ellen kiemelt védelemre van szükség. Ugyancsak fontos kiemelni, hogy az egészségügyi szolgáltatók elektronikus adatbázisaiban tárolt, feldolgozott, továbbított érzékeny egészségügyi adatok ellen irányuló behatások, amelyek során elsődlegesen az adatok törlése, lopása, illetve a velük való visszaélés a cél, szintén magasfokú nemzetbiztonsági kockázatot jelentenek, ezért ezen adatbázisok létfontosságú rendszerelemként történő védelmi besorolása szükségszerű.

A biztosítandó kibervédelem köre kiterjed egyfelől a távorvoslás során használt kép-, hang-, fájlmegosztó programok, másfelől az eHealth-rendszer szerves részét képező adatbankok megfelelő szintű kiberbiztonságára is. Ezen kihívások elsősorban az üzemeltető által foglalkoztatott informatikus szakemberek feladatkörét képezik. Ettől függetlenül azonban az e-egészségügyi rendszer egyes létfontosságú rendszerlemeinek résztvevőire vonatkozó biztonsági protokollok kidolgozása is szükséges, ugyanis a legjelentősebb kiberbiztonsági rést továbbra is az emberi komponens jelenti. Jól példázza ezt a fent említett Emotet-ügy is, amely során a vírus elektronikus levelekhez csatolt futtatható állományként lett megküldve a felhasználóknak, akik azt óvatlanságból megnyitották, ezzel utat engedve a kártevőnek. Megfelelő felkészítés és az e-egészségügyi rendszer használatára vonatkozó biztonsági előírások kidolgozása és betartatása mellett az ilyen és ehhez hasonló támadások sikere megelőzhető, de legalábbis drasztikusan csökkenthető.

### 3. Kijelölési kritériumok

Arra a kérdésre, hogy pontosan milyen eljárásrend lefolytatásával kerülhetnek a jövőben a létfontosságú telemedicinális rendszer elemek kijelölésre, és ennek megfelelően kik jelölhetők meg az eHealth-rendszerek vonatkozásában üzemeltetőnek, terjedelmi

<sup>9</sup> 2012. évi CLXVI. törvény 1. § i) pontja.

<sup>10</sup> Uo. 1. § l) és m) pontjai.

okok miatt jelen cikkünkben nem térünk ki. Általánosságban azonban kijelenthető, hogy az említett ágazati kormányrendelet értelmében<sup>11</sup> a kiberegésügyi rendszeremek kijelölése során az Állami Egészségügyi Ellátó Központ, illetve a hamarosan helyébe lépő Országos Kórházi Főigazgatóság (aktív fekvőbeteg-ellátás és a működtetéséhez szükséges szolgáltatások; egészségügyi tartalékok), az Országos Mentőszolgálat (mentésirányítás), az Országos Vérellátó Szolgálat (vérkészletek), az országos tisztifőorvos (magas biztonsági szintű biológiai laboratóriumok), illetve az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet (gyógyszer-nagykereskedelem) az illetékes javaslattevő hatóságok. Az ágazati kijelölő hatósági feladatokat pedig az egészségügyért felelős miniszter látja el.

A klasszikus ágazati egészségügyi kritériumokra<sup>12</sup> alapozva feltételezhető, hogy az egyes távorvoslási rendszerek létfontosságúnak jelölése során az általuk kiszolgált felhasználók száma, illetve a szolgáltatás zavartalan biztosításának fontossága lesznek a mérvadó szempontok. Ezen ágazati kritériumok közül egy teljesülése elegendő, azonban a létfontosságúvá nyilvánításhoz meg kell felelnie a teleszolgáltatásnak egy horizontális kritériumnak is. Az LrtvVhr. 1. melléklete értelmében a lehetséges kategóriák a következők:

- gazdasági hatás kritériuma,
- politikai hatás kritériuma,
- társadalmi hatás kritériuma,
- környezeti hatás kritériuma,
- veszteségek kritériuma,
- védelem kritériuma.

Az e-egészségügy vonatkozásában elsősorban a védelem kritériuma a releváns, amely a törvény értelmében akkor teljesül, ha az infrastruktúrában bekövetkező sérülés, zavar, állapot, esemény vagy folyamat következtében a rendszerem ellátási láncban betöltött szerepét nem tudja ellátni, illetve sérülése vagy megsemmisülése esetén a beavatkozás, mentés vagy kárfelszámolás ideje aránytalanul megnövekszik. Amennyiben a betegellátás egy jelentős része átkerül az online térbe, és a páciensek számára például csak virtuálisan elérhető egészségügyi adataik, vagy éppen csak videótelefonon tudnak konzultálni kezelőorvosukkal, nem is kérdés, hogy milyen károkat okozhat ezen rendszerek átmeneti vagy tartós elérhetetlensége.

Emellett – bár a szerzők elismerik ezen szcenárió bekövetkeztének jelenlegi valószínűtlenségét – egy jövőbeni, az ország mostaninál szélesebb körű és meghatározóbb e-egészségügyi rendszere ellen irányuló, szervezett kibertámadás okozhat olyan, nagy mértékű leállást, amely kétségtől a nagyvárosok köznyugalmának súlyos megzavarásához vezethet. Így, bár a jelenleg alkalmazott egészségügyi technológiai rendszerek és elterjedtségük szintje ezt nem indokolja, a jövőben mégis elképzelhető, hogy a védelem kritériuma mellett a társadalmi hatás kritériuma szintén alapot biztosíthat a telemedicinális szolgáltatások létfontosságúvá nyilvánításához.

<sup>11</sup> 246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet 2. §.

<sup>12</sup> 246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet 4. §.

## 4. Összegzés

Összességében megállapítható, hogy nincs elvi akadálya annak, hogy az e-egészségügy rendszerének egyes szolgáltatásait, így bizonyos telemedicinális eljárásokat is, létfontosságú rendszereknek minősítsenek. Annak érdekében, hogy a technológiai fejlődéssel együtt járó, biztonsági kihívásokra reagáló védelmi mechanizmusok is kialakuljanak, a cikk szerzői fontosnak látják telemedicinális kibervédelmi stratégia megalkotását. Ennek feltétele, hogy első lépésben a telemedicinális szolgáltatások egyre szélesebb körű biztosításával párhuzamosan szisztematikusan kijelölésre kerüljenek a létfontosságú rendszereknek minősülő e-egészségügyi szolgáltatók és szolgáltatások. Olyan stratégiai elképzelések kialakítására van szükség nemzeti, katonai és egészségügyi szinten egyaránt, amelyek az érvényben lévő jogszabályi keretek kiegészítésével és továbbfejlesztésével a jövőben kritikus infrastruktúráként definiálják a telemedicinát.

A szerzők ugyancsak megfontolásra javasolják a vonatkozó jogszabályok által előírt védelmi képességek létrehozása és fenntartása érdekében használati protokollok kidolgozását egyes telemedicina-médiumokra, valamint a felhasználók rendszeres és folyamatos képzését, kibervédelmi tudatosságuk folyamatos növelését.

## Felhasznált irodalom

- 157/2020. (IV. 29.) Korm. rendelet a veszélyhelyzet során elrendelt egyes egészségügyi intézkedésekről.
2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.
- 246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet az egészségügyi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.
- 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról.
- Fejes Zsolt – Helyes Marcell – Mihók Sándor: A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában. *Hadmérnök*, 15. (2020), 4. sz. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.4.13>
- Nemzeti Kibervédelmi Intézet: *Riasztás egészségügyi intézményeket érintő Emotet terjesztési kampánnyal kapcsolatban*. Online: <https://nki.gov.hu/figyelmeztetesek/riasztas/riasztas-egeszsegugyi-intezmenyeket-erinto-emotet-terjesztési-kampannyal-kapcsolatban/>
- Varga Zsuzsa – Horváth Tamás: Betegpreferenciák az egészségügyi célú internethasználatban. *Orvosi Hetilap*, 159. (2018), 51. 2175–2182. Online: <https://doi.org/10.1556/650.2018.31210>
- Vectra identifies healthcare as the industry most targeted by cyber attacks. *Vectra Networks*, 2017. június 7. Online: [www.vectra.ai/news/vectra-networks-identifies-healthcare-as-the-industry-most-targeted-by-cyber-attacks](http://www.vectra.ai/news/vectra-networks-identifies-healthcare-as-the-industry-most-targeted-by-cyber-attacks)
- World Health Organization: *A 2020. március 11.-én megtartott COVID-19-el kapcsolatos virtuális sajtókonferencia lenyomata*. 2020. március 11. Online: [www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf?sfvrsn=cb432bb3\\_2](http://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf?sfvrsn=cb432bb3_2)



Szepesváry Zsolt,<sup>1</sup> Pelcz Dominika<sup>2</sup>

## Az egészségügyi szűrés kockázatelemzésen alapuló új modellje

### The Risk Analysis Based New Model of Medical Screening

A Magyarországon használatos szűrővizsgálati rendszer nem egységes elvek mentén épül fel a katonai és a polgári egészségügyben. Nincsen csak evidenciaalapú vagy kockázatbecslésre hagyatkozó módszer. Egyik szűrési rendszer sem vizsgálta meg, hogy mely betegségek szűrendők az egymáshoz képesti előfordulásuk függvényében. A jelen szűrővizsgálati protokollban szereplő betegségek kimutatása bizonyítottan szükséges, de nem történt vizsgálat arra nézve, hogy biztosan ezek a legfontosabb szűrendő kórképek, illetve a lista frissítésére sincsenek irányelvek. Létrehoztunk egy modellt, amely alapján összehasonlíthatóak a szűrendő betegségek az előfordulási kockázatuk alapján. A modell segítséget nyújthat az egészségügyi rendszerek üzemeltetésében és a szűrővizsgálatok tervezésében.

**Kulcsszavak:** katonai, egészségügy, szűrés, kockázatbecslés, modell, protokoll

The military and civil medical screening systems in Hungary are not based on uniform principles. There is no method based on only evidences or risk assessment. None of the screening systems examined which diseases should be filtered depending on their prevalence compared to each other. The detection of the selected diseases in actual screening protocol has been proven to be necessary, but no studies have been carried out to ensure that these are the most important medical conditions to be filtered. There are no recommendations for updating the screening diseases list. We have created a model to compare the diseases to be screened based on their risk

<sup>1</sup> Petz Aladár Megyei Oktató Kórház Urológiai Osztály, osztályvezető főorvos, e-mail: [szepesvary@gmail.com](mailto:szepesvary@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5628-4300>

<sup>2</sup> Petz Aladár Megyei Oktató Kórház Központi Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Osztály, adjunktus, e-mail: [pelczdominika@gmail.com](mailto:pelczdominika@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2689-7162>

of occurrence. The model can help to operate health support systems and design screening protocols and scans.

**Keywords:** military, healthcare, screening, risk assesment, model, protocol

## 1. Bevezetés

Az egészségügyi kivizsgálás és szűrés célja, hogy tökéletesen egészséges embereket helyezzünk a megfelelő pozíciókba, azonban ez az egyszerű elv gyakorlati kivitelezése a jelenlegi ismereteink mellett nem lehetséges. Közelíteni lehet és kell is az ideális állapothoz, azonban a költségek a hatékonysággal nem egyenes arányban, hanem exponenciálisan nőnek. Mind a katonai, mind a polgári szűrésben meg lehet határozni egy optimumot, ahol a befektetett energiák (munka, költség, felszereltség) és a kapott biztonság, illetve kockázat egyensúlyban van. Ilyen körülmények között különösen fontos és szükséges a szűrést igénylő elváltozások, betegségek pontos meghatározása, valamint a protokollok folyamatos felülvizsgálata és szükség szerinti frissítése.

## 2. Szűrési rendszerek szabályozása a NATO-ban

A NATO-ban alkalmazott szabályzók hierarchiájában a témához kapcsolódóan a legmagasabb, stratégiai szintű elvárásokat az AJP 4.10 (B) Allied Joint Medical Support Doctrine tartalmazza. Az elvárások konkretizálása a hierarchiában lefelé haladva az úgynevezett STANAG-ek által kerül ajánlásra, szabályozásra a tagországok részére. Az említett dokumentum Pre-Deployment Medical Readiness Preparation and Baseline Assessment fejezetében foglaltak STANAG-ekre lebontva határozzák meg a fizikai, fogászati, mentális követelményeket, valamint rendelkeznek a katonák műveleti területre érkezését megelőző immunizációs elvárásokról is.<sup>3</sup>

### 2.1. Szűrési rendszerek szabályozása az Egyesült Nemzetek Szövetségében (ENSZ)

Az ENSZ-missziókban történő részvételt megelőző egészségügyi alkalmassági vizsgálatok rendszerét – a katonai állomány vonatkozásában – az ENSZ egészségügyi támogató osztálya által kiadott *Medical Guidelines for Peacekeeping Operations / Pre-deployment medical examinations of Uniformed Peacekeepers* című kiadvány szabályozza. Ennek rendszeres tartalmi megújításáért, a benne foglaltak érvényre juttatásáért a békefenntartó műveletek egészségügyi és egészségügyi-logisztikai támogatásáért felelős osztály végzi a missziókba delegált, taktikai szinten feladatot ellátó vezető orvosokon keresztül.

Ezek, a jelenleg is érvényben lévő szabályzók rendelkeznek az egészségügyi (klinikai, képpalkotó és labordiagnosztikai) vizsgálatok és missziós területenként a kötelező, illetve ajánlott immunizálási protokollok tartalmi elemeiről, ezek meghatározott

<sup>3</sup> AJP 4.10 (B). *Allied Joint Medical Support Doctrine*. Ch.5. Force Health Protection. NATO Standardization Office, 2015.

idejéről, gyakoriságáról, valamint a kapcsolódó egészségügyi dokumentáció formai és tartalmi követelményeiről.<sup>4</sup>

## 2.2. Szűrési rendszerek szabályozása a Magyar Honvédségnél

Az MH EK Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézetben működő, missziós szűrésekkel foglalkozó Katonai Alkalmasságvizsgáló Osztály által végrehajtott feladatok jelentik a szűrési rendszer alapját. A 10/2015. (VII. 30.) számú HM rendeletnek megfelelően ez az osztály végzi a honvédek, valamint a katonai szolgálatra jelentkezők, honvédtisztjelöltek, honvédtisztjelöltek honvédségi ösztöndíjasok és az önkéntes tartalékos katonák elsőfokú egészségi alkalmasság vizsgálatát. Ugyancsak ennek az osztálynak a feladatkörébe tartozik a külszolgálatra jelentkező, illetve onnan visszatérő katonák egészségi alkalmassági vizsgálatának végrehajtása.

## 2.3. Szűrés a polgári gyakorlatban

A szűrés fogalma folyamatosan fejlődött az elmúlt évtizedekben, azonban a szűrés jelentése mindenképpen panasz nélküli, célzott vizsgálatot jelent. Az elméleti alapot az 1968-as WHO-direktíva jelenti, itt határozták meg először a szűrővizsgálatok ajánlásait, igaz csak elméleti szinten:<sup>5</sup>

- a betegségnek fontos egészségügyi problémának kell lennie;
- kell létező gyógymód a betegségre;
- diagnosztikai és kezelési lehetőségeknek rendelkezésre kell állniuk;
- a betegségnek kell lennie egy látens stádiumának;
- léteznie kell hatékony vizsgálatnak;
- a tesztnek a lakosság számára elfogadhatónak kell lennie;
- a betegség természetes lefolyását ismerni kell;
- kell szabály arra, hogy kinek kell kezelnie;
- a szűrés teljes költsége összemérhetőnek kell legyen az elmaradása esetén felmerülő kiadásokkal;
- az esetek feltárását folyamatnak kell tekinteni, nem csak „egyszer és mindenkorra” projektnek.

Ezt a világszervezet 2008-ban a következőkkel egészítette ki:<sup>6</sup>

- a szűrőprogramnak reagálnia kell egy elismert igényre;
- a szűrés céljait az elején meg kell határozni;

<sup>4</sup> UN. Department for Field Support – DFS/LSD/Strategic Support Service: *Medical Support Manual for United Nations Field Missions*. 2015. október 01.

<sup>5</sup> Wilson, J. M. G. – G. Junger: Principles and practice of screening for disease. *The Journal of the Royal College of General Practitioners*, 16. (1968), 4. 318.

<sup>6</sup> Andermann, Anne – Ingeborg Blancquaert – Sylvie Beauchamp – Véronique Déry: Revisiting Wilson and Junger in the genomic age: a review of screening criteria over the past 40 years. *Bulletin of the World Health Organization*, 86. (2008), 4. 317–319.

- meg kell határozni a célcsoportot;
- tudományos bizonyítékokkal kell rendelkezni a szűrési program hatékonyságáról;
- a programnak integrálnia kell az oktatást, a tesztelést, a klinikai szolgáltatásokat és a programirányítást;
- kell lennie minőségbiztosításnak, olyan mechanizmusokkal, amelyek minimalizálják a szűrés lehetséges kockázatait;
- a programnak biztosítania kell a beteg tájékoztatását, a titoktartást és az önrendelkezés tiszteletben tartását;
- a programnak biztosítania kell a méltányosságot és a szűréshez való hozzáférést a teljes célcsoport számára;
- a program értékelését a kezdetektől kell megtervezni;
- a szűrés általános haszna meg kell haladja az okozott károkat.

A mai napig a fenti WHO-elvek érvényesek, minden kiadványukban és cikkükben alapnak tekintik a Wilson és Jungner kritériumokat. Évente kiadják az ajánlásukat, amelyek alapjai nem változnak, de regionális és globális elemzés történik, javaslatok találhatóak a lehetséges szűrendő betegségekről.<sup>7</sup>

Természetesen a WHO-direktívák a polgári szűrőprogramokra vonatkoznak. Jelenleg Magyarországon érvényben lévő szűrőprogramok az 51/1997. (XII. 18.) NM rendeletben rögzítettek:

- kétévente a nagy kardiovaszkuláris kockázatú személyeknél a panaszt nem okozó ateroszklerózis tüneteinek a vizsgálata (a perifériás artériák tapintása és meghallgatása), ultrahangos áramlásméréssel („mini-Doppler”) a boka-kar index meghatározása;
- kétévente a vesebetegség szempontjából nagy kockázatú személyeknél (hipertónia, diabetes mellitus) szérum kreatininszint, a kreatinin clearance becsült értékének a meghatározása, vizeletvizsgálat (tesztcsikkal: fehérjeürítés, haematuria meghatározása);
- évente mellkas-szűrővizsgálat (tüdőszűrés).

A fentieket kiegészíti a jogszabály a nők esetében a 25 és 65 év között népegészségügyi céllal egyszeri negatív eredményű szűrővizsgálatot követően háromévenként méhnyakszűrés, különös figyelemmel a méhnyakelváltozások sejtvizsgálatára (citológia), 45 és 65 év között népegészségügyi céllal kétévenként az emlő lágyszövet röntgenvizsgálatán alapuló emlőszűrés (mammográfia) kitételekkel.

A fentiekben látható, hogy bár a rendeletek nagyon tág határokat szabnak az orvosi szakvizsgálatra, a felsorolt szakmákban (belgyógyászati, sebészeti és mozgásszervi, ideggyógyászati, pszichiátriai) csak fizikális vizsgálatot, a szemészeti, fül-orr-gégészeti, fogászati szakmákban eszközös vizsgálatot végeznek. A fizikális és laborvizsgálatokon túl értékelhető daganatszűrés csak a tüdőgyógyászati (mellkasröntgen-vizsgálat) és nőgyógyászati (citológiai vizsgálat) van. A szabályozás nem

<sup>7</sup> Anna Sagan – David McDaid – Selina Rajan – Jill Farrington – Martin McKee: *Screening: when is it appropriate and how can we get it right?* Policy Brief, No. 35. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe on behalf of the European Observatory on Health Systems and Policies.

tesz különbséget sem a tervezett beosztás függvényében, sem a tervezett terhelés függvényében az egészségügyi szűrővizsgálatokban, egységesen kezeli az katonai orvosi alkalmasságát. A nemzetközi és hazai gyakorlatot megvizsgálva kijelenthető, hogy a katonai szűrési programok minden esetben a polgári egészségügyben alkalmazott elvekre és gyakorlatra épülnek, logikusan és szükségesen kiegészítve azokat néhány ponton. Semmilyen szabályozás nincs arra, hogy lehet új elemeket bevenni a szűrési rendszerbe. Nem létezik kockázatelemzésen alapuló vagy a betegségek hatásait összehasonlító rendszer.

### 3. Az egészségügyi ellátás ROLE szerinti beosztása

Az egészségügyi ellátás az egészségügyi szervezetek képességei és lehetőségei szerint négy szintet különböztetünk meg (ROLE-1-4). A legmagasabb szint a 4-es. Az alsóbb szintek lehetőségeit és képességeit a magasabb szintek magukban foglalják.

A ROLE 1 szinten az elsődleges egészségügyi ellátás, speciális elsősegély, osztályozás, vitális paraméterek helyreállítása és stabilizálása biztosított. Itt szakellátás nem lehetséges, eszköz és ismeretanyag hiánya miatt.

A ROLE 2 szint már egészségügyi ellátó létesítmény, ahol a sérültek és betegek fogadása és osztályozása, az 1. szintnél magasabb szinten a vitális paraméterek helyreállítására és stabilizálására, valamint a stresszbetegek ellátására történik. Elérhető az élet- és végtagmentő sebészeti ellátás. Minimális fektetőkapacitással rendelkezik.

A ROLE 3 egészségügyi ellátó létesítmény – egy (műveleti területen) telepített magasabb szintű fekvőbeteg-ellátó létesítmény és a támogatásához szükséges elemek együttese. Magában foglalja: a sebészeti és elsődleges szaksebészeti szinteket, az intenzív terápiás egységet, az őrzött fektetőkapacitást és a szükséges diagnosztikai háttérrel.

A ROLE 4 egészségügyi ellátó létesítmény – nem műveleti, hanem honi területen lévő (katonai) kórház, amely a sebesültek, sérültek és betegek definitív egészségügyi ellátás teljes spektrumát (szakorvosi/szaksebészeti eljárásokat, helyreállító sebészetet és rehabilitációt) magában foglalja.

### 4. Kockázatelemzésen alapuló matematikai modell

Célként tűztük ki egy olyan szisztéma létrehozását, amellyel szakmánként vagy betegségként a rendelkezésre álló polgári irodalmi adatok és információk alapján meghatározható, hogy érdemes-e energiát, erőforrást vagy pénzt fektetni az adott elváltozás szűrésébe. Ennek alapja egy kockázatelemzésen alapuló rendszer, amely flexibilis, pontosan definiálható és jól kiegészíthető (moduláris). Nagyon sok szempontot kell figyelembe venni a betegségek és igények felmérése során, emiatt lényeges, hogy definiáljuk a pontos feltételeket, amelyek mentén az egyénre vagy helyzetre szabott ajánlás kiszámítható. Bár a biológiai rendszerek sok változót tartalmaznak, és nem ismerhetjük mindet, jó közelítéssel az ismert paramétereket számszerűsíteni tudjuk. Természetesen nem létezik 100%-os biztonság, csak valószínűségeket tudunk számolni.

Az ideális esetben az egészségügyi biztosítás dolga kizárólag a sérülésekre és a szerzett betegségekre (például fertőzések) korlátozódik. Ebben a rendszerben tökéletesen egészséges, kockázatoktól mentes állományt helyezhetünk minden pozícióba. Nem kell fenntartanunk ügyeletet, fel vannak készülve biológiailag a szerzett betegségek (például fertőzések) gyors és szövődménymentes leküzdésére. Váratlan, lappangó betegség nem fordulhat elő.

A fent vázolt ideális eset azonban nem létezik a gyakorlatban. Közelíteni viszont tudunk hozzá. Minél közelebb vagyunk az ideális állapothoz, annál kevesebb az erőforrásigény az ellátószinteken, ami jelentős humánerőforrás-, pénzügyiteher- és esz-közteher-csökkenést hoz. A modell célja a rendszer terheinek a csökkentése azon egyszerű elv által, hogy a háttérorszámban történő kivizsgálás és szűrés általi kockázatcsökkentés minden esetben olcsóbb, mint a helyszíni (akár ROLE1-2) szinteken történő egészségügyi kárelhárítás.

Ahhoz, hogy meghatározhassuk azokat a tényezőket, amelyeket figyelembe kell venni a döntéskor, létre kell hozni egy báziskockázatot, amelyhez viszonyítunk. Önmagában egy fizikailag és szellemileg magát egészségesnek valló egyénnél alacsony a valószínűsége, hogy találunk bármilyen kimutatható rizikófaktort. Ráadásul, ha ezt kiterjesztjük egy határozott időtartamra, és azt kérdezzük, hogy mennyi a valószínűsége, hogy 3–6–12 hónap alatt az „egészséges” egyén állapotában változás áll be, azt találjuk, hogy ez a valószínűség marginális. A szűrőfeltételek ugyanúgy vonatkoznak mind a katonai állományra, mind a polgári lakosságra.

A báziskockázatot egy olyan betegség jelenti, amelyet jelenleg is szűrünk minden esetben, ismertek a demográfiai adatai, ismert a prevalenciája, incidenciája és a koreloszlása. Nemzetközi konszenzus vonatkozik a költséghatékony szűrésére, hogy az általánosan elfogadott irányelvek mentén történjen. Emellett a betegség megléte kizáró ok a missziós vagy egyéb egészségügyi szűréseknél a szolgálat teljesítésének. Különösen fontos, hogy a báziskockázat alapjául szolgáló kór forduljon elő az aktív korban.

Fentiek alapján a méhnyakrák (cervix carcinoma) mutatja a legjobb egyezést a kívánt paraméterekkel. Az egyetlen hátránya, hogy csak az egyik nemben fordul elő (nők), viszont jól sztenderdizálható, koreloszlása megfelel a kívánt átlagnak. Incidenciájának európai átlaga 15,5/100 000, koreloszlása megfelel a közel egyenes koreloszlás kívánalmainak.<sup>8</sup> Tünetmentes, és korai stádiumban is észlelhető. Megléte kizárást jelent a szolgálatteljesítésből, de a fizikai és funkcionális teszteken nem igazolható a gyanúja, csak és kizárólag szűrővizsgálattal diagnosztizálható.

Az általános előfordulási gyakoriság abban az esetben számítható, ha életkor szerinti adatok nem állnak rendelkezésre. Ilyenkor a szakirodalomban fellelhető egyszeri adatok alapján határozhatjuk meg a kockázatot. Ez a mérőszám az életkor szerinti eloszlásnak felel meg átlagolt formában. Azokban az esetekben használható jól, ahol a vizsgálat korosztályban az incidencia nem változik jelentősen az életkorral, illetve más faktorok jobban meghatározzák a kockázatot. Nem minden esetben szükséges

<sup>8</sup> Katrin Ochs – Gesine Meili – Joachim Diebold – Volker Arndt – Andreas Günthert: Incidence Trends of Cervical Cancer and Its Precancerous Lesions in Women of Central Switzerland from 2000 until 2014. *Front Med (Lausanne)*, 5. (2018), 58.

a használata. A modellhez használatos kockázatszámítás megegyezik a koreloszlás szerinti számítással, kivéve, hogy egyetlen adatot használunk.

A kialakított modell a katona-egészségügy keretein belül jól reprezentálja az adott betegség szűrési igényét. Ebben az esetben a szűrési költségek ugyan fontosak, de másodlagosak, a vizsgálati rendszerhez a hozzáférés alapértelmezetten magasabb, mint a polgári lakosság körében. Nem kell számolnunk a beteg nem megfelelő együttműködése miatti lemorzsolódással, hiszen a szűrés és alkalmasságvizsgálat kötelező feltétele a szolgálatteljesítésnek.

Az általunk javasolt matematikai modell számítási alapja a vizsgált betegség kockázati besorolása a méhnyakrák paramétereire viszonyítva. Ez a korábbiakban leírt bázisincidenciát jelenti, vagy rendelkezésre álló adatok esetén az életkor szerinti korrigált incidenciát a 20–50 éves korosztályra vetítve. Ezzel meghatározzuk az adott betegség kockázatszámítási alapját:

*vizsgált betegség (bázis- vagy korrigált) incidenciája / méhnyakrák incidenciája.*

A szűrések és az alkalmasságvizsgálatok tervezésénél és a kockázat meghatározásánál nemcsak a szűrni kívánt betegség előfordulását, hanem a diagnosztikus lehetőségek tulajdonságait (specifititás, szenzitivitás) is figyelembe kell venni. A méhnyakrák esetén a megfelelően levett minta alapján végzett citológiai vizsgálat szenzitivitása megközelíti a 100%-ot (mikroszkópos vizsgálattal egyértelműen kimutathatók a daganatsejtek), így ehhez tudjuk mérni a többi szűrés diagnosztikai eredményeit. Példaként hozható fel a már említett tüdődaganat, ahol a jelenleg is használt szűrővizsgálat (mellkasröntgen) szenzitivitása 70% körül van. A nem sokkal drágább és elérhető natív mellkas spirál CT ugyanezen adata 95% felett alakul.<sup>9</sup> A fenti adatokat értelmezve kijelenthetjük, ha a betegség előfordulását 100%-nak tekintjük, a szűrővizsgálattal (alkalmasságvizsgálattal) ezeknek csak 70-95%-át találjuk meg. A valószínűség, hogy nem veszünk észre egy elváltozást a vizsgálóeljárás szenzitivitásának csökkenése arányában nő. Így kockázati paraméternek tekinthető.

A végeredményt az alap- és a diagnosztikus kockázat szorzata adja:

*vizsgált betegség (bázis- vagy korrigált) incidenciája / méhnyakrák incidenciája X összesített kockázat.*

Ha az eredmény 1,0 fölötti, a betegség kockázata nagyobb, mint a jelenleg elfogadott és vizsgált méhnyakráké. Ha az eredmény 1,0-nél kisebb, a szűrés nem szükséges.

Ahhoz, hogy reális kockázatbecslést tudjunk végezni, megbízható adatokra van szükség. Az éghajlati, stressz-, beosztási, ROLE-adatok hozzáférhetőek a katonai gyakorlatban. Az egészségügyi adatokhoz való hozzáféréskor szükségünk van a polgári, tudományos eredményekre, demográfiai adatokra. Ezen adatokhoz következő nemzetközi adatbázisok alapján juthatunk:

- tudományos adatbázisok – bibliográfiák (MEDLINE);
- rendszeresen szemlézett adatbázis (The Cochrane Library);
- klinikai vizsgálatok jegyzéke (CENTRAL);
- kedvezőtlen esemény jelentés adatbázisa (MAUDE);
- szakmai nemzetközi szervezetek adatbázisai, folyóiratai;
- minősített orvostechikai eszköz gyártók honlapjai;

<sup>9</sup> Ingrid G. Hein: *Weighing the Risk of Being Saved by the Lung Cancer Scan*. 2018. május 24.

- CENTRAL The Cochrane Central Register of Controlled Trials;
- MAUDE US FDA's Manufacturer And User Facility Device Experience database;
- MEDLINE Published by US National Library of Medicine;
- Nemzeti Rákregiszter;
- KSH;
- EESZT;
- magyarországi szakfolyóiratok részletes keresői;

A felsorolt lehetőségek jó hozzáférést biztosítanak azokhoz az adatokhoz, amelyekre egészségügyi szempontból szükségünk van.

A fent bemutatott modellszámítás elméleti ismertetését követően néhány példán keresztül illusztráljuk annak gyakorlati hasznosíthatóságát.

A jelenleg is szűrt tüdőrák mellkasröntgenrel való ellenőrzésének kérdésében a következő számításokat végeztük:

Tüdőrák incidenciája: 110/100 000 (Magyarországon);

Diagnosztikus kockázati paraméter a fent bemutatott mellkasröntgen hatásos-  
ságelemzés alapján:  $1 / 0,70 = 1,42$

A képletbe helyettesítve (*vizsgált betegség incidenciája/méhnyakrák incidenciája*  
*X diagnosztikus kockázat*) a következő eredményt kapjuk:

$$110 / 15,5 \times 1,42 = 10,07$$

A tüdőrák a kapott eredmény alapján kiemelten szűrendő betegség. Az eredmény összesség a gyakorlati tapasztalatokkal és a tüdőtumorkok által okozott halálozási adatokkal.

Második példa az urológiában gyakran emlegetett prosztatatarák előfordulása. Míg a 75 év fölötti korosztályban kiemelten gyakori a betegség a vizsgált 20–50 éves férfiak körében az incidenciája 12/100 000-re adódik. A PSA-mérés és a szűrés szenzitivitása 92%, így a diagnosztikus szorzó:  $1 / 0,92 = 1,08$ .

A kockázatszámítás eredménye:

$$12 / 15,5 \times 1,08 = 0,83$$

A kapott eredmény alapján a prosztatatarák szűrése a vizsgált célcsoportban nem szükséges, gyakorlati haszna nincs. Ez igazolja azt a tényt, hogy nem szűrjük a prosztatataraktól 50 éves kor alatt sem a polgári, sem a katonai gyakorlatban.

Ha a húgyúti kövesség előfordulását vizsgáljuk a modellel, ami egy hirtelen jelentkező, azonnali, a harcértéket jelentősen befolyásoló betegség, a következőt állapíthatjuk meg.<sup>10</sup> Az incidenciát a felsorolt adatforrások és a KSH adatai alapján átlagosan 200/100 000-nek vettük. A kivizsgálásában a natív röntgenvizsgálat és ultrahangvizsgálat kombinált alkalmazásával 95%-os találati arányt érhetünk el.

A számítás eredménye:

<sup>10</sup> Szepesváry Zsolt: Military aspects of urinary tract stones. *Hadmérnök*, 7. (2012), 2. 195–199.



$$200 / 15,5 \times 1,06 = 13,6$$

Modellszámítás alapján a húgyúti kövesség szűrése szükséges lenne. Az előfordulás kockázata a diagnosztikával korrigált faktorról 13,6 szorosra a méhnyakráknak (amit szűrünk). Ráadásul a betegség a páciensekben időzített bombaként van jelen, az elinduló kövek azonnali és jelentős harcértékcsökkenést okoznak.

## 5. Következtetés

A katonai gyakorlatban a szűrési rendszerek a polgári tapasztalatokra épülnek, igényeknek megfelelően kiegészítve azokat. A szűrések tervezése evidenciákon alapul, azonban nem létezik összehasonlító kockázatelemzés a különböző betegségek vizsgálatának szükségességére. A honvédegyeségügyben a szűrések nemcsak a betegségek időben való felderítése és gyógyítása miatt szükséges, hanem a hazai és missziós területek a katonák magas rendelkezésre állásának biztosítására is. A honvédegyeségügyi döntések meghozatalában objektív segítséget nyújthat egy adatokon alapuló, a betegségeket rizikó szempontjából mérlegre tévő, egyszerűen használható matematikai modell. A bemutatott módszer alapján a kockázat számítása gyors, egyértelmű paraméterek alapján reprodukálható, és a kockázatelemzésen alapuló katonai-egységügyi döntések meghozatalában tárgyilagos segítséget jelent. Viszonyítási alapként használva a méhnyakrákszűrés hosszú időre visszatekintő és minden részletében kidolgozott arany standardjét, összehasonlíthatóvá váltak a különböző betegségek kockázatai, amelyekhez a szükséges statisztikai adatok részletesen hozzáférhetők. A kockázatbecslés tovább érzékenyíthető a diagnosztikai módszerek érzékenységi adataival, találati arányával. A katonai igényeknek megfelelően a modell korlátlanul bővíthető egyéb kockázati tényezőkkel a felhasználás igényeinek megfelelően.

## Felhasznált irodalom

- AJP 4.10 (B). *Allied Joint Medical Support Doctrine*. Ch.5. Force Health Protection. NATO Standardization Office, 2015.
- Andermann, Anne – Ingeborg Blancquaert – Sylvie Beauchamp – Véronique Déry: Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age: a review of screening criteria over the past 40 years. *Bulletin of the World Health Organization*, 86. (2008), 4. 317–319. Online: <https://doi.org/10.2471/BLT.07.050112>
- Hein, Ingrid G.: *Weighing the Risk of Being Saved by the Lung Cancer Scan*. 2018. május 24. Online: [www.medscape.com/viewarticle/896850](http://www.medscape.com/viewarticle/896850)
- Ochs, Katrin – Gesine Meili – Joachim Diebold – Volker Arndt – Andreas Günthert: Incidence Trends of Cervical Cancer and Its Precancerous Lesions in Women of Central Switzerland from 2000 until 2014. *Front Med (Lausanne)*, 5. (2018), 58. Online: <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00058>

- Sagan, Anna – David McDaid – Selina Rajan – Jill Farrington – Martin McKee: *Screening: when is it appropriate and how can we get it right?* Policy Brief, No. 35. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe on behalf of the European Observatory on Health Systems and Policies.
- Szepesváry Zsolt: Military aspects of urinary tract stones. *Hadmérnök*, 7. (2012), 2. 195–199. Online: [www.hadmernok.hu/2012\\_2\\_szepesvary.pdf](http://www.hadmernok.hu/2012_2_szepesvary.pdf)
- Department for Field Support – DFS/LSD/Strategic Support Service: *Medical Support Manual for United Nations Field Missions*. 2015. október 01. Online: <http://dag.un.org/handle/11176/387299>
- Wilson, J. M. G. – G. Junger: Principles and practice of screening for disease. *The Journal of the Royal College of General Practitioners*, 16. (1968), 4.

# Tartalom

## BIZTONSÁGTECHNIKA

*JASZTRAB PÉTER JÁNOS, ISTÓK RÓBERT: A világítás katonai vonatkozásai II/2. rész* 5

*HORVÁTH TAMÁS: Mechanikai védelem mint késleltetés a fizikai védelemben* 23

## HADITECHNIKA

*SZANISZLÓ ZSOLT: Új személyi légideszantejtőernyő-típus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség V. rész* 33

## KATONAI LOGISZTIKA

*SERES FLÓRIÁN: Az élelmezési ellátás kalóriatartalmának empirikus vizsgálata a Magyar Honvédségben* 65

## KÖRNYEZETBIZTONSÁG

*GODA ZOLTÁN: Szerves mikroszennyezők kockázatelemzése a parti szűrésen alapuló ivóvízellátásban* 79

*JACKOVICS PÉTER: A műszaki mentés művelete összeomlott épületnél, a földrengéskutató- és mentőcsapatok tevékenysége 2. rész* 95

*SERFŐZŐ KÁLMÁN: Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei II.* 113

*TÓTH ANDRÁS, SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY KLÁRA, ENDRŐDI ISTVÁN: A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 2. rész* 129

## VÉDELEMFORMATIKA

*KRALOVÁNSZKY KRISTÓF: A kibertér fejlődése (második rész) – Kiberműveletek és kritikus infrastruktúrák egyes kapcsolatai* 145

*MARLOK TAMÁS: Virtuálisvalóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei 2. rész* 161

## FÓRUM

*FEJES ZSOLT, HELYES MARCELL: A Covid-19-világjárvány hatása a telemedicina védelmi besorolására* 177

*Szepesváry Zsolt, Pelcz Dominika: Az egészségügyi szűrés kockázatelemzésen alapuló új modellje* 185