



HADMÉRNÖK

Kiemelt közlemények

DEÁK VERONIKA: *A közszolgálati kiberbiztonsági képzés helye nemzetközi viszonylatban*

KIROVNE RÁCZ RÉKA MAGDOLNA – MÁRTON ATTILA: *A hidrológiai eredetű szélsőségekkel összefüggő katasztrófavédelmi feladatok értékelése*

KRISZTIÁN BÁLINT: *Modern, Blockchain-Based Fire Protection Solutions through In-School Security Cameras*

15. évf. (2020)
4. 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

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; kiadvanyok@uni-nke.hu

A kiadásért felel: Koltay András rektor

Olvasószerkesztők: Resofszki Ágnes, Orbán Áron



Tartalom

Biztonságtechnika

Krisztián Bálint

Modern, Blockchain-Based Fire Protection Solutions
through In-School Security Cameras 5

Kata Rebeka Szűcs, Arnold Őszi, Tibor Kovács

Mobile Biometrics and their Risks 15

Haditechnika

Szaniszló Zsolt

Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt
a Magyar Honvédség IV. rész. 29

Környezetbiztonság

Farkasinszki Lóránt

Katasztrófavédelmi feladatrendszer és a környezetvédelem kapcsolata 47

Jackovics Péter

A műszaki mentés művelete összeomlott épületnél, a földrengéskutató
és mentőcsapatok tevékenysége 1. rész. 61

Maxim Kátai-Urbán

Managing the Environmental Risks of Dangerous Goods Warehouses 89

Kirovné Rácz Réka Magdolna, Márton Attila

A hidrológiai eredetű szélsőségekkel összefüggő katasztrófavédelmi
feladatok értékelése 97

Sibalin Iván

Magyarország energiapolitikai érdekeinek környezet- és iparbiztonsági
szempontú stratégiai elemzése 1. rész. 107

Tóth András, Siposné Kecskeméthy Klára, Endrődi István
A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai
és a megelőzés módozatai 1. rész 119

Védeleminformatika

Eszter Katalin Bognár
Novel IT Technologies on the Digital Battlefield:
The Application of Big Data and Data Mining Technologies 141

Deák Veronika
A közszolgálati kiberbiztonsági képzés helye nemzetközi viszonylatban. 159

Gulyás Attila
Egyes modulációs eljárások vizsgálata az ötödik generációs vezeték
nélküli hálózatok műszaki követelményeinek támogatására 179

Fórum

Fejes Zsolt, Helyes Marcell, Mihók Sándor
A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában 195

Szepesváry Zsolt
Kőbetegség előfordulásának felmérése szubtrópusi
missziós körülmények között. 209

Krisztián Bálint¹

Modern, Blockchain-Based Fire Protection Solutions through In-School Security Cameras

Modern blokklánc alapú tűzvédelmi megoldások iskolai biztonsági kamerák által

Today's modern camera systems possess numerous analytic functions, such as face detection, headcount, or thermal detection. In order to increase the security, however, the further development of these features is recommended, in the best interest of fire protection. The present article discusses the introduction of a camera system which would be capable of determining the students' whereabouts within the premises in an automated way. Thus, the system has to be able to determine who, when, and where is located within the premises of the educational institution in question. This could provide useful information in case of a fire within the institution. Thereby, the security service or rescue teams could determine the exact location of the students – even by name – and their number, and they could rescue the students stuck inside more easily. Furthermore, the storage of the video footage is most frequently saved in 'traditional' clouds, whereas the solutions based on decentralised clouds provide greater security. The aim of the research is to introduce a solution for fire protection, based on a security camera system which is considered an outstanding development nowadays.

Keywords: blockchain, fire protection, security camera

A mai modern iskolai kamerarendszerek számos analitikai funkcióval rendelkeznek, úgymint arcfelismerés, emberszámlálás, illetve hőérzékelés. A biztonság fokozása érdekében azonban ajánlatos ezeket továbbgondolni a tűzvédelmi megoldások érdekében. A cikk részleteiben tárgyalja egy olyan kamerarendszernek a bemutatását, amely automatizált módon képes a hallgatók tartózkodási helyét meghatározni. Ebből kifolyólag a rendszernek tudnia kell, hogy ki, mikor és merre tartózkodik az oktatási

¹ Óbuda University, Doctoral School of Safety and Security Sciences, PhD student, e-mail: balint.krisztian@phd.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2407-9230>

intézmény falain belül. Ez hasznos információ lehet egy iskolai tűz esetében. Ezáltal a biztonsági szolgálat, illetve a mentőcsapatok akár név szerint is tudhatják a tanulók pontos tartózkodási helyét, azok számát, valamint az evakuáció során bent rekedt tanulókat is könnyebben kimenekíthetik. Továbbá a videófelvevételek tárolása leggyakrabban a „hagyományos” felhőkben történik, holott a decentralizált felhőalapú megoldások nagyobb biztonságot nyújtanak. A kutatás célja, hogy bemutasson olyan biztonsági kamerarendszeren alapuló tűzvédelmi megoldást, amely egyedülállóan számít napjainkban.

Kulcsszavak: blokklánc, tűzvédelem, biztonsági kamera

1. Introduction

Thanks to the rapid development of IT-technology, and diminishing unit prices respectively, security cameras are widely utilised in educational institutions, with their basic function being surveillance, as well as the rise of the security level.

The analytical functions are widening the camera systems' capabilities increasingly, combining the hardware with artificial intelligence, enabling the enhancement of efficiency. Naturally, the aim is to increase the rate of automatisation, with the inclusion of the human factor at the lowest possible rate.

Modern solutions for fire protection are increasingly spreading in schools. There may be hundreds of students on the premises of the educational institutions during the lectures in a single timeframe, therefore, continuous monitoring of the newest solutions for fire protection is necessary, and to procure and install them respectively. Universities, however, may experience occurrences of building fires not only during the educative work, but during weekends and holidays, not to mention the vacation in the summer and winter.²

Every society in the world defines vulnerability and the immediate endangerment of life and property in connection with occurrences of building fires, even with the various fire extinguishing techniques and warning measures present.³

Thus, it is advisable for the universities to consider the implementation of a camera system that would not only be utilised for 'basic surveillance' so to say, but would be collaterally used most efficiently in the fire protection on a daily basis.

This work is structured as follows: after the chapter about the modern security cameras in the fire protection, the article introduces cameras with heat detection, then it points out the importance of artificial intelligence, which is required to be included in a professional level security camera. Last but not least, the most secure way of storing video footage will be discussed, with blockchain-based technologies in mind.

² Tamás Berek and Krisztián Bálint, 'Possible Computerized, Modern Solutions for Fire Protection of the Universities in Subotica, Serbia,' in *Mobilitás: A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye*, ed. by É. Borsos, R. Horák, C. Kovács and Zs. Námesztovszky (Subotica [Szabadka]: Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, 2019), 42.

³ Dóra Laczik, 'Hamis tűzjelzés kiszűrésének elvi és gyakorlati lehetősége a tűzvédelemben' [Theoretical and practical possibility of filtering out false fire alarms in fire protection], *Hadmérnök* 7, no 1 (2012), 16.

2. Modern security cameras in fire protection

The constitution of a modern, in-school fire protection system is a serious and difficult task. It can be observed that these systems are becoming more complex over time, respectively, they possess numerous modules enabling their future expansion. These security cameras are including more and more analytical functions, such as:

1. Headcount;
2. Crossing of lines;
3. Human recognition;
4. Facial recognition;
5. Personal identification;
6. Thermal detection;
7. Tracking of various objects.

These capabilities, at least all of them at once, are seldom present in a single camera, as the functions described are included only in a narrow niche of specialised, professional equipment as of yet. Furthermore, security cameras featuring technologies signaling fire alarms may also constitute a part of the fire protection system.

Thanks to the possibility of personal identification, through tighter linking of analytical functions the camera system may gain the capability of determining the exact location of every student within the premises of the university.

Luckily, educational institutions, colleges, students' boarding facilities seldom experience a building fire. If, however a fire would occur, it would have more serious consequences. Thus, it is expedient to consider a camera system that would be able to monitor the students' movements within the premises, with the identification of the students from a built-in database.

The majority of people hardly think of the actions required in the case of a fire, thus, many exhibit a behaviour endangering oneself and the others, too. The emergence of hyperexcitation is particularly aided by fire-related phenomena, such as the smoke, the heat, the noise, and the odour. With the increase of the intensity of these characteristics, the individuals may develop a drastic rise of hyperexcitation, thus, they may have difficulties in reaching appropriate decisions.⁴

In case a student has to be found who was eventually trapped in the premises, a security system capable of personal identification and tracking may presumably greatly contribute to the actions of the rescue teams inbound.

During the constitution of such a system, it is imperative to consider all the possibilities. As it is a camera system in question, it will record a considerable amount of footage on a daily basis. Thus, the data incurred should be attended with due precaution. Decentralised, cloud-based solutions are just starting to spread in the IT-community. The basic notion is the blockchain technology, which has been present since 2001, even so, data storage based on it is still considered a novelty. The aim of the operation is that the blockchain can safeguard data in a more secure manner.

⁴ Tamás Miskey, 'Az emberi tényezők és egy új kiürítéstámogató rendszer bemutatása' [Demonstration of human factors and a new evacuation support system], *Hadmérnök* 4, no 2 (2009), 58.

3. Heat detecting cameras

In order to be able to utilise a camera in the role of fire protection, it must be equipped with a heat sensor. Thermography occurs in objects hotter than -237 degrees Celsius and emitting infra-red waves. These waves are invisible to the human eye. However, the camera with thermal imaging converts the waves to electric signals, so they appear as thermal images to a human observer.⁵ The figure below shows a Dahua Ultra series thermal imaging camera, which would even be suitable among the strict conditions at the universities.



Figure 1

Dahua Ultra Series DH-TPC-SD8621-T

Source: 'Dahua Technology: Ultra series DH-TPC-SD8621-T.' Budapest, 2019, 1–4.

Two types of microbolometers are distinguished in case of the thermal cameras. These are the Vanadium-oxide microbolometer and the Amorphous silicon bolometer.

Formerly, only a few camera-types featured Fire Detection and Alarm analytics. Today, these innovations are spreading. Furthermore, they are able to detect fires in an ever-increasing efficiency with their built-in sensors. In the beginning, they were hardly capable to detect even a 10-degree temperature difference, which is considered a weak performance. The first table shows the technical specifications of the thermal module of the Dahua Ultra Series security camera introduced above:

⁵ 'BK Components: Simply see more without touch,' Budapest, Testo, 2020.

Table 1

Dahua Thermal Camera Specifications Thermal Module

Source: 'Dahua Technology: Thermal Camera Specifications.' Budapest, 2019, 1–4.

Thermal Camera max. Resolution (effective pixel)	640 × 512
NETD (Noise Equivalent Temperature Difference)	< 40mk
Temperature Accuracy	Max (+/-2°C, +/-2%) operating temperature
Temperature Measurement Range	Low temperature mode: -20°C to +150°C High temperature mode: -0°C to + 550°C
Temperature Range	-20°C ~ 150°C
Thermal Detector Type	Vanadium oxide uncooled focal plane detector

3.1. The thermal imaging camera's image sensors

The thermographic solutions of the thermal imaging cameras operate the following way:

1. The microbolometer based on vanadium-oxide or amorphous silicon is decidedly developed for the utilisation in thermal cameras, and they are capable of detecting the smallest differences in temperature. Presently, the microbolometer produced in the highest quantity includes crystalline vanadium-oxide sensor elements. The matrix-like arrangement of the thermal sensor elements strongly resembles the construction of CCD and CMOS sensors operating in visible light conditions. Every single pixel of the sensor's matrix plate represents an elementary microbolometer, in which the incoming infrared radiation causes a change in the electric resistance.
2. In some ways, the amorphous silicon-based microbolometer has more favourable parameters. Deviations cannot be observed in the structure of amorphous silicon, which fact secures an outstandingly uniform shaping on the level of pixels. It responds to changes in the temperature more predictably, thus, the sensor can be set up more easily. Its energy consumption is low, which is considered primarily in the case of portable thermal cameras. Highly sensitive sensors can be produced from amorphous silicon, which is not a negligible fact. The aim of the development of each type of camera is that the composed image should approach the quality of the live one. These days, the satisfactory results would be around 25 frames/sec. This can be hardly reached in case of a thermal camera without a cooling unit, as many types are capable of only about 8 frames/sec of refresh rate. However, it is easier to achieve a faster refresh rate with amorphous silicon sensors, as their thermal time constant is 30-40% lower than that of the VOx sensors.⁶

⁶ 'Thermal Camera System.' Oktel, Electronics, Szekszárd, 2018, 3.

3.2. NETD- Noise Equivalent Temperature Difference sensor

Thermal sensitivity is quite an important factor in the case of thermal cameras. It influences the heat sensitivity. The lower this value is, the more efficiently the camera reacts to the temperature difference. This value is given in millikelvin (mK). Usually, the following boundaries are set for the different values:

1. < 40mk – a very good value;
2. < 50mk – a good value;
3. < 60mk – an average value;
4. < 70mk – a weak value, so the camera is not efficient in sensing temperature difference;
5. < 80mk – very bad value.

3.3. Artificial intelligence

The science of security applies artificial intelligence in facial detection, facial recognition, as well as in head counting⁷ where it can be successfully utilised. By the implementation of artificial intelligence, the number of tasks encumbering the security service may be lessened, as the security footage does not need to be monitored 24 hours a day, as it is sufficient to view a certain portion if need be. Today's modern analytic cameras would be less efficient without the inclusion of the artificial intelligence, what is more, some tasks would not be manageable at all. These cameras are capable of continuous learning, thus lessening the number of false detections or identifications. Presumably, the cameras on the premises of the universities would need a longer time period to learn, as these need to identify numerous students on a daily basis. The factors aggravating the identification maybe the following:

1. Facial expressions;
2. Overlapping;
3. Image quality;
4. Presence of facial features;
5. Light conditions.

3.4. Facial recognition and detection

A camera can utilise metadata during its learning cycle. The more metadata it possesses, the less mistakes it will commit, its output values will be more accurate. Metadata of higher importance would be the students' attire, hairdo, male facial hair, sunglasses, also coats and scarfs in the winter. The attire worn at the moment will greatly aggravate the identification or may enhance the number of false detections.

⁷ Csaba Kollár, 'A mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák bemutatása a biztonságtudomány fókuszában' [Demonstration of artificial intelligence and related technologies with a focus on security science], in *Kiberbiztonság – Cybersecurity 2*, ed. by Zoltán Rajnai (Budapest: Biztonságtudományi Doktori Iskola, 2019), 47–61.

With the utilisation of artificial intelligence, the features hindering the efficient identification can be diminished, as the camera could learn to recognise these so-called 'hindering' factors.⁸

The PCA (Principal Component Analysis) is a solution that is able to deconstruct a facial image to its own basic components, which are fed into the process of grading and decision making. After the components of all the images in the database are known, the components of every testing facial images just need a comparison with the already acquired components. The principles of operation are as follows:

1. The first, 'own' face (eigenface), is an averaged one, the others are representing the differences, deviations from the first one. The eigenface is a good filter: every single face that follows, gives per pixels – as a scalar product with the average face – a value approaching 1, while in case of an image not depicting a face, this value will be much less than 1. The direction of the largest variation (compared to the eigenface) is given by the second eigenvector. The direction of the second largest variation is given by the third eigenvector, and so on. Every single eigenvector may be seen as a feature. If we depict a face in a reduced face space, its vector will provide the importance of each of the features on that particular face.
2. In the next steps, the operation of the PCA based facial recognition can be observed. The process receives a learning face file for an input, containing the images of many persons from many angles, then, with the PCA method, it produces a very limited number of eigenfaces. Naturally, the first step in every experiment is the definition of the eigenfaces. After that, the reduced face space may be populated with the known facial images, which are commonly taken from the learning facial images. Every single known face is transformed in the face space, and their components are saved to the memory. Only then the facial recognition may begin.⁹

4. Blockchain-based data storage

The revolution that happened in information technology has brought the need for digitalisation, more precisely, the desire for the work processes, databases, and data to be accessible on computers. The five foremost advantages of the digitalisation are considered as tracking, efficiency, reliability, swiftness, and flexibility. These qualities match the opinions about the blockchains. Blockchains are public or private distributed ledgers, consisting of blocks (heaps of data) linked in a diachronic order, similar to links in a chain. Every blockchain is constituted individually, and there is

⁸ Krisztián Bálint, 'Composition of an Automated Attendance Register of Students by Security Cameras, as part of Smart City,' paper presented at *Smart City Conference, SSSCC*, Óbuda University, Budapest, 2020.

⁹ László Dudás, *Alkalmazott Mesterséges Intelligencia* [Applied artificial intelligence], Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ, 2011. Available: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_alkalmazott_mesterseges_intelligencia/adatok.html (18. 04. 2020.)

a responsibility on every participant (data miner) in its constitution and maintenance, as the data blocks are distributed amongst those involved.¹⁰

The decentralised, blockchain-based systems are capable of storing and forwarding information securely. Moreover, they have constituted a new platform of transactional management, credibility, and quality insurance. However, besides the currency, this technology is also capable of becoming a ledger, a registry of other types of directional data flows.¹¹

The in-school security cameras usually save their footage to a cloud, or locally, on the NVR's (Network Video Recorder) hard disk. These two solutions do not provide the security needed, since:

1. The 'traditional clouds' are owned by great brands as providers, so basically, a person may easily feel dependent on them. If they fail to adhere to the appropriate norms and regulations, the data may be compromised. There have been numerous instances of data leaks or hacker attacks.
2. NVRs usually utilise the following storage architecture: DAS (Direct Attached Storage), NAS (Network Attached Storage), SAN (Storage Area Network), RAID (Redundant Array of Independent Disk). These solutions are proven during all these years, while there are more modern and progressive solutions in existence.

4.1. Off-Chain and On-Chain data storage

There are two ways for blockchain-based data storage. These are the Off-Chain data storage and the On-Chain data storage.

In the case of universities, the best option is the Off-Chain based storage, as the video footages contain a large amount of data. The cameras are capable of Full HD and 4K resolution, and not even the most efficient compression processes are able to reduce the data quantity generated. Presently, blockchains are capable of storing transactional information at best. For instance, the size of an Ethereum block is 30k, while the size of a Bitcoin Cash is 100k. It is foreseeable that a task requiring the storage of more GB of data is impossible to complete.

The On-Chain solution operates in the following way: every single instance of data is saved to all the blocks of a blockchain. Stemming from the sheer size of a video footage, the On-Chain storage cannot be a good solution, whereas this would be the most secure one. Not a single On-Chain network presently in existence could store the extent of data in question.

In the case of Off-Chain storage, the video footage could be stored on miners' computers, while the blocks would only store the hash values of the data in question. The data would be divided into smaller units, then these would be distributed to various physical locations. In a situation like this, the task of the Off-Chain would

¹⁰ Éva Ambrus, 'Blockláncok' [Blockchains], *Hadmérnök* 12, no 2 (2017), 226.

¹¹ László Karvalics and Gábor Dániel Nagy, 'Blokklánc és társadalmi makroevolúció' [Block chain and social macro-evolution], *Információs Társadalom* 17, no 3 (2017), 8.

be to establish a link between the storage and the miners' hard disks. In practice, the miners would provide their clients (for example the university) with storage space in exchange for coins. Moreover, the same data would be saved to many miners. Before the dispatching, data should be encrypted through various cryptographic methods. Figure 2 shows an Off-Chain structure capable of storing video footage:

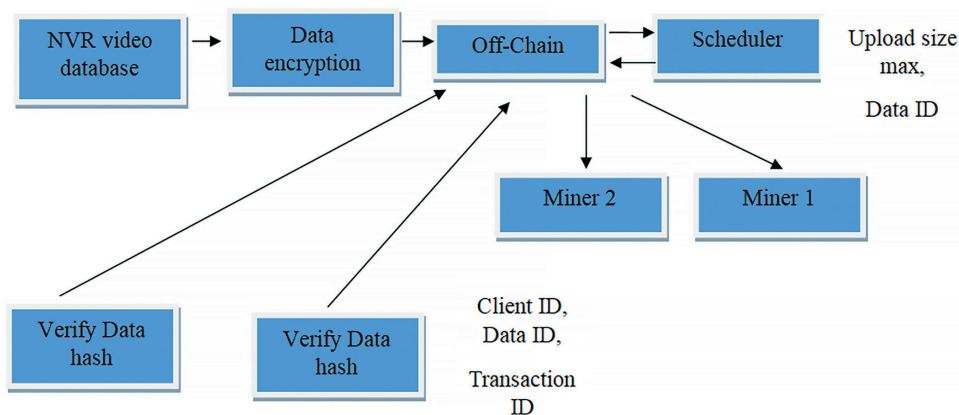


Figure 2

Video recording via Off-Chain structure

Source: edited by the author

5. Conclusions

The universities are in a difficult situation, as they have to use up-to-date security solutions, for the sake of the security of the students and the employees, all the while adhering to the legal regulations in a strict manner.

A modern security camera system would greatly enhance the existing level of security. With the inclusion of the analytic functions, these assets would be capable of performing a growing number of tasks. During the coming years, the forefront of the development would shift to more precise identification and tracking, resulting in the possibility of determining the exact location of every single student within the university's premises at a minute's notice.

It may seem worrying a little bit, but the solution has a positive side, too. In case of a fire, the students' whereabouts could be determined more easily, and this may greatly contribute to a successful evacuation.

Furthermore, in favour of the secure storage of video footage, it is worth to consider the implementation of the blockchain technology, besides the use of traditional, cloud-based solutions.

References

- Ambrus, Éva: 'Blockláncok' [Blockchains]. *Hadmérnök* 12, no 2 (2017), 224–234.
- Bálint, Krisztián: 'Composition of an Automated Attendance Register of Students by Security Cameras, as part of Smart City.' Paper presented at *Smart City Conference, SSSCC*, Óbuda University, Budapest, 2020.
- Berek, Tamás – Bálint, Krisztián: 'Possible Computerized, Modern Solutions for Fire Protection of the Universities in Subotica, Serbia.' In: *Mobilitás: A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye*, ed. by Borsos, É. – Horák, R. – Kovács, C – Námesztovszky, Zs. Subotica (Szabadka), Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, 2019. 42–50.
- 'BK Components: Simply see more without touch.' Budapest, Testo, 2020. 1–20. Available: <https://bit.ly/3bjNncr> (19. 04. 2020.)
- 'Dahua Technology: Thermal Camera Specifications.' Budapest, 2019, 1–4. Available: <https://bit.ly/2yh0UmC> (19. 04. 2020.)
- 'Dahua Technology: Ultra series DH-TPC-SD8621-T.' Budapest, 2019, 1–4. Available: <https://bit.ly/2yh0UmC> (19. 04. 2020.)
- Dudás, László: *Alkalmazott Mesterséges Intelligencia* [Applied artificial intelligence]. Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ, 2011. Available: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_alkalmazott_mesterseges_intelligencia/adatok.html (18. 04. 2020.)
- Karvalics, László – Nagy, Gábor Dániel: 'Blokklánc és társadalmi makroevolúció' [Block chain and social macroevolution]. *Információs Társadalom* 17, no 3 (2017), 1–33. DOI: <https://doi.org/10.22503/inftars.XVII.2017.3.1>
- Kollár, Csaba: 'A mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák bemutatása a biztonságtudomány fókuszában' [Demonstration of artificial intelligence and related technologies with a focus on security science]. In *Kiberbiztonság – Cybersecurity 2*, ed. by Rajnai, Zoltán. Budapest, Biztonságtudományi Doktori Iskola, 2019. 47–61.
- Laczik, Dóra: 'Hamis tűzjelzés kiszűrésének elvi és gyakorlati lehetősége a tűzvédelemben' [Theoretical and practical possibility of filtering out false fire alarms in fire protection]. *Hadmérnök* 7, no 1 (2012), 15–31.
- Miskey, Tamás: 'Az emberi tényezők és egy új kiürítéstámogató rendszer bemutatása' [Demonstration of human factors and a new evacuation support system]. *Hadmérnök* 4, no 2 (2009), 57–66.
- 'Thermal Camera System.' Oktel, Electronics, Szekszárd, 2018. 1–10. Available: <https://bit.ly/2VApcQA>, (19. 04. 2020.)

Kata Rebeka Szűcs,¹ Arnold Ószi,² Tibor Kovács³

Mobile Biometrics and their Risks

Mobil biometrikus megoldások és kockázataik

The present article aims to introduce the ways of secure access control, with a special emphasis on biometric solutions on mobile devices. Apart from secure biometric data storage, which is also a very important aspect of this topic, there are several other types of threats. On the following pages we provide a short description of the possible risks of biometric systems. In order to understand the current status and attitude towards biometrics, we introduce our own survey as well.

Keywords: biometric authentication, biometric data, data protection

Jelen cikk célja a hozzáférés-ellenőrzés módjainak bemutatása, különös tekintettel a mobil biometrikus megoldásokra. A biztonságos biometrikus adattárolás mellett, amely nagyon fontos szempont ebben a témában, számos más típusú kockázat is létezik. A következő oldalakon rövid leírást adunk a biometrikus rendszerek lehetséges veszélyeiről. A biometria jelenlegi állapotának, valamint az ahhoz való hozzáállásnak megértésére saját kutatást is végeztünk, amelyet szintén ismertetünk.

Kulcsszavak: biometrikus hitelesítés, biometrikus adatok, adatvédelem

Introduction

Our lives have changed a lot recently and our mobile devices have become an integral part of our new lifestyle. ISQ Online and Google conducted a survey in Hungary to examine the role of smartphones in our lives and found that the second most frequently checked object when we leave our homes for work or school is our phones,

¹ Óbuda University, Doctoral School of Safety and Security Sciences, PhD student, e-mail: szucs.rebeka@phd.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2965-6295>

² Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Security Technology Engineering, lecturer, e-mail: oszi.arnold@bgk.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5988-0143>

³ Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Security Technology Engineering, Associate Professor, e-mail: kovacs.tibor@bgk.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7609-9287>

after our wallets.⁴ Looking at the statistics, we can also get a sense of how deeply the world is affected by this phenomenon. According to the Hungarian Central Statistical Office (KSH), there were 11 million mobile subscriptions in Hungary in 2018, which means 121.2 subscriptions for 100 inhabitants.⁵ As the below table (Table 1) shows, according to Internetworldstats.com, more than half of the world's population are internet users, and at the same time, Eurostat states that out of ten internet users, eight are surfing via a mobile or smartphone.⁶

Table 1

*Internet usage around the world*Source: www.internetworldstats.com/stats9.htm (29. 08. 2019.)

WORLD REGION	Population (2017 Est.)	% Pop.of World	Internet Users, 30-June-2017	Penetration (% Population)	Internet % Users	FACEBOOK % to total world population 30-June-2017
European Union	506,279,458	6.70%	433,651,012	86%	11%	3.35%
Rest of World	7,012,749,512	93.30%	3,451,916,607	49%	89%	22.98%
Hungary	9,787,905	0.13%	7,874,733	81%	2%	0.07%
TOTAL WORLD	7,519,028,970	100%	3,885,567,619	52%	100%	26.33%

According to the European Parliament, last year (in 2018) 71% of the European population shared their personal data online, but only 15% of them felt that they have control over it,⁷ which shows that we need better and more secure ways to protect our personal data. With this said, we also store a huge amount of personal data on our mobile devices, which obviously needs to be protected. One of the trendiest ways to protect our data is by using biometrics. This article aims to introduce the ways to secure data with a special emphasis on mobile biometrics, and the possible risks they hold. Later, we will also show the results of a survey we conducted to find out more about the attitude of users to biometrics and to examine their usage and knowledge of it.

2. Mobile biometrics

In this section we are going to introduce methods of secure access control, with a special focus on biometric identification.

⁴ 'Az új általános adatvédelmi rendelet (GDPR),' Európai Parlament, Hírek, 22. 08. 2018. Available: www.euro-parl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180522STO04023/az-uj-általanos-adatvedelmi-rendelet-gdpr (04. 30. 2018.)

⁵ 'Digital Transformation Monitor,' European Commission. Available: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Secure%20access%20control%20v1.pdf (10. 01. 2017.)

⁶ Vishwath Mohan, 'Better Biometrics in Android P.,' Google Security Blog, 2018. Available: <https://security.googleblog.com/2018/06/better-biometrics-in-android-p.html> (28. 10. 2020.)

⁷ 'Az új általános adatvédelmi rendelet.'

2.1. Secure access control

There are several ways to protect personal data on our mobile devices with secure access control, which 'can be defined as a system capable of identifying who enters or leaves an area of control and managing the admittance of the person to the building, a specific space or site.'⁸ In this group we can differentiate:

- Mechanical keys;
- PIN codes (via various solutions);
- Passwords;
- Identifying cards (for example badges, magnetic strips);
- Biometric systems (for example fingerprints, face scanners);
- Combined solutions.⁹

There is another way of grouping authentication methods, based on the mechanism:

- knowledge factors: they require something the user knows (for example password or PIN);
- possession factor: they require something that the user has (for example badge or token);
- biometric factor: they ask for something on the user's body (for example fingerprint or iris).¹⁰

During the more traditional authentication methods, systems are just verifying if you have or know the key, but they do not check whether the owner of that particular badge or password is the one trying to access the protected area. This concern can be addressed by biometrics.

From the above list, passwords are among the most known methods of authentication. Passwords are convenient to implement, require minimal hardware and exact match. They can be most effective if they are hard to guess (they do not contain words, but random characters, numbers, upper and lower case and special characters as well). As mobile devices are used frequently and users require fast experience, difficult passwords are not the best choice. While we are discussing authentication methods used in mobile phones, we have to mention pattern locks, which allow users to choose a preselected sequence of points as authentication. These are almost as secure as PINs, they are convenient and easy to remember, but they can be also seen by others and the oil from the skin can leave a trace on the unlit screen which can indicate the used pattern.¹¹

2.2. Biometric identification

From the above list, biometric identification is an automated technique which measures and registers the physical and behavioural features of an individual and use them for

⁸ 'Digital Transformation Monitor.'

⁹ Ibid.

¹⁰ Mohan, 'Better Biometrics.'

¹¹ Liam M. Mayron, 'Biometric Authentication on Mobile Devices,' *IEEE Security & Privacy* 13, no 3 (2015), 70–73.

identification and authentication purposes.¹² We can distinguish two main categories: physical and behavioural. The most commonly known in the physical category are fingerprint, iris and face. The most prevalent behavioural are voice, handwriting and walking for example.

Mobile biometrics refers to the application of biometric authentication on mobile devices like smartphones and tablets, usually with the following methods:

- fingerprint recognition;
- face recognition;
- iris recognition;
- voice recognition.

Each of these methods try to recognise as many unique points from respective body parts as possible. Once these are recorded and stored in the system, new samples (when an individual is trying to access the system) are collected and compared to the stored template. If they match, the access is granted, if not, the access is denied.

In mobile biometrics in general, it is easy to implement most of these methods in smart phones and tablets as they already have the necessary sensors (for example camera or microphones), the computing power and storage in most cases.

Biometric authentication is very convenient as we can just use our body parts which are always with us, we do not have to remember and type in difficult PINs or passwords, and we do not have to have our badges with us. The main disadvantage though is that they cannot be or are much harder to be changed. Once they are compromised, misused, they cannot be used again, so those systems which are using biometrics require a higher level of security, more advanced or new methods of protection. Biometrics can be most effective if they are used combined with other methods of authentication.

3. Risks

As every method and system, biometric identification and authentication has its risks and threats as well, and it is important to highlight these, in order to avoid overconfidence in it. Security threats which can cause system failures can be divided into four categories for biometrics:

- DoS (Denial of Service): it means that a legitimate user is not able to access the system.
- Intrusion: it means that an unauthorised user accesses the system.
- Repudiation: it means that an authorised user accesses the system and denies it, claiming that an unauthorised user was acting instead of them.
- Function creep: it appears when a biometric system is exploited and data is used to access another application than originally intended, connection

¹² Tibor Kovács, István Milák and Csaba Otti, *A biztonságstudomány biometriai aspektusai* (Pécs: Magyar Hadtudományi Társaság, 2012).

between two identity records of the same person can be linked from two different sources (without their knowledge).¹³

Based on the source of threats we can distinguish between intrinsic limitations and adversaries. The first means false matches and false non-matches, when the system lets unauthorised people in or when authorised people are not let in. The latter, the adversaries, can be divided into further groups, namely internal and external threats aiming to abuse the system. These attacks can appear at any time of the identification process which we already outlined, so during the enrolment and the recognition phases there are several ways to attack a system. The types of internal attacks are briefly the following:

- Collusion: it means that an authorised user abuses and attacks the system, possibly in collaboration with external forces with malicious intentions.
- Coercion: similarly to the previous one, this includes an authorised user's attack, but with an important difference: the user is forced, coerced by an external threat to attack.
- Negligence: negligence of the authorised users can be a source of threat, too, for example, allowing tailgating or failing to log out from systems can also grant unauthorised people access.
- Enrolment fraud: it occurs when an originally unauthorised person is enrolled in the system, so they can access easily. To avoid this, systems can use de-duplication, which means that they do not allow the system to have the same records for more than one identity. (This process is a bit difficult for mobile application use, but can be useful for example in border control, when this kind of risk is higher.)
- Exception abuse: it means that the attacker abuses the system's fall-back mechanism which allows it to handle exceptions. Handling exceptions in systems increases risk, so it should be kept on a minimum level if possible.

Other types of adversary attacks target the different parts of the system:

- Infrastructure: in this group are sabotage (physical damage to infrastructure) and overloading (flooding with access requests so that it stops working).
- User interface: these include impersonation (unauthorised user tries to access disguised as an authorised one), obfuscation (trying to avoid being identified by changing characteristics intentionally) and spoofing. This is the most commonly known and interesting method, it means that artificial, counterfeit traits or body parts are submitted to be checked, for example rubber fingers, photos of a face or recorded audio. Biometric security systems aim to check if the submitter of the live sample is indeed live, in order to avoid this threat.
- System modules: these can be unauthorised modification (of a software component in the system) or exploitation fault (looking for loopholes or faults in the configuration to abuse the system).

¹³ Anil K. Jain, Arun A. Ross and Karthik Nandakumar, *Introduction to Biometrics* (London: Springer, 2011), 260.

- Interconnections: these include man-in-the-middle (a third party is joining the communication between two sides without their knowledge, influencing the communication), replay (holding back parts of communication and resending it later for the recipient) and hill-climbing attacks (basically a brute-force attack of the biometric system).
- Template database: it means that the templates could be accessed or modified or that they are accessible for unauthorised people in case of leakage.¹⁴

So in short, we can see that there are several ways to attack and abuse these kind of systems as well.

According to Ashbourn, biometric data can be a good source of identification, however they cannot be considered unique. This means that the risk of false positive is real, so a person can be identified and matched to an incorrect sample. In theory, gathering more and more samples over time, the risk of false positive matches can increase, so the threshold percentage of acceptable difference between the stored and live sample can be changed accordingly. Lowering the threshold means a lower level of security and therefore trust in the system, so it is hard to find the balance.¹⁵

Another important aspect of biometric solution risks to highlight is that attacks can target the biometric data itself, as we could already see from the previous section. So generally we need to apply a higher level of security on the template as well, since once this data is compromised, it is harder to be modified and used again for the same purpose. This is why the above mentioned big players answered to this threat by paying special attention to secure storage. According to Veridium, the other possible solutions for adding more security can be for example de-identifying data or using a visual cryptography scheme. De-identifying means that the biometric data is stored in a transformed format and it is paired with a cryptographic key which makes data dissimilar to the actual biometric data.¹⁶ Visual cryptography scheme on the other hand suggests that instead of using the usual public and private key method, the data is encrypted into multiple folders, so they mean nothing if checked by themselves. To see the original data, you have to combine them and you also have to have the right to do that.¹⁷ Using these principles, this company uses a distributed model for smartphones, which means that the biometric data is divided into two files or sheets (using the above mentioned extra security actions), one is stored in a trusted server, and the other half is on the smart phone's secure storage.

Now that we know the possible type of risks, we can have a brief look at the performance measurement as it can help measuring how the system operates, how healthy it is and where possible risks can appear. As we already mentioned, there is a possibility of false match or acceptance and false non-match or non-acceptance, which can both be turned into rates showing the amount of these scenarios with FMR (false match rate), FAR (false accept rate) and FNMR (false non-match rate) and FRR (false reject rate). False or true match refers to the situation where a live sample is or

¹⁴ Ibid. 266–284.

¹⁵ Julian Ashbourn, *Biometrics in the new world* (Berkhamsted: Springer, 2014), 26.

¹⁶ 'Biometric Privacy is of the Utmost Importance,' Veridium: Hands On Security, 2017.

¹⁷ 'Protecting Your Most Private Data – Your Biometrics,' Veridium: Hands On Security, 2017.

is not matched against the template, so these rates show the accuracy of the system. Accept and reject measurements are quite similar to match measurements, but they are transaction oriented, they examine if an identification was successful or not.¹⁸ At the point where FAR and FRR are equal, we can get the EER (equal error rate). ACOM (Anti-Cloning Operation Methods) shows the extent to which the device's operating principle excludes the use of a counterfeit sample. MOA (Mission Oriented Application) shows the possible security-related tasks of a given device.¹⁹ Android uses some other metrics too, such as SAR (spoof accept rate) and IAR (imposter accept rate), which shows how easily an attacker can access the system with these methods.²⁰

4. Survey

To get a picture of the attitude of peers and people around us, we conducted an online survey with 9 questions (plus demographics). As this article was created at the time when biometric authentication was considered to be implemented at the university faculty, we took the opportunity and examined the attitude there, which can explain the sample characteristics. We gathered 224 answers: 66% of the respondents were male, 34% female. 53% of them live in the capital, Budapest, and 40% of them live in a city in the countryside, so most of them are from cities and only 8% of them live elsewhere. 54% of the respondents are students (university), the rest of them have a job already (9% of them in a leader position). 54% of them has a graduation certificate and 35% of them have finished college or university. Our sample is quite young: only a few (3%) are Baby boomers (born 1946–1964), 13% are from generation X (born 1965–1979), 33% are from generation Y (born 1980–1994) and half of them (50%) belong to generation Z (born 1995–2010). All of the above mentioned features can influence the results of the survey, which cannot be considered representative.

Before we present the questions and answers, let us provide a short overview of generations, as those are the basis of our age group divisions. Generations are a group of people born in the same period, who were about the same age at the important points of their lives (e.g. finishing school, getting married, starting a job, etc.). In this article we mention four generations, Baby boomers (people born 1946–1964), generation X (1965–1979), generation Y (1980–1994) and generation Z (1995–2010). These groups were at different ages when new technologies such as smart phones and internet became parts of our lives, so they reacted differently and they feel differently about this new world. Those who were born before the age of internet and have lived their childhood without it, they had to learn how to use it, they trust less this new era generally, and they are less comfortable using it.²¹ Baby boomers are considered to reject and redefine traditions (compared to their parents), generation X are usually skeptical, self-reliant and risk-takers, generation Y are the hopeful generation who want to achieve self-actualization with meaningful work and generation Z are the

¹⁸ Jain, Ross and Nandakumar, *Introduction to Biometrics*. 18.

¹⁹ Kovács, Milák and Otti, *A biztonságstudomány*.

²⁰ Mohan, 'Better Biometrics.', 488.

²¹ Dóra Gelencsér 'Generációk különbségei: X, Y, Z és alfa az iskolában,' *TanTrend*, 02. 28. 2018.

ones who receive the greatest impact on their lives from technological development and globalisation. They are the smallest group from the smallest families of the oldest mothers with the longest life expectancy.²² According to another differentiation, certain parts of the Y and Z generations are also called 'digital natives'. They are those who were born in the world of digital media and the Internet after 1980. It is not difficult for them to adapt to new technologies and use them. As they were born later in development, these qualities become more and more natural to them. Another grouping category is 'digital immigrants', suggesting that members of this group have learned to use new technologies, and that it is difficult for them to adapt these technologies to their abilities compared to their digital native peers.²³

The first question was about identification methods used by the respondents (they could mark multiple answers). Below we can see the figure (Figure 2) which shows the results according to to generations. It is visible that the three most popular answers are PIN codes, passwords and biometric identification, which is not very surprising. We can also observe that the answers are not related to age.

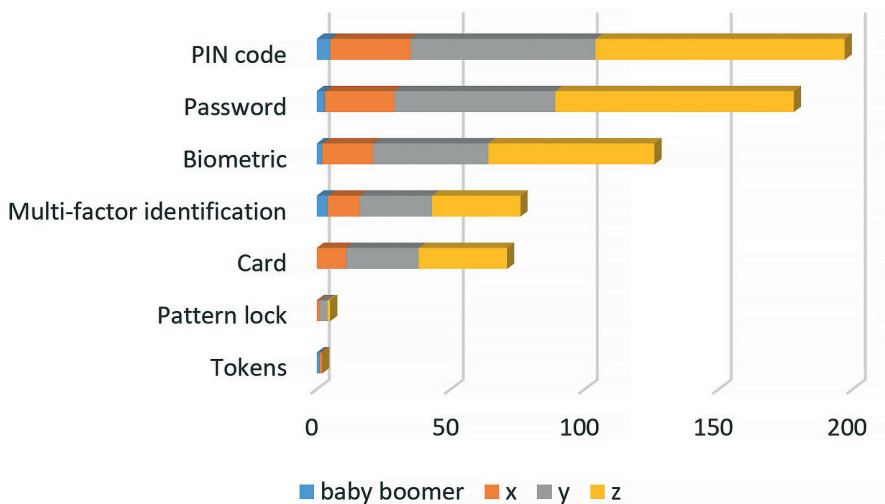


Figure 2
 Identification methods used by respondents, n=224
 Source: edited by the authors

If we examine this compared to gender, using Pivot tables and frequency analysis, we can see that male respondents are familiar with more identification methods than females. We can also observe that older generations know more types than younger

²² Anita Kolnhofer-Derecskei and Regina Reicher, *GenYus – Y generáció az Y generáció szemével*, Vállalkozásfejlesztés a XXI. században, Vol. VI, 2016.

²³ John Palfrey and Urs Gasser, *Born digital* (New York: Basic books, 2008), 1–33.

ones. This can be due to lack of experience in this field for the young, or this can also be due to the recent changes in technology which made certain techniques for identification (such as biometrics) more popular.

The next question was about which biometric identification methods are known by respondents. The result is shown on the below figure (Figure 3). It is visible that the fingerprint and palm print recognition (19%), eye based (18%) and face (17%) recognition are the most well-known, possibly because recently they have been built into smartphones and they are getting more popular every day. Interestingly, for a test, we included a fake possibility, too, and noticed that 17 respondents said that they are familiar with muscle tone based identification, which shows that there might be some respondents who marked that they know a certain method, but are not really familiar with it. It was also visible that only younger respondents said they are familiar with this made up method.

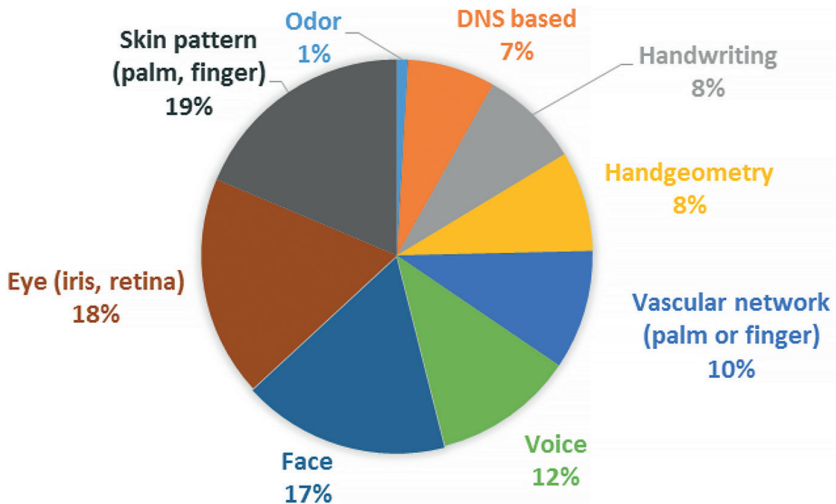


Figure 3

Types of biometrics known by respondents, n=224

Source: edited by the authors

One quarter (24%) of the respondents said they did not use biometric identification in their daily life. 70% of the respondents, however, uses biometrics on their phone, 39% of them uses biometrics in access control systems (at work or university), and about 27% uses it on other type of devices such as tablets or laptops. We studied these responses in relation with demographics using Pivot tables and we saw that if we consider generations, the older the respondents are, the more likely they use other devices than smart phones with biometrics, generation X and baby boomers reported to use tablets and laptops with this feature more frequently. Of course these answers were possibly affected by the fact that 17% of the respondents'

phones do not have sensors for biometric identification. The respondents use biometric identification to unlock their phone (70%), accessing applications (30%) and verifying payments (30%).

Respondents were also questioned about their attitude to biometric identification; firstly, about their opinion about the usage of this method on a scale from 1 to 10 (1 means they would never use it, 10 means they would always). In average the answer was 7, the median was 9, which shows that users are happy to use this method in general. Based on the scale from 1 to 10, we created three main categories of attitude, which will be true for the next two questions as well. An answer from 1 to 4 means rejection towards biometrics, from 5 to 7 the answer means uncertainty, 8 and above means openness to biometrics. We discovered that age does not affect the usage or acceptance of biometrics ($p=0.54$) despite our preliminary assumptions, because more than 60% of both digital natives and immigrants answered that they were open to use it.

We were also interested how safe they think biometric identification is, where 1 meant not at all, 10 meant that they trust it completely. The summary of the answers are visible in Table 2. The average and median for this point were both 8, which means that this method is considered to be quite trustworthy. We examined the answers in relation with generations with Chi-square test as well, because our hypothesis was that digital natives are more comfortable with this technology. We discovered, however, that based on the sample, age does not affect the sense of security for biometrics ($p=0.47$), because more than half of both age groups answered that they think it is safe to use.

Table 2
Summary of the scale questions, $n=224$
Source: edited by the authors

	Like using biometrics	Think biometrics are safe	Would pay/is paying with biometrics
Median	9	8	7
Average	7	8	6

The last question was if they like to pay or would pay with this method if it were possible for them (1 meaning not at all, 10 meaning every time). The median was 7, the average was 6, which shows that payment is something they consider more private, where they need to be more careful. We also examined the answers in relation to age, and found that age does not affect the attitude towards biometric payments ($p=0.59$). Interestingly, however, we could notice with frequency analysis that for younger generations, the answers were more on the upper side of the scale, and the older the respondents, the less trust they have.

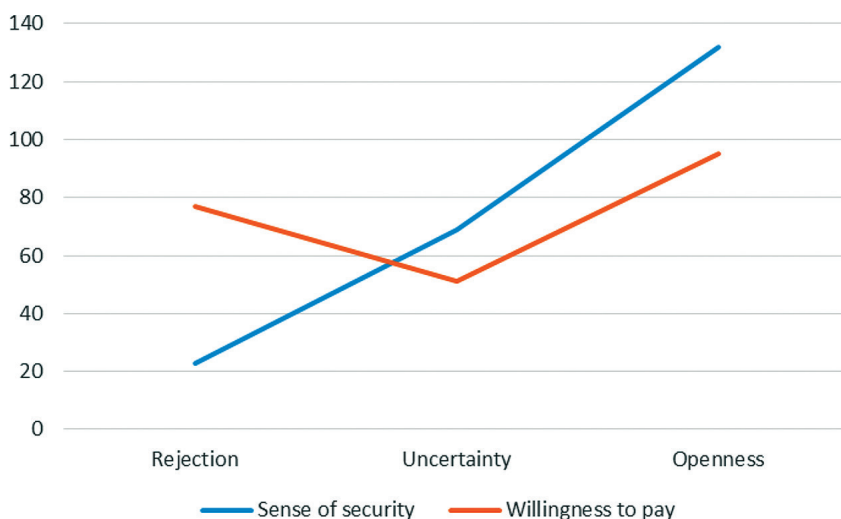


Figure 4
Sense of security vs. Willingness to pay, n=224
 Source: edited by the authors

We compared the perception of security with the willingness to pay with biometric data. The diagram above (Figure 4) shows the distribution of the answers. It is remarkable that while the question about the sense of security can be represented in a linear line, which means that most people are open to it in the sample, this cannot be said about the line representing the willingness to pay with biometric data. There we can also see a higher rate of clear rejection and clear openness at the same time. We examined the grouped answers to these two questions together as well and we discovered that there is a significant relationship between the sense of security and the willingness to pay with biometrics ($p= 0.000000006$). This means that some of those who think the method is safe, are not always comfortable paying with biometrics. That can mean that the amount of available information about biometric payment, practices and security measures are not sufficient for them to feel comfortable to pay. This suggests that transparency, awareness and openness about this technology is important on the providers' side, and to raise trust on the users' side.

In summary, based on the sample it can be stated that biometrics have a good reputation among the respondents, they feel that it is safe and reliable, but they are still uncertain about paying with it, they have doubts about the technological background. We can also see that being a digital native does not necessarily mean stronger knowledge and awareness of new technologies, digital immigrants in this analysis were competent as well. Implementing the biometric authentication system at the university seems to be an acceptable solution based on this survey.

5. Summary

In this article we introduced the ways of secure access control, with a special emphasis on biometric solutions. Apart from secure biometric data storage, there are several other types of threats, so we provided a short description of the possible risks of biometric systems. In order to understand the status and attitude towards biometrics, we conducted a survey as well. According to our respondents, PIN codes and passwords are still the most familiar types of identification, biometrics are the third, and it is also well-known by each age group. Within biometrics, fingerprint, iris and face recognition were the most known, but in general 24% still do not use biometrics in their routine. If they use it, it is most likely they are doing so on their smart phones: older people possibly on more types of devices, but younger generations usually use it only with phones. The most common use is to unlock phones, only around 30% are paying or accessing applications with this method. In summary we can observe that biometrics are thought to be reliable and popular, but when it comes to paying with biometric data, respondents are less decisive.

In the future, we are planning to examine how the above outlined mobile biometrics related risks can be avoided or handled.

References

- Ashbourn, Julian. *Biometrics in the new world*. Berkhamsted, Springer, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04159-9>
- 'Az új általános adatvédelmi rendelet (GDPR).' Európai Parlament, Hírek, 22. 08. 2018. Available: www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180522STO04023/az-uj-altalanos-adatvedelmi-rendelet-gdpr (04. 30. 2018.)
- 'Biometric Privacy is of the Utmost Importance.' Veridium: Hands On Security, 2017. Available: www.veridiumid.com/blog/biometric-privacy-is-of-the-utmost-importance/. (28. 10. 2020.)
- 'Digital Transformation Monitor.' European Commission. Available: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Secure%20access%20control%20v1.pdf (10. 01. 2017.)
- Gelencsér, Dóra: 'Generációk különbségei: X, Y, Z és alfa az iskolában.' TanTrend, 02. 28. 2018. Available: <http://tantrend.hu/hir/generaciok-kulonbsegei-x-y-z-es-alfa-az-iskolaban>. (28. 10. 2020.)
- Jain, Anil K. – Ross, Arun A. – Nandakumar, Karthik. *Introduction to Biometrics*. London, Springer, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-77326-1>
- Kolnhofer-Derecskei, Anita – Reicher, Regina. *GenYus – Y generáció az Y generáció szemével. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században, Vol. VI*, 2016. Available: http://kgk.uni-obuda.hu/sites/default/files/17_Derecskei-Reicher.pdf (28. 10. 2020.)
- Kovács, Tibor – Milák, István – Otti, Csaba: *A biztonságstudomány biometriai aspektusai*. Pécs, Magyar Hadtudományi Társaság, 2012.

- Mohan, Vishwath. 'Better Biometrics in Android P.' Google Security Blog, 2018. Available: <https://security.googleblog.com/2018/06/better-biometrics-in-android-p.html> (28. 10. 2020.)
- Mayron, Liam M.: 'Biometric Authentication on Mobile Devices.' *IEEE Security & Privacy* 13, no 3 (2015), 70–73. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7118088>. (03. 20. 2019.) DOI: <https://doi.org/10.1109/MSP.2015.67>
- Palfrey, John – Gasser, Urs. *Born digital*. New York, Basic books, 2008.
- 'Protecting Your Most Private Data – Your Biometrics.' Veridium: Hands On Security, 2017. Available: www.veridiumid.com/blog/protecting-private-data-biometrics/. (28. 10. 2020.)

Szaniszló Zsolt¹

Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség IV. rész

A lehetséges „trónkövetelők” összevetése a jövőendő alkalmazó szempontjából: az automatikus biztonsági nyitókészülék vizsgálata

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

Comparison of the Possible 'Pretenders' from the Point of View of Future Appliers: The Examination of the Automatic Activation Device

Többrészes tanulmányom a Magyar Honvédség (MH) új személyi légideszant ejtőernyőrendszerrel történő ellátásának szükségességére hívja fel a figyelmet és természetesen javaslatot tesz a beszerzésre irányuló kezdeti lépések megtételére. Tanulmányom első részében napjaink legelterjedtebben alkalmazott konvencionális személyi légideszant ejtőernyőrendszereit és kifejlesztésük rövid történetét mutattam be. A második részben a lehetséges fő-, a harmadik részben a tartalék-ejtőernyő-típusok technikai adatait és jellemzőit vizsgáltam meg az úgynevezett „Klasszikus Hármás” alapján. Tanulmányom negyedik részében az elképzelt tartalékejtőernyő-típusokra felszerelhető automatikus biztonsági nyitóeszköz-típusokat mutatom be.

Kulcsszavak: ejtőernyős katona, személyi légideszant ejtőernyő rendszer, bekötött nyitási rendszerű ejtőernyős dobás, automatikus biztonsági nyitókészülék

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

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 of course it also makes a proposal for the process of the procurement. In the first part of my study I introduced the widely used modern conventional personnel airborne troop parachute systems, the short development stories of them. I observed the technical datas and characteristics of the possible types of the main and the reserve parachutes in the second and the third parts of my study, according to the so called 'Classical Triple' method.

In the fourth part of my study I examine the possible types of the automatic activation devices mounted on the imagined reserve parachute types.

Keywords: paratrooper, personnel airborne troop parachute system, static line drop, automatic activation device

1. Bevezetés

Tanulmányom negyedik részét nem véletlenül szentelem a hagyományos felépítésű személyi légideszant ejtőernyőrendszer adott körülmények között „főszerepet játszó” elemének: a tartalékejtőernyőt szükség esetén önállóan működtető biztonsági nyitószervezetnek.

Noha először kissé furcsának tűnhet egy hasi tartalékejtőernyőre egy – a sport-ejtőernyőzésben már általánosan elterjedt – automatikusan működésbe lépő biztonsági nyitókészülék felszerelése, de a kijuttatás sikerességét mégis nagyban növel(het) i annak alkalmazása! Ez elsősorban a kis gyakorlati (ugrási) tapasztalattal rendelkező katonáknál lehet – a szó legszorosabb értelmében véve – életbevágó jelentőségű az alacsony magasságból végrehajtott ejtőernyős dobásnál, a főejtőernyőnél esetlegesen bekövetkező nyílási rendellenesség esetén.

A biztonsági nyitókészülékre vonatkozóan nemcsak – a tanulmányom első három részében már említett – az ejtőernyős tudományterületet (!) sok esetben csak felszínesen „ismerő” jövődöntéshozó(k), de ugyanakkor a honvédelmi célú ejtőernyős ugrásokkal kapcsolatosan nagyobb elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkezők is érdekes információkkal fognak gazdagodni.

2. A biztonsági nyitókészülék katonai alkalmazásának története

2.1. A kezdetektől napjainkig

Az ejtőernyős ugrást – a hadsereg nemcsak jól motivált, de már szakirányú előképzettséggel (is) rendelkező ejtőernyős, illetve repülő-hajózó személyi állománya utánpótlásának biztosítása céljából – valóságos tömegsporttá (!) duzzasztó politikai akarat a nemzetközi szintű sportrekordok hajszolásához, de ezzel együttesen több híres ejtőernyős sportoló – beleértve két nő, Ljuba Berlin és Tamara Ivanova – katasztrófájához is vezetett a volt Szovjetunióban.²

² Kastély Erika: Biztosítókészülékek. *Ejtőernyős Tájékoztató*, (1993), 4. 24–60. 25.

Az első ejtőernyőnyitó félautomaták megalkotását a hasonló esetek elkerülése okán kiírt pályázat eredményezte: olyan berendezést kellett létrehozni, amely bekapcsolását (aktívvá tételét) követően – adott feltételek teljesülése esetén – automatikusan nyitja az ejtőernyőt úgy, hogy közben megmaradjon annak az ejtőernyős ugró általi (kézi) nyitás lehetősége is.

A kezdetben még kizárólagosan mechanikus működésű biztonsági nyitószervezetek alkalmazása mind az ejtőernyős személy – többnyire a fő- és csak kivételes esetekben a tartalék ejtőernyőre felszerelve³ –, mind a teherdeszant-feladatok technikai biztosításának területén hamarosan kötelező érvényűvé vált.

Előbbire jó példa volt a stabilizátoros nyitási rendszer alkalmazásának prioritása (1. ábra) a Varsói Szerződés Egyesített Fegyveres Erőinek hadseregeinél – beleértve az MH jogelőd szervezetét, a Magyar Néphadsereget (MN) is –, míg utóbbira a MiG-15UTI típusú repülőgépekből végrehajtott gyakorlati katapultülés-tesztek végrehajtása. Ehhez az utóbbi speciális ejtőernyős feladathoz a – MN-ben is rendszeresített – PZK-51 típusú (hasi) tartalékajtőernyőt (2. ábra) alkalmazták a katapultálást végrehajtó személy ülésébe rejtett pilóta mentőajtőernyőjének kötelező kiegészítő felszereléseként, amelyet ugyancsak biztonsági nyitókészülékkel szereltek fel.



1. ábra

Az úgynevezett „igazság pillanata”: orosz légideszantos katona gépelhagyása stabilizátoros nyitási rendszerű, PPK-U típusú ejtőernyőnyitó félautomatával felszerelt D-10 típusú főajtőernyővel

Forrás: Новороссийские десантники отработали в Крыму новую тактику. 2019.



2. ábra

Li-2 típusú szállító repülőgép ejtőernyős gépelhagyása (földi, beállított felvétel).

A PZK-51 típusú (hasi) tartalékajtőernyőn a nyitókészülék gégecsőrgőzítő fémkengyele is látható

Forrás: „Honvéd ejtőernyős vadász, az ország első katonája” – 100 éves a magyar katonai ejtőernyőzés című vándorkiállítás a RepTár Szolnoki Repülőmúzeum Kiállítóhely és Élmenycentrumban, a tablóról készült felvétel alapján. A szerző saját gyűjteményéből

³ Под общей редакцией мастера спорта кандидата технических наук Р. А. Стасевича: *Теория и практика парашютной подготовки*. Москва, Издательство ДОСААФ, 1958. 75.

Fontos tény, hogy az elmúlt (már) közel nyolc évtized (!) alatt a tartalék ejtőernyőre szerelt hagyományos (mechanikus) működésű ejtőernyőnyitó berendezések – a polgári célú (sport) ejtőernyőzésben egyre nagyobb teret hódító, napjainkra már „egyeduralkodóvá” vált légcéllás ejtőernyők és az úgynevezett „tandemtök” megjelenésével párhuzamosan – szinte mind „átvándoroltak” az ejtőernyős ugró hátára, már alapesetben is inkább a tartalék-, mint a főajtőernyő nyitási folyamatának megindítását biztosítva.

Továbbá az ejtőernyő biztonsági nyitókészülékek – az alkalmazói igények alapján – olyan folyamatos szerkezeti és üzemeltetési átalakításokon mentek keresztül, amely korszerű (elektronikus) működésűek megjelenéséhez és elterjedéséhez vezetett.

Fontosnak tartom kihangsúlyozni, hogy a fentiek ellenére egyes hadseregek továbbra is kitartanak a főajtőernyő nyitását biztosító, hagyományos (mechanikus) működésű félautomata berendezések elsődlegessége mellett, mert számukra – az ő filozófiájuk szerint – éppen ez jelenti a biztonságot. Erre az orosz Légideszant Csapatok jelenti a legjobb példát: itt több évtizedes hagyománya van a kombinált (stabilizátoros) nyitási rendszerű ugrásoknak, ahol a katonák biztonságát – gyakorlati jártasságuk kellő szintű fenntartása mellett – a jól bevált PPK-U típusú biztonsági ejtőernyőnyitó félautomata is garantálja.⁴

Kívülálló számára éppen ezért merülhet fel kérdésként, hogy a biztonsági nyitókészülékek alkalmazása részben miért is maradhatott meg éppen a konvencionális (hasi) tartalékejtőernyők egyes típusainál még napjainkban is, de tulajdonképpen ezen sem érdemes csodálkozni. Tanulmányom harmadik részében⁵ már kifejtettem ennek magyarázatát: a tartalékejtőernyő kupolája – mivel semmilyen külön nyíláskésleltető szerkezeti elemmel nincs felszerelve – mindig rövidebb idő alatt lobban be, mint a főajtőernyőé, ráadásul a konvencionális kialakítású (hasi) tartalékejtőernyőt – a teljes fő- és tartalékejtőernyőből álló légideszant ejtőernyőrendszer készletezésének köszönhetően – alapvetően biztonságosan mellé lehet nyitni a rosszul kinyílt főajtőernyő kupolájának. És ez éppen az alacsony magasságról végrehajtott személyi ejtőernyős deszant kijuttatása szempontjából fontos.

2.2. A jövőben

A fenti gondolatmenet alapján igény jelentkezhet a – már/még rendszerben álló (!) – konvencionális (hasi) tartalékejtőernyők biztonsági nyitókészülékkel történő utólagos ellátására is, amely akár követendő példát is jelenthet.

⁴ Lásd a következő tanulmány 10. lábjegyzetét: Szaniszló Zsolt: Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség. II. rész. A lehetséges „trónkövetelők” összevetése a jövőendő alkalmazó szempontjából: A fő ejtőernyő vizsgálata. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 41–57. 46.

⁵ Szaniszló Zsolt: Új személyi légideszantajtőernyő-típus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség III. rész. A lehetséges „trónkövetelők” összevetése a jövőendő alkalmazó szempontjából: A tartalék ejtőernyő vizsgálata. *Hadmérnök*, 15. (2020), 3.

Ezt az egyáltalán nem ördögtől való gondolatot többféleképpen is lehet magyarázni.

Lehetséges, hogy a konvencionális kialakítású légideszant ejtőernyőrendszert alkalmazó hadseregek egy része nem akar változtatni sem a tervezett bevetési koncepcióján – vagyis a tömeges személyi deszant ejtőernyővel történő kijuttatásán –, sem az általa biztonságosnak ítélt ejtőernyő-technikai eszközein, ezáltal pedig a jól bevált kiképzési módszerein sem.

Az is előfordulhat, hogy egyes hadseregeknek egyszerűen nincs meg az anyagi hátterük egy új, esetlegesen már nem (csak) kizárólagosan bekötött nyitási rendszerrel működtethető új légideszant főajtőernyő-típus nagy tömegben történő rendszerbe állításához, de – a műveleti feladat teljesítése mellett – a végrehajtó személyi állomány biztonságát a továbbiakban is maximalizálni szeretnék.

3. A biztonsági nyitókészülék szükségességének felismerése, kiválasztásának fő irányelve a Magyar Honvédség szempontjából

A fentiek alapján egyértelműen kijelenthető, hogy az MH hagyományos légideszant ejtőernyőrendszerének (hasi) tartalékejtőernyőjét – ejtőernyős katonáink ugrási feladatainak biztonságosabbá tétele érdekében – automata vagy félautomata működésű biztonsági nyitóberendezéssel kell ellátni.

A kérdés csak az: melyik típus felel(het) meg legjobban a jövőben az MH – igényeinek? Ezek közül az első, de egyben legfontosabb kritérium – a legegyszerűbben megfogalmazva – csakis a következő lehet: *az ejtőernyő biztonsági nyitókészüléke akkor és csak akkor lépjen működésbe, amikor arra szükség van, de akkor azt 100%-os megbízhatósággal tegye!* Ennek a célkitűzésnek tulajdonképpen valamennyi – még ugyanúgy a hagyományos (mechanikus), mint már a korszerű (elektronikus) működésű – nyitóeszköz alapvetően maradéktalanul meg kell, hogy feleljen.

Napjainkban – ugyancsak a polgári célú (sport)ejtőernyőzésnek köszönhetően – már számtalan gyártó által kínált biztonsági nyitóeszköztípus szerezhető be a piacon, viszonylag egyszerűen.

Az MH-ban általam elképzelt, rendszeresítésre kerülhető konvencionális kialakítású (hagyományos) főajtőernyőhöz⁶ alkalmazható (hasi) tartalékejtőernyő-típusokra⁷ szerelhető biztonsági ejtőernyőnyitó eszközökkel kapcsolatosan is ezt a beszerzési forrást vettem alapul. Az ezen eszközök harcászati-technikai adatait tartalmazó 1. táblázatot – ennek megfelelően – a hivatalos gyártói kiadványok alapján állítottam össze.

⁶ Szaniszló Zsolt: Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség I. rész. A lehetséges „trónkövetelők” „születése”. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 267–278. 270.

⁷ Lásd Szaniszló (2020) i. m.

1. táblázat

Az MH-ban általam elképzelt, rendszeresítésre kerülhető személyi légideszant ejtőernyőrendszerek hagyományos (hasi) tartalékejtőernyő-típusaira rögzíthető biztonsági ejtőernyőnyitó eszközök típusainak fő harcászati-technikai tulajdonságai

Forrás: a szerző szerkesztése a hivatalos gyártói prospektusok⁸ felhasználásával

Típus	Gyártó ország	Tartalék-ejtőernyő-típus	Működése	Végrehajtó (beavatkozó) elem	Üzemeltető általi állíthatóság ⁹	Tömeg (kg)	Üzemeltetési élettartam (év) ¹⁰
PPK-U11	Oroszország	Z-6P	mechanikus	(kombinált) rugós-du-gattyú	magasság (300-8000 m) és időtartam (2-5 s)	0,95	állapot szerint
MPAAD	Csehország	ZVP-80.08	elektromos	piropatronos vágófej	a gyártó által beállítva, az üzemeltető által nem állítható át	0,250	15 év
m2 multi	Csehország	ZVP-80.08A	elektromos	piropatronos vágófej	a gyártó által beállítva, az üzemeltető által nem állítható át	0,210	15 év vagy 15 000 ugrás
CY-PRES12	Németország	felhasználó igénye szerint	elektromos	piropatronos vágófej	a gyártó által beállítva, az üzemeltető által nem állítható át	0,262	15,5 év

Már most szembeötlő, hogy a táblázat adatainak összevetésével nem érhetünk el jelentős eredményt: csak ez alapján nem választhatjuk ki az MH számára legoptimálisabb nyitókészüléket. Vagyis mindenképpen szükséges azok – legalább részleges szintű – bemutatása. Noha az adott eszközök működési elve – mivel ugyanazon fizikai törvényszerűségeken nyugszik – alapvetően meg kell, hogy egyezzen egymással, üzemeltetésükben mégis vannak olyan különbségek, amelyek kifejezetten azok alkalmazóival szemben támasztanak bizonyos, meglehetősen komoly szintű követelményeket.

⁸ A PPK-U típusú kombinált ejtőernyős félautomata készülék műszaki leírása és kezelési utasítása. Budapest, A Vörös Csillag Érdemrenddel kitüntetett Magyar Honvédelmi Szövetség Országos Központja Repülés Osztály kiadványa, 1978. 5–7.; *User Manual Automatic Activation Device MPAAD*. 12th issue, Jevičko, Czech Republic, MarS a.s., 2014; *m2 AAD felhasználói kézikönyv*. 4.03.11.1. CZ, 4. Jevičko, Česká Republika, MarS a.s.; *CYPRES AAD*.

⁹ A táblázatban szereplő érték ebben az esetben vagy az úgynevezett AMSL (Above Mean Sea Level) – vagyis a közepes tengerszinthez viszonyított abszolút – vagy a már több esetben említett AGL- (Above Ground Level) szinthez (a várható földet érési területhez) viszonyított relatív magasságot jelenti.

¹⁰ Az élettartam-oszlopban zárójelben szereplő adat ebben az esetben is az úgynevezett „szolgálati élettartam”-ot jelenti naptári időtartamban, de van olyan korszerű típus (m2 multi), ahol az alkalmazási ciklusszám (az úgynevezett elműködések száma) is előfordul, amely alapvetően a korábbi típusokra volt jellemző.

¹¹ PPK-U (Парашютный Полуавтомат Комбинированный – Унифицированный – ППК-У) Kombinált és Egyesített (Működésű) Ejtőernyős Félautomata.

¹² CYPRES (CYbernetic Parachute RElease System) Kibernetikus Ejtőernyős Leválasztó Rendszer.

4. A biztonsági nyitókészülékek működési folyamatának elemzése

A biztonsági ejtőernyőnyitó készülékek alatt olyan eszközöket kell érteni – legyen szó akár még a hagyományos (mechanikus), akár már a korszerű (elektronikus) berendezésekről –, amelyek feladatukat úgynevezett klasszikus alapokon: az idő és a barometrikus nyomás változásának mérése alapján végzik. Noha működésük (bekapcsolásuk) alapján előbbieket még a félautomatikus, utóbbiakat már a teljesen automatikus működtetésűek csoportjába sorolhatjuk, ugyanakkor az ejtőernyős ugró úgynevezett aktiválódási magasság-érték alá történő süllyedése (zuhanása) után már mindketten önállóan (automatikusan) nyitják – a tanulmány jelen részének témáját tekintve – a konvencionális (hasi) tartalékejtőernyő-tok borítólapjait, elősegítve a kupola légáramlatba történő kijutását, majd belobbanását.

4.1. A hagyományos (mechanikus) működésű biztonsági nyitókészülék elemzése

Az MN-ben és az MH-ban évtizedeken keresztül ejtőernyős katonák generációi hajtották végre ugrási feladataikat hagyományos (mechanikus) elven – kezdetben kizárólagosan még csak az időképletelés elvén, a későbbiekben már kombináltan (nemcsak az idő-, hanem a légnyomás-paraméter változásának figyelembevételével) – működő biztonsági ejtőernyőnyitó eszközök valamelyik típusával.¹³

Ezen nyitókészülékek bármely típusának ugyancsak fontos öröksége maradt a robosztus, kemény fémszerkezetű ház, amely azonban részben hátrányként értelmezhető: az alapvetően szélsőséges körülményekre tervezett mechanikus szerkezetek jóval nagyobb helyet igényelnek, mint a miniatürizálható elektronikus érzékelők együttesét magában foglaló modern ejtőernyő biztonsági nyitókészülék bármely típusa.

További hátrányt jelent (het), hogy a hagyományos (mechanikus) működésűek csoportjára – a legfiatalabb „családtag”-ot jelentő PPK-U-ra (3. ábra) is – a későbbiekben (napjainkban) is érvényben marad(t) a félautomata üzemmódon történő működés (be-, illetve kikapcsolás), amely a használó személy (az ejtőernyős ugró) magasabb szintű kiképzettségét feltételezi.

¹³ A hazai katonai és polgári (sport-) célú ejtőernyőzésben leggyakrabban alkalmazott hagyományos biztonsági ejtőernyőnyitó készülékek közül a PASz-1, az AD-2, a KAP-3 és a PPK-U típusokat érdemes megemlíteni. Ezen típusok közül az első kettő még az időképleteléses, míg az utóbbiak már a kombinált elven működők csoportjába tartoznak. Érdemes megemlíteni, hogy a PPK-U típust „tartotta hadrendben” leghosszabb ideig nemcsak az MN, de az RS-4/4 típusú főejtőernyő-család legfiatalabb modifikációja – az RS-4/4 LA – esetében még az MH is, majd az ejtőernyőtípus alkalmazási köréből először a stabilizátoros, majd a kézi nyitási rendszerű ugrásokat vette ki. (Érdemes tisztázni, hogy ennek a döntésnek az elsődleges oka nem is annyira a NATO-ban alkalmazott, alacsony dobási magasságról végrehajtott, tömeges ejtőernyős személyi deszant-koncepcióra történő áttérés igénye lehetett, mint inkább az MH által üzemeltetett, már nem az eredeti orosz, hanem a már licenc alapján készült német eszköz gyártója által előírt, adott naptári üzemidő lejáratá után esedékes ipari szintű bevizsgálásának viszonylag magas költsége.)

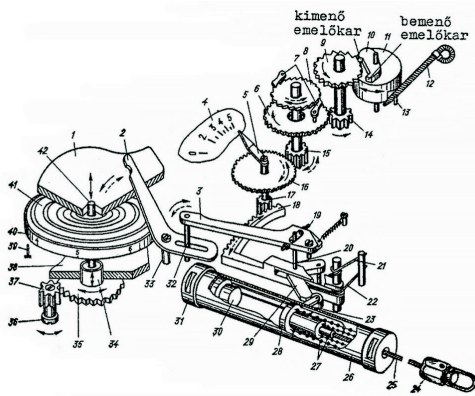


3. ábra

Egy eredeti orosz PPK-U, valamint „a vele szinte megszólalásig megegyező”, keletnémet KAP-3P típusú ejtőernyőnyitó félautomata, saját tárolódobozában készletezve, a szerző gyűjteményéből

Forrás: a szerző saját felvétele

A PPK-U típus – mint az úgynevezett „komplex szabályozórendszer” érzékelő-, összehasonlító és módosító eleme – egy 760 Hgmm-es nyomású levegőközeget magába záró aneroid szelencét, egy max. 5 s-os időkésleltetést, illetve a magassági beállítást lehetővé tevő mechanikus szerkezetet, valamint – végrehajtó elemként – egy rugókból, dugattyúból és sodronyhuzalból álló komplexumot foglal magában (4. ábra).



4. ábra

A PPK-U típusú ejtőernyőnyitó félautomata szerkezete

Forrás: A PPK-U típusú kombinált ejtőernyős félautomata készülék műszaki leírása és kezelési utasítása. (1978) i. m. 44.

Ez utóbbi – a szerkezet elműködése közben – 70 mm-es úthosszon¹⁴ rántja ki a sodronykötélhez rögzített zárótuskéket az ejtőernyőtököt lezáró úgynevezett zárókúpokból, így téve szabaddá az utat az ejtőernyő kupolájának belobbanásához.

¹⁴ A PPK-U típusú kombinált ejtőernyős félautomata készülék műszaki leírása és kezelési utasítása. (1978) i. m. 44.

4.2. A korszerű (elektronikus) működésű biztonsági nyitókészülék elemzése

A hagyományos (mechanikus) berendezéseket a magyar katonai ejtőernyőzésből is szinte „hírmondó nélkül” kiszorító könnyű, kisméretű, elektronikus működésű biztonsági ejtőernyőnyitó készülékek több alkotórészből (kijelző, vágófej, kábelek, külső burkolat [ez utóbbi az érzékelőegységet, az elemet, az interferencia elleni védelmet és a szűrőt is magában foglalja]) állnak (5. ábra).

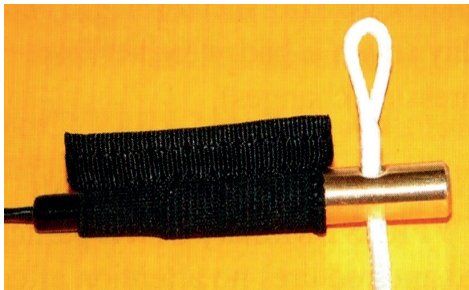


5. ábra

CYPRES típusú ejtőernyőnyitó automata általános felépítése

Forrás: a szerző felvétele, 2014. október elején, szakszolgálati vizsgára felkészítő tanfolyam keretében, az MH 86. SzHB SEKICs épületében

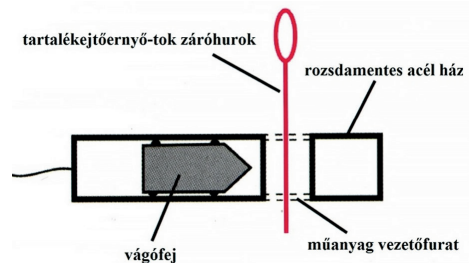
Az elektronikus nyitóeszközök legnagyobb előnyét az jelenti, hogy már alaphelyzetben kombináltan és teljesen automatikusan¹⁵ működnek: a beállított aktiválódási magasság-érték alá süllyedve (zuhanva) az ejtőernyős ugró pillanatnyi sebességparaméterei alapján hozott döntésnek megfelelően egy – egy vagy két vágófejes – pirotechnikai egység (piropatron) vágja el a tartalékejtőernyő-tokot lezáró hurkot (6. és 7. ábra).



6. ábra

A piropatron és a lezáró hurok általános helyzete...

Forrás: *Military CYPRES 2 User's Guide United States*. Airtec GmbH. 7.



7. ábra

... és szerkezeti vázlata.

Forrás: *Military CYPRES 2 User's Guide United States*. Airtec GmbH. 7.

¹⁵ Erre utal az ejtőernyőzésben általánosan alkalmazott AAD (Automatic Activation Device) mozaikszó is, amely Automata Működésű (Ejtőernyőnyitó) Készüléknek jelent.

Az AAD a tandemrendszerű tok-hevederzet rendszer tartalékejtőernyő-részéhez hasonlóan – kis átalakítással – a hagyományos (hasi) tartalékejtőernyő tokjába is beszerelhető kell, hogy legyen, ez jellemzi a CYPRES három fő részegységből álló SLS¹⁶ modifikációját is. Fontos megjegyezni, hogy ezekből csak a tényleges végrehajtó egységet – az úgynevezett Static Line Unitot (8. ábra) – építik be a tartalékejtőernyő-tokba, a másik két részegység – az úgynevezett SLS Aircraft Module (9. ábra), valamint a rendszer önellenőrzését végrehajtó SLS Selftest Module (10. ábra) – az ejtőernyős dobást végző repülőeszköz fedélzetén „marad”.¹⁷



8. ábra

A CYPRES SLS Static Line Unit részegysége, amelyet a tartalékejtőernyő tokjába kell beépíteni

Forrás: CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015. 4.



9. ábra

A CYPRES SLS Aircraft Module részegysége, amely a dobást végző repülőeszköz fedélzetén található

Forrás: CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015. 4.



10. ábra

A CYPRES SLS Selftest Module részegysége, amely a teljes rendszer önellenőrzését végzi

Forrás: CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015. 4.

Ráadásul a Static Line Unit részegységből is egyedül csak a kijelzőt kell az ejtőernyős ugró számára láthatóvá tenni (11. ábra), hogy az tudja: az eszköz bekapcsolt állapotban van és működésbe lép, ha szükséges. A többi részt – például a vágófeje(ke)t és a sérülékeny kábeleket – olyan módon kell elhelyezni és rögzíteni (12. ábra), hogy az ne zavarja se a készülék, se – az ejtőernyő tok nyitódását követően – a tartalékejtőernyő előírászerű működését. Ez a feladat azonban csak a tartalékejtőernyő (tok) gyártóját, valamint az ejtőernyő-készletező és -hajtogató szakember(ke)t „terheli”, és nem az ugrást végrehajtó légideszantos katonát.

¹⁶ SLS (Static Line System) Bekötött Nyitási rendszerű ugrásokhoz alkalmazott Rendszer.

¹⁷ Lásd 19. ábra.



11. ábra

A CYPRES SLS Static Line Unit részegységének kijelzője a tartalék ejtőernyő tok tetején...

Forrás: CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015. 6.



12. ábra

...és a többi eleme, az ejtőernyő tok belsejébe beépítve

Forrás: CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015. 6.

A MarS a.s. kezdetben a „nyugati trend”-től eltérő utat választott. Az MPAAD AAD (13. ábra) valamennyi részegységét egy szerkezeti egységbe, a három részre tagolható fémépítésű műszerházba helyezték: a felső részbe a mikroprocesszort, az elektronikus segédáramköröket, a légnyomás-érzékelőt és a két nyomógombos kijelzőt, a középső részbe a pirotechnikai vágószerkezetet, az alsó részbe az elemet. A nyitókészülék szerkezeti kialakítása ugyanakkor jelentősen befolyásolja annak a tartalékajtőernyő-tokba történő beépítését is (14. ábra).



13. ábra

MPAAD típusú ejtőernyőnyitó automata műszerházának előlapja. A kijelzőn a berendezés automatikus kikapcsolásáig hátralévő időtartam (óra:perc) látható

Forrás: a Szerző felvétele, 2014. október elején, szak-
szolgálati vizsgára felkészítő tanfolyam keretében,
az MH 86. SzHB SEKICs épületében



14. ábra

MPAAD típusú ejtőernyőnyitó automata elhelyezése a ZVP-80.08 típusú tartalék-ejtőernyő-tok felső borítólapján, az ejtőernyős ugró számára is jól látható módon

Forrás: Paratroop set OVP-12 SL, ZVP-80.08. MarS a.s., 2012.

Fontos megjegyezni, hogy a MarS a.s. a korábban rendszerbe állított MPAAD AAD-it – azok megbízhatatlan működései okán – nemzetközi szinten, annak valamennyi ismert alkalmazójától – beleértve az MH-t is – bevonta, és azokat a már ugyancsak három részből álló m2 multi típusra (15. ábra) cserélte. Ez a döntés – természetesen – a ZVP-80.08 típusú tartalékejtőernyőre (16. és 17. ábra) is kihatással van.¹⁸



15. ábra

Az m2 multi típusú ejtőernyő-nyitó automata nézeti képe...

Forrás: m2 AAD felhasználói kézikönyv i. m. 4.



16. és 17. ábra

...és a ZVP-80.08A típusú tartalékejtőernyő-tokba történő beépítésének egy-egy mozzanata

Forrás: *Manual for service, operation, packaging, treatment, storage, maintenance and repairs reserve paratrooper parachute ZVP-80.08A*, Number P – 002 – 15, 5th edition, Validity from serial number: 1847001. Jevičko, Česká Republika, a MarS a.s., 2020. 20.

5. A biztonsági ejtőernyőnyitó készülék alkalmazói szintű elemzése

5.1. A hagyományos (mechanikus) működésű biztonsági nyitókészülék elemzése

Ezen eszközök biztonságos működésének előfeltétele a nyitási késleltetés időtartamának, valamint az automatikus működésbe lépési magasság értékének a – tervezett gépelhagyási (dobási) magasságnak megfelelően, a földet érési helyen uralkodó aktuális tengerszint szerint vett légnyomás-paraméter alapján történő – előzetes beállítása, az ejtőernyős ugrási (dobási) feladat megkezdése előtt.

A nyitókészülék *elműködési paramétereinek* meghatározása mindig az adott ejtőernyős üzem megszervezéséért felelős ejtőernyős szolgálatvezető kötelessége, a földet érési terület földrajzi adottságai (tengerszint feletti magassága), valamint az adott meteorológiai körülmények ismeretében. Noha a nyitókészülék-házon

¹⁸ Érdemes megjegyezni, hogy a cseh cég internetes honlapján alapvetően még az MPAAD AAD típus látható a ZVP-80.08 típusú tartalékejtőernyőre rögzítve (lásd 14. ábra), ugyanakkor tanulmányom jelen részének lezárásakor született döntés az OVP-12 SL-1 típusú fő- és a ZVP-80.08A típusú tartalékejtőernyőből álló személyi légideszant ejtőernyőrendszer MH által végrehajtásra kerülő próbahasználatával kapcsolatban. Az ejtőernyőrendszerre vonatkozóan átadott kezelési és karbantartási dokumentáció alapján a tartalékejtőernyőre is az m2 multi típusú biztonsági nyitókészülék kerül felszerelésre.

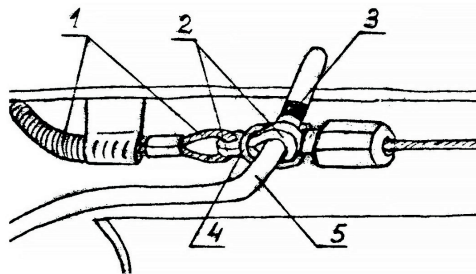
elhelyezett állítócsavar segítségével¹⁹ a beállítást maga az ejtőernyős ugró is könnyen végrehajthatja, itt nem lehet tévedni, így annak helyességét le kell, hogy ellenőriztesse az ejtőernyős felszerelő szakszolgálati személyekkel.

A nyitóeszköz félautomata működése azt jelenti, hogy annak aktiválódásához még a dobást végző repülőeszköz fedéletén – vagy manuálisan az ugrató parancsnok, vagy automatikusan a repülőeszköz sodronyköteléhez rögzített bekötőkötél segítségével – el kell távolítani a működtetést megakadályozó hajlékony biztosítótüskét.²⁰ Ennek hatására, amennyiben a gépelhagyás (dobás) a beállított magassáérték felett történik, az időzítő „leketyeg” ugyan, de a nyitóeszköz csak a beállított magasságra süllyedve (zuhanva) nyitja ki az ejtőernyő tokját, amennyiben azonban a gépelhagyás a nyitóeszközön beállított magasságon, vagy az alatt megy végbe, az ejtőernyő tokjának nyitása az időzítőn beállított időtartam „leketyegése” után azonnal bekövetkezik.

Tartalékejtőernyőről lévén szó – de csakis kizárólagosan a hagyományos működésű biztonsági ejtőernyőnyitó készülék esetén (!) – gondoskodni kell annak deaktiválásáról is, amennyiben annak működése – természetesen az előírás szerint belobbant kupolájú főajtőernyő alatt ereszkedve – már okafogyottá vált.

Ezt a feladatot – a hajlékony biztosítótüske nyitóeszközbe történő visszahelyezésével – egyedül az ejtőernyős ugró hajthatja végre. Ez az egyik lehetőség, amely első látásra – a hajlékony tüske kis mérete és a biztonsági nyitóeszköz elhelyezkedése miatt – kissé bonyolultnak tűnhet...

A másik lehetőség – a tokot lezáró tüskékhez erősített sodrony és a biztonsági ejtőernyőnyitó készülék közötti mechanikus kapcsolat megszüntetése – ennél sokkal egyszerűbb, amelyet ugyancsak egyedül az ejtőernyős ugró hajthat végre. Ennek technikai megvalósítása a polgári célú (sport) ejtőernyőzésben elterjedt orosz Talka típusú célbaugró ejtőernyőrendszer tandemrendszerű ejtőernyőtok hevederzetén alkalmazott megoldással (18. ábra) megegyezik.



18. ábra

Talka típusú ejtőernyőrendszer tok-hevederzetén alkalmazott megoldás. 1 – a tartalékejtőernyő kioldórendszeréhez vezető gégecső és sodrony, 2 – csatoló hurok, 3 – jelzés, 4 – a PPK-U típusú biztonsági nyitóeszköz csatlakozó kengyele, 5 – a csatoló hurok és a PPK-U kengyele közötti kapcsolatot biztosító (általában teflonborítással ellátott) vékony fémhuzal, vagy sodrony

Forrás: TALKA sportejtőernyő-rendszer technikai leírása és használati utasítása 061-89-3 TO (1991). Budapest, MRSZ Ejtőernyős Szakbizottság kiadványa, 1992. 70.

¹⁹ Lásd a 4. ábra „36” jelzésű elemét.

²⁰ Lásd a 4. ábra „12” jelzésű elemét.

A gyakorlati tapasztalatok alapján a PPK-U berendezés aktiválódási magasság-értékének a gépelhagyási (dobási) magasságnál (természetesen a tervezett földet érési helyen uralkodó légnyomás-érték alapján meghatározva) általánosságban kb. 200-300 m-rel alacsonyabb értéket állítanak be. A gépelhagyással egy időben a hajlékony biztosítótüske kihúzódik a nyitószervezetből, a beállított időtartam „lekegyeg”, de maga az eszköz nem fog „elműködni”, így az ejtőernyős ugrónak – miután meggyőződött arról, hogy a bekötött vagy stabilizátoros nyitási rendszer szerinti alkalmazásra (ugrásra) előkészített főajtőernyőjének kupolája belobbant – kell, hogy maradjon ideje a PPK-U berendezés – egyetlen mozdulattal (!)²¹ történő – deaktiválására, így a tartalékejtőernyő kupolája a lezárt tokjában marad.

Összességében kijelenthető, hogy még a kevésbé korszerű, „a keleti ejtőernyő-tervezési koncepció” alapján megalkotott hagyományos (mechanikus) működésű biztonsági ejtőernyőnyitó eszközök kellő odafigyeléssel, illetve készségszintre emelt gyakorlati jártassággal történő alkalmazása is jelentősen csökkent(het)ti az ejtőernyős ugrási feladat biztonságos végrehajthatóságának kockázati tényezőit.²²

Érdekes tény, hogy a hasi tartalékejtőernyők hagyományos működésű biztonsági ejtőernyőnyitó készülékkel történő kötelező felszerelésének gondolata – egy polgári (sport) ejtőernyőzésben bekövetkezett katasztrófa után – hazánkban is felmerült, de azt a gyakorlatban mégsem valósították meg.²³

5.2. A korszerű (elektronikus) működésű biztonsági nyitókészülék elemzése

Ezen eszközök működésének előfeltételét egyedül a bekapcsolás jelenti az ejtőernyős ugrási (dobási) feladat megkezdése előtt, ugyanis az aktiválódási magasság-, valamint a süllyedési (zuhanási) sebesség paramétereiket alapvetően már a gyártó beállította, így a felhasználót (az „átlagos” felkészültséggel rendelkező légideszantos katonát) „ezzel sem kell terhelni”.

A ZVP-80.08 típusú tartalékejtőernyő tokjára felszerelhető MPAAD típusú biztonsági nyitókészülék²⁴ a bekapcsolási hely tengerszint szerint vett magasságát tekintette „zérus”-értéknek, ehhez mérte a gyárilag beállított aktiválódási magasságot. Érdemes megjegyezni, hogy ez a megoldás nem minden esetben jelenthet teljes biztonságot, kizárólag csak olyan kiképzési (gyakorló) ejtőernyős ugrásoknál javasolt alkalmazni, ahol a gépbe szállás és a földetérési hely tengerszint feletti magassága megegyezik egymással.

Nagyobb megbízhatóságot jelenthet a már említett CYPRES SLS, amelynek úgynevezett SLS Aircraft Module részegysége²⁵ az ejtőernyős dobást technikailag

²¹ Lásd a 18. ábrát.

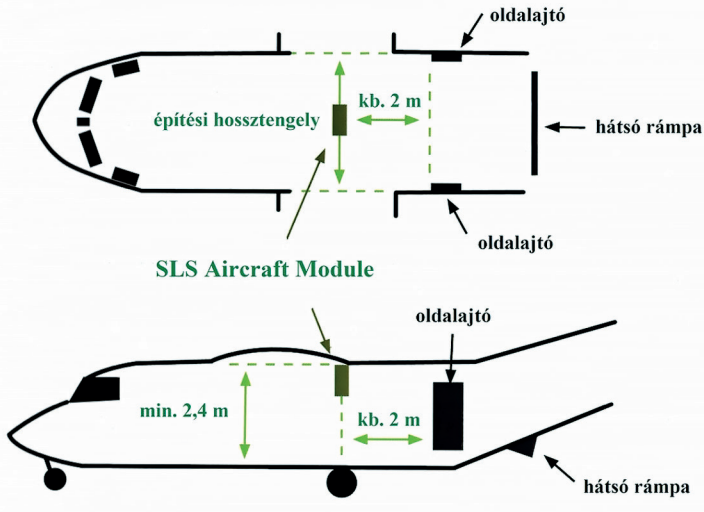
²² Jó példa erre Oroszország, ahol még napjainkban is helyi polgári, illetve félkatonai (sportrepülő) klubok végzik a hadsereg személyi állománya utánpótlásának ejtőernyős előképzését, a D-1-5 U típusú irányítható főajtőernyőből –, az „U” jelzés (Управляемый – У) utal az irányíthatóságra – és a Z-6 típusú tartalékejtőernyő valamely „elődjéből” álló komplex ejtőernyőrendszerrel.

²³ Boda József: *Ejtőernyősök. Leventék, sorkötelesek és sportolók – A polgári ejtőernyőzés története Magyarországon.* Budapest, Zrínyi, 2015. 348.

²⁴ Lásd a 13. és 14. ábrát.

²⁵ Lásd a 9. ábrát.

biztosító repülőgépek széles típusválasztékába – például C-130, C-160, AN-26, IL-76 stb.²⁶ (19. ábra) –, illetve helikopterekbe is könnyen beszerelhető, akár közvetlenül az ejtőernyősök ugratását megelőzően is.



19. ábra

CYPRES SLS Aircraft Module részegység elhelyezése szállító repülőgép fedelzetén

Forrás: CYPRES Static Line System Manual. (2015) i. m. 12.

Az SLS Aircraft Module részegység segítségével a nyitóeszköz mindig az aktuális gépelhagyási magasságot veszi kiinduló értéknek, majd azt vizsgálja, hogy 500-600'-tel (150-180 m) alacsonyabban a süllyedés (az ejtőernyős ereszkedés vagy a zuhanás) sebessége meghaladja-e a 13 m/s-os értéket,²⁷ amely alapján automatikusan meg kell, hogy hozza a döntést a tartalékejtőernyő tokjának a nyításáról. S mivel – az SLS Aircraft Module részegységnek köszönhetően – a berendezés bekapcsolása is teljesen automata üzemmódon történik, elérhetővé vált az ejtőernyős katona teljes tehermentesítése: az ugrótól nem várják el, hogy másra is koncentráljon, mint az előírt gépelhagyási testhelyzet megtartására az úgynevezett „igazság pillanatától” a főejtőernyő kupolájának teljes belobbanásáig.

Továbbá – már a főejtőernyő tökéletes működését követően – a biztonsági nyitóeszköz deaktiválásával kapcsolatosan sincs feladata az ejtőernyős ugrónak. Ez ugyancsak nem lebecsülendő előnyt jelent(het) a hagyományos (mechanikus) működésű biztonsági ejtőernyőnyitó készülékekhez képest, ugyanis az AAD egyszerűen nem fog működésbe lépni, ha nincs oka rá.

²⁶ CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015. 12.

²⁷ Uo. 5. Megjegyzés: ez az érték közel a kétszeresét jelenti egy korszerű légideszant ejtőernyőrendszer főejtőernyő kupolája alatt lengedező, „átlagos” műveleti felszereléssel ellátott katona süllyedési sebességének, amellyel már „nem egészséges” földet érni.

Összességében kijelenthető, hogy „a nyugati ejtőernyőtervezési koncepció” alapján megtervezett korszerű (elektronikus) működésű biztonsági ejtőernyőnyitó eszközök alkalmazása jóval kényelmesebb, mint a hagyományos (mechanikus) működésűeké, így használatukra – véleményem szerint – nem jelentene komolyabb kihívást „átnevelni” a „keleti” ejtőernyős kiképzésben részesült légideszantos katonákat. Ennek megfelelően alkalmazásuk a hasi tartalékejtőernyő-tokokra rászerelve várhatóan a NATO-hoz csak a közelmúltban csatlakozott – elsősorban kelet-európai – országok fegyveres erőinél is jelentősen el fog terjedni.

6. Következtetések, javaslatok

A „keleti”, valamint „a nyugati ejtőernyőtervezési koncepció” alapján létrehozott biztonsági ejtőernyőnyitó szerkezetek egyaránt növel(het)ik az ejtőernyő-technikába vetett bizalmat, természetesen megfelelő felkészítés után. Itt érdemes megjegyezni, hogy a „keleti” ejtőernyős kiképzésben részesült ejtőernyős katonák korszerűbb, „nyugati” ejtőernyő-technikai eszközök használatára történő felkészítése jóval egyszerűbb feladat lenne, mint fordítva, vagyis a „nyugati” kiképzésben részesült légideszantos kollégát egy hagyományos, „keleti” felszereléssel történő ejtőernyős ugrás biztonságos végrehajtására.

Az MH-ban jelenleg hadrendben álló, illetve – ismételten kihangsúlyozom: csak általam (!) – rendszeresítésre tervezhetőnek elképzelt, a vizsgált külföldi hadseregekben alapvetően már jól bevált, komplex személyi légideszant ejtőernyőrendszerek – a tanulmány célkitűzésének megfelelően, elsősorban alkalmazói szempontból fontos – tulajdonságainak bemutatását követően fel kell, hogy hívjam a figyelmet a következő irányelvre: *Nem engedhető meg, hogy egy haditechnikai eszköz vagy teljes rendszer leváltásakor „az új” típusú berendezés összességében rosszabb mutatókkal rendelkezzen,²⁸ mint „a régi”!*

Így a konvencionális kialakítású fő- és tartalékejtőernyők, valamint az utóbbira felszerelhető biztonsági ejtőernyőnyitó szerkezetek többé-kevésbé alaposan – de a publikáció megengedett terjedelme miatt sajnos csak lehatárolt terjedelemben – ismertetett típus-specifikus tulajdonságai – *több nézőpont alapján optimálisan meghatározott bemeneti kritériumok előírásával* – akár már most, „on desk”-alapon is biztosíthatnak egy előzetes, de „csak”²⁹ a légideszantos katona szempontjából fontos (!) szűrést a lehetséges „trónkövetelőkre” vonatkozóan.

²⁸ Ennek az alapelvnek kell érvényesülnie minden esetben, még akkor is, ha a „rég” típus leváltása annak – gyártója által garantált – naptári élettartam-lejárta miatt válik szükségessé. Ebből a szempontból – véleményem szerint – elengedhetetlen az adott haditechnikai eszközök, berendezések összevetése, de nemcsak „a régi”-vel, hanem – természetesen – egymással is, a jövőendő alkalmazó szempontjából. Nem lehet kérdéses, hogy a *beszerzési eljárás során szóba jöhető típusok közül azt kell rendszerbe állítani, amely összességében a lehető legoptimálisabban felel meg a vele szemben támasztott alkalmazói követelményeknek*, természetesen az MH lehetőségeinek figyelembevételével.

²⁹ A „csak” szó nem véletlenül került idézőjelbe. A tanulmányomban már több helyen említettem, hogy ezek az ejtőernyő-jellemzők – több esetben szó szerint véve – életbevágó fontossággal bír(hat)nak az azt alkalmazó személy vonatkozásában. Erről soha sem szabad megfeledkezni!

Beosztásomból adódóan nincs – és természetesen nem is lehet – konkrét információ az MH adott szintjének esetleges beszerzéssel kapcsolatban már megtett, vagy még csak tervezett lépéseiről. Éppen ezért ismételt gondolatébresztőként „csak” javasolhatom – tanulmányom második és harmadik részének *Következtetések, javaslatok* című fejezetében a fő- és a tartalékejtőernyőkkel kapcsolatosan leírtakhoz hasonlóan – az alkalmazói szempontból kiemelten fontos ejtőernyő-technikai tulajdonságok – ugyancsak egyelőre elméleti szintű – tanulmányozását, vizsgálatát a biztonsági ejtőernyőnyitó berendezések vonatkozásában is. A célközönség alatt ismételten nemcsak az MH ejtőernyős szakállományát, hanem a jövődő döntéshozó(ka)t (is) értem.

7. Befejezés

Remélem, hogy összefoglaló tanulmányom első négy része, ha szerény mértékben is, de hozzájárul a világ más hadseregeinél jelenleg alkalmazásban lévő modern, de alapvetően még konvencionális kialakítású személyi légideszant ejtőernyőrendszerek fő tervezési irányvonalaiával kapcsolatos ismeretek áttekintéséhez, valamint az átfogó ejtőernyő-technikai szemlélet kibővítéséhez, annak igazolásául, amely szerint: „A korszerű ejtőernyő az ejtőernyős sikeres földet érésének megbízható eszköze.”³⁰ Ezzel az axiómával azonban ezt az összefoglalót még nem zárhatjuk le véglegesen.

A tanulmányom első részében már megfogalmaztam,³¹ hogy „a speciális katonai feladattal megbízott személyi ejtőernyős deszant harc feladatát csak biztonságos földet érését követően kezdheti meg”, továbbá annak tényét, hogy „az adott körülmények a biztonságos földet érés és a harci alkalmazás folyamata közötti átmeneti szakasz időtartamát sokszor a zérushoz konvergálják”. Ennek megfelelően nem lehet kérdéses: a légideszantos katonát olyan személyi, illetve alegység-támogató lőfegyverrel is el kell látni, amelyet közvetlenül a földet érése után használhat (más szavakkal kifejezve: annak az ejtőernyős ugrást követően azonnal rendelkezésre, esetlegesen biztosított helyzetben, tűzkész állapotban kell állnia).

A fenti követelmény csak egyetlen módon biztosítható: a légideszantos katona a személyi ejtőernyőrendszeréhez rögzített fegyverrel kell, hogy végrehajtsa ugrási feladatát. Ez a célkitűzés biztonságosan csak abban az esetben teljesíthető, ha a megfelelő kiképzettségen túl egyéb technikai eszközök, például a rendszeresített személyi légideszant ejtőernyőrendszer hevederzetéhez rögzíthető, az ejtőernyős ugráshoz tervezett fegyvertokok, az egyéni felszerelést tartalmazó speciális (háti)zsákok, illetve – amennyiben szükséges és van ilyen – kiegészítő hevederek is rendelkezésre állnak. Ezeket tanulmányom ötödik, egyben befejező részében mutatom be.

A tanulmány negyedik részét ezzel lezártam tekintem.

³⁰ Forray László: *Ejtőernyős gyakorlati kiképzés. A katonai ejtőernyős kiképzésben résztvevő hallgatók részére. Egyetemi jegyzet.* Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem KLHK MTT, 2004. 39.

³¹ Szaniszló (2015) i. m. 269.

Felhasznált irodalom

- A PPK-U típusú kombinált ejtőernyős félautomata készülék műszaki leírása és kezelési utasítása. Budapest, A Vörös Csillag Érdemrenddel kitüntetett Magyar Honvédelmi Szövetség Országos Központja Repülés Osztály kiadványa, 1978.
- Boda József: *Ejtőernyősök. Leventék, sorkötelesek és sportolók – A polgári ejtőernyőzés története Magyarországon*. Budapest, Zrínyi, 2015.
- CYPRES AAD. Elérhető: www.cypres.aero/documents/ (A letöltés dátuma: 2018. 05. 09.)
- CYPRES Static Line System Manual. Airtec GmbH, 2015.
- Forray László: *Ejtőernyős gyakorlati kiképzés. A katonai ejtőernyős kiképzésben résztvevő hallgatók részére*. Egyetemi jegyzet. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem KLHK MTT, 2004.
- Kastély Erika: Biztosítókészülékek. *Ejtőernyős Tájékoztató*, (1993), 4. 24–60.
- Manual for service, operation, packaging, treatment, storage, maintenance and repairs reserve paratrooper parachute ZVP– 80.08A*. Number P – 002 – 15, 5th edition, Validity from serial number: 1847001. Jevičko, Česká Republiká, MarS a.s., 2020.
- m2 AAD felhasználói kézikönyv*. 4.03.11.1. CZ, Jevičko, Česká Republiká, 4. MarS a.s.
- Military CYPRES 2 User's Guide United States*. Airtec GmbH.
- Paratroop set OVP-12 SL, ZVP-80.08*. MarS a.s. kiadványa, 2012. október.
- Под общей редакцией мастера спорта кандидата технический наук Р. А. Стасевича: *Теория и практика парашютной подготовки*. Москва, Издательство ДОСААФ, 1958.
- Szaniszló Zsolt: Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség I. rész. A lehetséges „trónkövetelők” „születése”. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 267–278.
- Szaniszló Zsolt: Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség. II. rész. A lehetséges „trónkövetelők” összevetése a jövőre alkalmazó szempontjából: A fő ejtőernyő vizsgálata. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 41–57.
- Szaniszló Zsolt: Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség III. rész. A lehetséges „trónkövetelők” összevetése a jövőre alkalmazó szempontjából: A tartalék ejtőernyő vizsgálata. *Hadmérnök*, 15. (2020), 3. DOI: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.3.3>
- TALKA sportejtőernyő-rendszer technikai leírása és használati utasítása 061-89-3 TO (1991)*. Budapest, MRSZ Ejtőernyős Szakbizottság kiadványa, 1992.
- User Manual Automatic Activation Device MPAAD*. 12th issue, Jevičko, Czech Republic, MarS a.s., 2014.

Internetes források

- Новороссийские десантники отработали в Крыму новую тактику*. 2019. Elérhető: <https://vestikavkaza.ru/news/Novorossiyskie-desantniki-otrabotali-v-Krymu-novuyu-taktiku.html> (A letöltés dátuma: 2017. 05. 09.)

Farkasinszki Lóránt¹

Katasztrófavédelmi feladatrendszer és a környezetvédelem kapcsolata

The Relationship between Disaster Management Task System and Environmental Protection

Az elmúlt években jelentős klimatikus és technológiai változások figyelhetők meg mind globális, mind tágan értelmezett lokális (európai) szinten, amelyek közvetlenül hatnak a létebiztonsággal kapcsolatos közgondolkodásra és az érintett szervek feladataira. A cikk célja a katasztrófavédelmi feladatrendszer és a környezetvédelem közötti lényegi kapcsolódási pontok bemutatásával rámutatni a kapcsolódás összetettségére, helyére, szerepére. Egyben információt szolgáltatni a változó biztonsági kihívások kezelését befolyásolni képes pontokra, a kutatandó részterületekre.

Kulcsszavak: környezetvédelem, katasztrófavédelem, fejlesztési irányok

In recent years, significant climatic and technological changes have been observed at both global and broadly interpreted local (European) levels that have a direct impact on public safety thinking and the tasks of the relevant bodies. The aim of the article is to show the complexity, location and role of the connection by presenting the essential links between the disaster management task system and environmental protection. It also provides information on points that can influence the changing security challenges and the areas to be researched.

Keywords: environmental protection, disaster management, development directions

1. Bevezetés

A felgyorsult technológiai fejlődésnek köszönhetően világviszonylatban szembesülnünk kellett a globális felmelegedés, a klímaváltozás negatív környezet- és egészségkárosító

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, doktorandusz, e-mail: lorant.dr.farkasinszki@katved.gov.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9192-5356>

hatásaival. Jelen tanulmányban arra vállalkozunk, hogy a rendelkezésünkre álló adatok alapján feltárjuk a lényegi összefüggéseket, továbbá a jelentkező katasztrófa-helyzetek és a kiküszöbölésüket, megfékezésüket biztosító szabályozók és szervezetek, elsősorban a katasztrófavédelem szervezetrendszerének felelősségi és hatáskörét. A változásokhoz, amelyek egyben a gazdaság fejlődését és az életszínvonal emelkedését is magukkal hozták, körültekintően szükséges viszonyulnunk, tekintettel arra, hogy a jólét nem mindig egy a „jó(l)” léttel. A pozitívumok a nem várt, sokszor előre nem megjósolható negatívumokat is magukban hordozzák, és nem kizárólag az egyén szintjén, hanem ösztársadalmi, lokális és globális szinten egyaránt.

A téma aktualitását a törvények lényegi szabályozásainak ismeretében, a szervezetrendszer átalakulását is bemutatva, a megelőzés jelentőségét hangsúlyozva, új kutatási területeket meghatározva igazoljuk.

2. Alaptörvényi kapcsolódási pontok

Az Alaptörvény O) és P) cikke rögzíti azokat az alapvető elveket, amelyek magukban foglalják az ember, az egyén individualizált felelősségét, kötelezettségét a társadalmi szerepvállalásban, lokális és globális szinten egyaránt. Kötelezettségvállalásuk kiterjed a gazdasági, társadalmi és természeti értékekre, így az egyéni és társadalmi szinten értelmezett védelmi funkció egyértelműen közös célként definiálható.² A felgyorsult fejlődési tendenciának köszönhetően a fenti cél elérése, illetve preventív megoldási alternatívák megfogalmazása a katasztrófavédelem feladatrendszerét is nagymértékben érinti. A létbiztonság megteremtése, a természeti és kulturális értékek megőrzése, a fejlődés biztosítása mindenki kötelessége. Fenntartható fejlődés alatt azt értjük, amikor a jelen szükségleteit úgy tudjuk kielégíteni, hogy a jövő generációjának azon képességét nem csökkentjük, hogy saját szükségleteit is képes legyen kielégíteni.³ Az EU által megfogalmazott fenntartható célok tudatosan összefogják a gazdasági, környezeti és társadalmi feladatokat. A legégetőbb problémaként az éghajlatváltozás, klímaváltozás kezelését határozták meg a szakemberek. A klimatikus változás a 2015-ben megfogalmazott 17 Fenntartható Fejlődési Cél mindegyikét szervesen érinti, ami azzal magyarázható, hogy koherensen összefüggő tényezőkről van szó. Ahol szegénység van, a jelentkező hatások kezelése is jelentősebb erőforrást igényel a probléma megoldásához. Az egészség és a jólét is feltételezhetően alacsonyabb szinten determinálható, amiből következik/következhethet, hogy az iskoláztatás, iskolai előmenetel is perifériára szorult. A hátrányosabb helyzetű területeken a vízellátottság is marginális kérdés. Az ipar, az innovációs technológiák és az energiaellátottság is elmaradottabb, felzárkóztatás szükséges. És a kör hosszasan folytatható lenne, mert egyik megoldásra váró probléma generálja a másikat.⁴

A védett jogi tárgyak között elsődlegesen az emberi élet védelmét szükséges megemlíteni, mint közös nevezőt, ami magában foglalja a testi épségét,

² Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.).

³ *A fenntartható fejlődés fogalma.* Európai Környezeti és Információs Megfigyelő Hálózat.

⁴ *Fenntartható fejlődési célok.* UNIS.

tulajdonosi-vagyoni jogait és a személyiségének védelmét. Az emberi élet és egészség védelmét a közjog szabályozza. Amennyiben a fenti jogi tárgyakat szándékosság vagy emberi gondatlanság közvetlenül veszélyezteti, illetőleg sérti, az olyannyira társadalomra veszélyes, hogy azt a jog bűncselekményként, különböző tényállásokban nevesíti. A Büntető törvénykönyv szabályozza a hozzárendelt jogkövetkezmenyt, a súlyos büntetést „ultima ratio”-ként alkalmazza generális és speciális prevenció eszközként. Az emberi élethez való jog az egészséget egyéni és komplex módon, a természetes környezet egészére is értelmezi. Az Alaptörvény XXI. cikke ismeri el az ember egészséges környezethez való jogát. Ezt a jogot elsősorban a közigazgatási hatósági eszköztárral és a mentésre rendelt szervezetek működtetésével garantálja az állam. A feltételrendszer biztosításának meghatározó eleme az állampolgári kötelezettségek teljesítése is. A környezet- és katasztrófavédelem nemzeti jelentőségű nemzetközi ügy, mert lokális szinten meghatározza egy nemzet létehez szükséges alapfeltételeket, azonban határokon és kontinenseken átnyúló hatásai vannak mind a negatív, mind a pozitív tendenciáknak. A rendszer hatékonysági szempontból alulról felfelé meghatározott, mert a megfelelő humán erőforrás a fundamentuma a védelmi rendszernek. Ez igaz a védelemre hivatott állami, önkormányzati szervezetekben foglalkoztatottakra és a civil társadalmi szereplőkre egyaránt. Ezért mindenkinek joga van ahhoz, hogy információval rendelkezzen saját környezetéről, a környezetét érő veszélyforrásokról, és a kialakult vészhelyzetben birtokában legyen azoknak az ismereteknek, amelyekkel szabályszerűen biztosítható a védekezés. Az egészséges környezeti feltételek megteremtéséhez nélkülözhetetlen a strukturáltan építkező védelmi feltételrendszer kialakítása, amelynek az emberi erőforráson túl a katasztrófavédelem szervezetrendszere az egyik alappillére. A jogalkotó logikus döntése szerint az emberi életet súlyosan, közvetlenül és akár tömegesen veszélytető civil veszélyekből eredő események, balesetek bekövetkezésének kockázatát annak a szervnek kötelessége csökkenteni, amelynek az életmentést, a kárfelszámolást is végre kell majd hajtani. Ezzel közvetlen szakmai felelősségi kapcsolatot teremtett a megelőzési és a mentési kötelezettség között. Ebből az érdekeltégi kapcsolatból természetesen következik, hogy az állampolgároknak is kötelessége, hogy szerepet vállaljanak a katasztrófavédelemben, mert mindenki felelős önmagáért, képességei és lehetőségei szerint köteles az állami és közösségi feladatok ellátásához hozzájárulni.

A katasztrófavédelmi szerv stratégiai jelentőségét támasztja alá, hogy az elmúlt időszakban folyamatosan bővült a feladatköre és kizárólag olyan hatáskörökkel, amelyek az emberi élet, az egészség és ezeket biztosító alapvető feltételek védelmét hivatottak szolgálni. A vízzel és a vízvédelemmel kapcsolatos környezetvédelmi hatásköri feladatok áttelepítése egyértelműen jelzi e tárgykör fontosságának megerősödését, állami fókuszpontba kerülését, a fenntartható fejlődés gyakorlati megjelenését a védelem preventív intézkedéseiben és a katasztrófhelyzetek kezelésében egyaránt.

3. Törvény szerinti kapcsolatok, kapcsolódó fogalmak, egymásra utaló normaszövegek

A kapcsolódási pontok a törvényi szabályozásban is egyértelműen körvonalazódnak. Az Alaptörvényben megfogalmazott jogokat és kötelezettségeket szakterületeknek megfelelően rögzítették. A téma komplexitását hivatott alátámasztani a széles törvényi összefüggésrendszer feltárása. A természetes környezetben bekövetkező káresemények a védelmet biztosító szervezeti szintek funkciójának folyamatos újragondolásában játszanak érdemi szerepet. Az Alaptörvény 53. cikkében megfogalmazott veszélyhelyzetek a természeti – geológiai, hidrológiai – hatásokkal, időjárási, biológiai, továbbá földrajzi viszonyokkal, tényezőkkel hozhatók összefüggésbe. Az ipari – energetikai, nukleáris, vegyi, környezeti – erdőirtás, levegőszennyezés, talaj- és vízszennyezés, társadalmi migráció, terrorcselekmények és közlekedési veszélyhelyzetek – légi, vízi, közúti balesetek – civilizációs katasztrófák kialakulásához vezetnek, vezethetnek. A nemzeti vagyon részét képező természeti örökségek és környezeti értékek védelme, egészséges létfenntartásának biztosítása alapfeltétel. Lokális, európai szinten az EU a tagállamokkal közösen határozta meg a 2020-ig elérendő célokat, és 2050-ig vázolta az elérendő jövőképet.⁵ Globálisan elérendő cél, hogy minimálisra csökkenjen az éghajlattal, emberi egészséggel és a biológiai sokféleséggel kapcsolatos kockázati tényezők köre. A környezetvédelmi előírások, törvényi szabályozások világviszonylatban a legszigorúbbak közé tartoznak. A globális környezeti hatásoktól azonban a szabályozások nem tudnak minket teljes mértékben megvédeni. A preventív intézkedésekre a legalsóbb szintekig szükség van. A ma jelentkező kihívásokra több elem összefüggését figyelembe véve kell reflektálnunk. Három dimenzió együttes stratégiai döntései szükségesek a megelőzéshez, a fenntartható fejlődés biztosításához és a jelentkező károk azonnali kezeléséhez, a védelem teljes körű biztosításához. A három dimenzió a gazdaság, a környezet és a társadalom, amelyek egymás nélkül nem stabilizálhatók. Nemzetközi szinten igényel elkötelezettséget és hatékony együttműködést korunk biológiai sokfélesége, az egyre nagyobb számú erdőirtások, a vízszennyezésből eredő globális kihívások, és nem utolsósorban az éghajlatváltozás.

Magyarország lakosságának védelme érdekében a katasztrófák kezelésének hatékonyságát szolgálja a 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. A törvény értelmében katasztrófának minősül minden a „veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli”. Az emberi tevékenységek és a természet közötti harmónia biztosításának érdekében az Országgyűlés megalakította az Alaptörvénnyel összhangban a 1995. évi LIII. törvényt a környezet védelmének általános szabályairól. A fenti törvény 3. § (1)–(2) bekezdése rögzíti azokat a területeket,

⁵ *Környezetvédelem. Az EU szakpolitikai területei.* Európai Unió.

amelyek a környezetvédelemmel szorosan összefüggnek, de külön törvény rendelkezik róluk. Az adott katasztrófaelhárítás, -kezelés alkalmával az adott problémakörnek megfelelő törvényeket kell figyelembe venni, specifikusan, vagy a katasztrófa összetettségéből adódóan összefüggéseikben vizsgálva a szabályozásokat, különösen a következőket:

- 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól;⁶
- 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról;⁷
- 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról;⁸
- 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről;⁹
- 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról;¹⁰
- 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról;¹¹
- 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról;¹²
- 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról;¹³
- 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról.¹⁴

A szabályozók számából is jól látszik, hogy a katasztrófavédelemben érintett személyi erőforrásnak milyen széles elméleti ismerettel szükséges rendelkeznie a hatékony gyakorlati védelmi tevékenység biztosítása érdekében, legyen ez a vízügyi igazgatást érintő kérdés vagy az erdőgazdaságokat sújtó veszélyhelyzet, továbbá hulladékgazdálkodási, kémiai, ipari eredetű káresemény. A tűzvédelmi törvény megelőzési, mentési és szervezeti szabályai szerint működtetett tűzvédelmi feladatrendszer az emberi életet és egészséget veszélyeztető hatások elleni védekezés keretein belül a természetet és a környezetet is védi a rendkívül gyors oxidáció pusztító hatásaitól.

4. Szervezeti felépítési és együttműködési kapcsolatok

A törvényi szabályozáshoz hasonlóan a szervezeti felépítés vonatkozásában koherens szervezeti struktúra kialakítása figyelhető meg. A katasztrófavédelmi szervezetet egyértelműen jellemzi a megelőzési és mentési hatáskörök széles köre, a központi irányítás, a hierarchia, az utasítás-végrehajtás kötelezettség, a folyamatos készenlét, annak magas foka és az azonnali reagálóképesség. A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) megelőzési szerepét elsősorban a Hatósági Főigazgató-helyettesi Szervezet útján érvényesíti, amelynek részét képezi az Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség, amelyet a Kritikus Infrastruktúra Koordinációs Főosztály, a Veszélyes Szállítmányok Főosztály és a Veszélyes Üzemek Főosztálya alkot. A Megelőzési és Engedélyezési Szolgálatot a Vízügyi

⁶ 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól.

⁷ 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.

⁸ 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról.

⁹ 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről.

¹⁰ 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról.

¹¹ 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról.

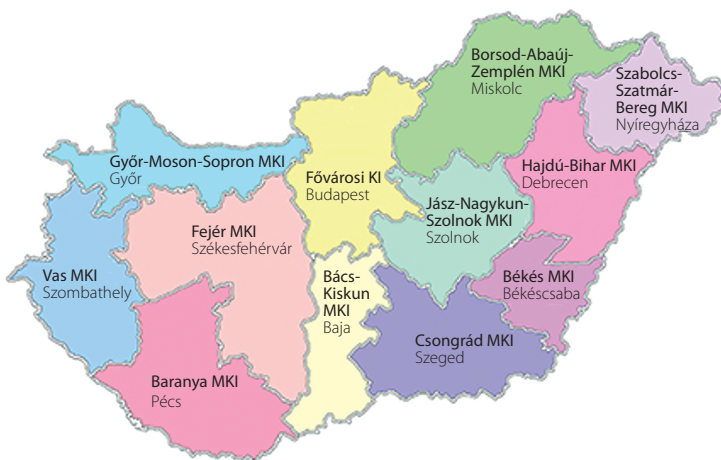
¹² 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.

¹³ 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról.

¹⁴ 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról.

és Vízügyi Főosztály, az Atomerőmű Engedélyezési Főosztály, valamint a Tűzmelegítési Főosztály alkotja. A felsorolt főosztályok és a hozzájuk tartozó osztályok közül valamennyi jelentős számú hatósági tevékenységi, ellenőrzési és feladatszabályozási jogkörrel rendelkezik. Az utasítás végrehajtásáról a BM OKF Szervezeti és Működési Szabályzata (SZMSZ) rendelkezik. A Tűzoltósági Főfelügyelőség és Polgári Védelmi Főfelügyelőség elsősorban az eseménykezelési, mentési feladatokért, az abban részt vevő belső és civil szereplők felkészítéséért, a szakmai irányítás megszervezéséért felelős. A fenti szervezeti egységek jól tükrözik, hogy milyen széles körben lát el védelmi, megelőzési szerepet a katasztrófavédelem. A feladat- és hatáskörök a területi és helyi szinten megjelenve biztosítják a tényleges végrehajtást, az eseményfolyamba való közvetlen beavatkozás képességét.

A BM OKF feladatrendszere a környezetvédelemmel kapcsolatos tevékenységek teljes körét magában foglalja, a megelőzéstől a kárelhárításig. Kezeli a veszélyhelyzeti tevékenységeket, a monitoringrendszerek felügyeletét és ellát nemzetközi kapcsolattartásból eredő feladatokat is. A védelmi funkció biztosítása szempontjából a hatósági eszközökkel történő megelőzés, a kockázati tényezők legkisebbre csökkentése az egyik alapvető célkitűzés. A védett értékekhez rendelt hatáskör alapján járnak el az adott szervezeti egységek. A vízügyi hatósági feladatokat 2014. szeptembertől a katasztrófavédelem látja el, a vízügyi igazgatási és a vízügyi, valamint a vízügyi hatósági feladatokat ellátó szervek kijelöléséről szóló 223/2014. (IX. 4.) kormányrendeletben foglaltak szerint. Az Országos Vízügyi Hatóságnak, az Országos Vízügyi Főigazgatóság korábbi önálló szervezeti egységének, valamint az Országos Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főfelügyelőségnek a jogutódja ebből kifolyólag a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság lett. A vízügyi és vízügyi hatósági és szakhatósági ügyekben a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és 12 megyei katasztrófavédelmi igazgatóság jár el.¹⁵



1. ábra

Katasztrófavédelmi igazgatóságok vízügyi, vízügyi illetékessége

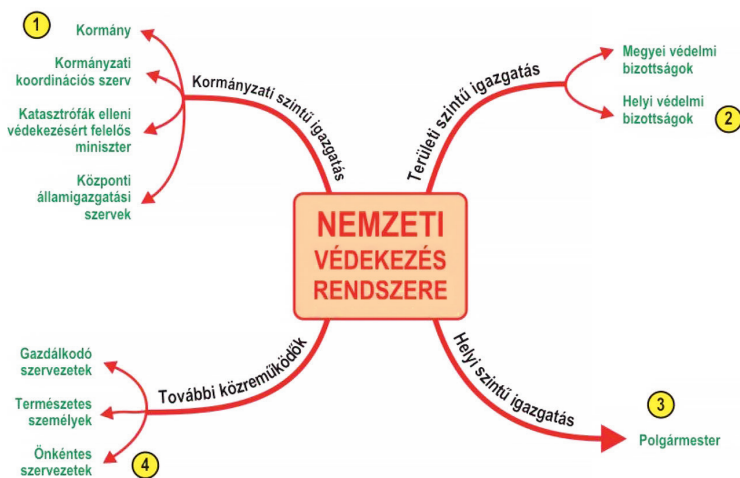
Forrás: BM OKF Vízügyi és vízügyi hatósági jogkör. i. m.

¹⁵ BM OKF Vízügyi és vízügyi hatósági jogkör.

A védelmi intézkedések legfelsőbb szintű irányítását a kormány végzi. A koordinációs tevékenységet a koordinációs kormányzati szerv – Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB) – látja el, katasztrófavédelmi feladatok kialakulásakor. „A katasztrófa elleni védekezésért felelős miniszter felelős az irányítása alá tartozó hivatásos katasztrófavédelmi szerv működtetéséért.”¹⁶ Az ágazati miniszterek jelentik a következő intézkedési lépcsőfokot, akik szerepet vállalnak a döntéshozatali eljárásban védekezés idején. A kormányzati igazgatás utolsó szintjét a központi államigazgatási szervek – Országos Meteorológiai Szolgálat, Rendőrség stb.– jelentik.

Ezt követi a területi igazgatás – megyei, fővárosi, illetve helyi védelmi bizottságok – a védelmi igazgatási rendszeren belül. A helyi szintű igazgatásban a polgármester vállal jelentős szerepet. További szereplőként kell megemlíteni a természetes személyeket, gazdálkodó és egyéb közreműködő szervezeteket.

A nemzeti védekezési rendszert a következő ábra illusztrálja.¹⁷



2. ábra

Nemzeti védekezési rendszer

Forrás: Mógor (szerk.) (2012) i. m.

A katasztrófavédelem szervezetrendszerében bekövetkezett változtatásokkal, az állami intézkedések eredményeként, egyszerre ment végbe a védelmi szervezetek integrációja. Felismerésre került a társadalmi szerepvállalás és az önkéntesség ösztönzésének jelentősége. A környezeti katasztrófák számának és fajtájának bővülése a katasztrófavédelem feladatrendszerét is kibővítette, illetve egyesítette.¹⁸

¹⁶ 2011. évi CXXVIII. törvény, II. 6. 8. § (1).

¹⁷ Mógor Judit (szerk.): *Az új katasztrófavédelmi szabályozás jegyzet és jogszabálygyűjtemény közbiztonsági referensek felkészítéséhez*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Kiadványa, 2012.

¹⁸ Horváth Margit (szerk.): *Elemzés a katasztrófavédelem új rendszerének működéséről*. Állami Számvevőszék, 2016. 8.

A környezet védelme érdekében végzett feladatok mind a megelőzés, mind az eseménykezelés idején szoros és kötelező együttműködést követelnek a rendvédelmi szervektől és a közigazgatási hatósági hatáskörrel rendelkező szervektől, központi, területi és helyi szinten egyaránt. A védelmi igazgatás szintjeinek és szereplőinek meghatározása elsődlegesen az együttműködésnek ad megfelelően strukturált és szabályozott terepet és jogi keretet. A kormányhivatalok és járási hivatalok vezetői egyben a megyei és helyi védelmi bizottságok elnökei is. Így a jogalkotó a közigazgatási szerveket vezetőik útján közvetlenül kötelezte a védelmi feladatokban való aktív részvételre, a rendvédelmi és honvédelmi szervekkel való szoros szakmai munkakapcsolatra. Ez a megoldás igen hatékony, mert a védelmi igazgatási szerepkör visszahat és pozitívan befolyásolja a biztonság általános szintjét a hatósági feladatok felelős teljesítése útján. Így a normál időszaki együttműködés alapfeltétele is megteremtődött a rendszeres ülések és a tematikus védelmi bizottsági szerepkörök betöltése útján, az élő, személyes kapcsolatok fenntartása által (elnök, katasztrófavédelmi és honvédelmi elnökhelyettesek, titkárok és tiktárhelyettesek, rendes és meghívott tagok).

5. Megelőzés, hatósági, szakhatósági jogalkalmazás

A módosított katasztrófavédelmi törvény, amely 2012-től hatályos, sok változtatást vezetett be. Illeszkedett az uniós követelményekhez, és összességében eredményezett átalakulást a szervezetrendszer feladat- és felelősségvállalásában. A káresemények, a környezeti csapások kezelésre összehangolt törvényi szabályozás született. A szakterületeket érintő szabályozók jogilag koherensen kapcsolódnak, így a környezetvédelmi törvényben szabályozott területekre, védelmet igénylő elemekre és prevenciók tevékenységet szorgalmazó hatásokra – föld, víz, levegő, élővilág, épített környezet, veszélyes anyagok kezelése, hulladékok, környezeti zaj és rezgés, illetve sugárzások – a katasztrófavédelmi jogalkalmazás és állami szerepvállalás a teljesség igényét szem előtt tartva reflektált. A keretrendszert jelentő szabályozás sok belső szabályozási hiátust kiküszöbölt, biztosítva ezáltal a katasztrófavédelmi és egyéb, a védelmi eljárásban szerepet vállaló szervek – polgári, vízügyi és további ágazati szervek – szabályozásának összhangját, amelynek alapja az egységes fogalomhasználaton nyugszik. A katasztrófavédelem elsődleges céljai között szerepel a környezeti káresemények kiküszöbölése, megelőzése. A preventív intézkedéseket a tervezés határozza meg, az előrejelzésekre, jól megalapozott prognózisokra támaszkodik a rendszer.

A prognózisokon és bevételek vizsgálatokon alapuló rendszer biztosítja a hatósági és szakhatósági feladatellátás hatékonyságának és a folyamatokra (létesítés, használat, üzemeltetés, üzemmenet folytonosság, üzembiztonság) gyakorolt pozitív befolyásának erősödését. Az eredményesség érdekében a hatósági munka megelőzést szolgáló feladatait a szervezet egymásra épülő rendszerben alkalmazza. Első szint a lakosság, az ügyfelek és a civil szakmai szereplők tájékoztatása, felkészítése online és írott sajtómegjelenések útján, szakmai konferenciákon, gyakorlatokon. Második szint a hatósági/szakhatósági engedélyezési eljárások során az előzetes konzultációk tartása. Harmadik szint a hatósági ellenőrzések útján a szabályszerűség vizsgálata, aminek következményként felhívásokat tesz vagy bírságot szab ki a hatóság. Negyedik

szint a káreseményeket követő hatósági, szakmai elemző, értékelő munka, amelynek területei a tűzvizsgálati eljárás, káreseti helyszíni szemle, üzemzavar-kivizsgálás, helyszíni ellenőrzés, tapasztalatfeldolgozás, majd a közreadás.

Az emberi életre és környezetre kiemelt veszélyt jelentő társadalmi, gazdasági jelenségek közül a katasztrófavédelmi szervezet felügyeletére bízott esetköröket csak erős hatásköri felhatalmazással és hatósági eszköztárral lehet jó hatékonysággal kezelni, a súlyos baleseteket megelőzni.

A tűzoltósági, az iparbiztonsági, a vízügyi és vízvédelmi szakterületek hatósági, szakhatósági eljárásait a komplex, integrált hatósági tevékenységnek megfelelően folytatják le a megyei és a kirendeltségi hatósági osztályok. A logika szabályából, az ok-okozati láncolat törvényszerűségéből következik, hogy a tűzvédelmi szabályok megsértéséből eredő tüzesetek súlyos következményekkel járhatnak egy veszélyes üzemben. Ugyanígy a veszélyes anyagokkal kapcsolatos szabályok megsértése is vezethet robbanáshoz, kiterjedt tűzhez. Mindkét említett eset eredményezhet környezetkárosítást, szennyezést a vizekben, a levegőben és a földben is. Az integrált és komplex szemlélet biztosítja a szakterületek szinergikus együttműködése útján a magas szintű szakmai színvonalat, ezáltal a védelem és a közbiztonság általános szintjének emelkedését.

6. Eseménykezelés

A folyamatosan jelentkező globális környezeti hatások megkívánták az államok részéről nemzetközi szinten egyaránt, hogy igazodjanak a kihívásokhoz és átalakítsák, megújítsák a védekezési rendszerüket. A katasztrófák elleni védekezésben a katasztrófavédelmi szervezetrendszer gyors, megújulni tudó fejlődési metódusából kifolyólag a védekezési feladatrendszer hármas felépítése egységesen jelenik meg. A három láb pedig a prevenció – a katasztrófa-helyzetek és hatásaik megelőzése –, a már kialakult katasztrófák felszámolása és a káreseményből származó állapotok helyreállítása. A katasztrófavédelem hatékonyságát nagymértékben meghatározza a rendelkezésre álló erőforrások köre, megléte. A II. Katasztrófavédelmi Világkonferencia mottója is ezt hivatott alátámasztani, miszerint: „Az államok elsődleges felelőssége az embereket és vagyontárgyaikat területükön megóvni a veszélyhelyzettől, és ezért létfontosságú, hogy prioritást kapjon a katasztrófaveszély csökkentése a nemzeti politikában, amihez a rendelkezésre álló forrásokat biztosítani kell.”¹⁹ Az anyagi biztosítás, a gazdasági feltételrendszer, a jól szervezett logisztika térben és időben történő egyidejű koherens biztosítása szükséges és nem utolsósorban a védelmi feladatokat ellátó szervek együttes feladatellátása.²⁰ Az eseménykezelés alapja a tervezés. Jogilag szabályozott a védelmi feladatok tervezése. A megfelelő mértékű védekezési szint kialakításához a geográfiai adottságok, a földrajzi elhelyezkedés, hidrológiai tényezők infrastruktúra-elemzésével kockázatbecslést szükséges végezni. A kockázatbecslés alapján, a fenti

¹⁹ Horváth (szerk.) (2016) i. m.

²⁰ Ambrusz József – Endrődi István – Pellérdi Rezső: A katasztrófák következményei felszámolásának vezetés-irányítási rendszere. *Hadmérnök*, 11. (2016), 1. 64–78.

tényezők mindegyikének figyelembevételével veszélyelhárítási tervdokumentum készül, amelyben rögzítik a nélkülözhetetlen erőforrásokat – anyagi, személyi és technikai –, hozzárendelve a katasztrófavédelmi intézkedésekhez, feladatrendszerhez.

A tervezés szintjeit (1. táblázat) a katasztrófavédelmi szervezet szintjeihez illeszkedve határozzák meg.²¹

1. táblázat

Tervezési szintek

Forrás: Mógor (szerk.) (2012) i. m.

Tervezési szint	Készíti	Felülvizsgálati ciklus	Gyakorlatás	Jóváhagyja	Egyetértési jogkör gyakorol
Összesített települési terv	Illetékességi területére vonatkozóan a hivatásos katasztrófavédelmi szerv helyi szerve – a települési szintet meghaladó beavatkozást igénylő katasztrófavédelmi feladatok elvégzése érdekében – a települési veszélyelhárítási tervek alapján összesített tervet készít				
Település/kerületi veszélyelhárítási terv	A polgármester a hivatásos katasztrófavédelmi szerv helyi szervének közreműködésével	évente	3 évente	helyi védelmi bizottság elnöke	helyi katasztrófavédelmi szerv vezetője
munkahelyi veszélyelhárítási terv	Hatósági határozattal kijelölt gazdálkodó szerv vezetője	évente	szükség szerint	gazdálkodó szerv vezetője	helyi katasztrófavédelmi szerv vezetője
területi/fővárosi veszélyelhárítási terv	Megyei (fővárosi) védelmi bizottság a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területi szervének közreműködésével	évente	3 évente	megyei (fővárosi) védelmi bizottság elnöke	központi katasztrófavédelmi szerv vezetője
központi veszélyelhárítási terv	Központi katasztrófavédelmi szerv vezetője	évente	szükség szerint	katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter	–

Elsődlegesen beavatkozó szervként a tűzoltóság kirendelésével kezdődik a tervezés, a bekövetkező káresemény elhárításának érdekében. Itt fontos megemlítenünk, visszautalva a szervezetrendszerre, hogy a hivatásos önkormányzati tűzoltóság katasztrófavédelembe integrálása jelentette a legnagyobb szervezeti átalakítást.²²

A katasztrófavédelmi szervezet mentési tevékenységének előkészítésére, vezetésére, továbbá végrehajtására alkalmazott eljárások összessége a katasztrófavédelmi művelti tevékenység. A veszélyelhárítási tervezés alapját a tűzoltóságok részletes művelti tervezése adja.

²¹ Mógor (szerk.) (2012) i. m.

²² Horváth (szerk.) (2016) i. m.

A tervezési és kivitelezési eljárás során kiemelten fontos, hogy a jól megalapozott elméleti szaktudás összhangban, összehangoltan működjön a gyakorlati megvalósítás, kárelhárítás során. A mechanizmus során nagy jelentőségű az idő mint tényező figyelembevétele is. Ebből kifolyólag az időrendi ciklikusság alapján a katasztrófavédelmi feladatok logikai sorrendje a következő: megelőzés – prevenció, mentés, kárelhárítás és helyreállítás.²³

Az időtényező meghatározó kapcsolódási pont, egyben jellemző a katasztrófavédelmi és a környezetvédelmi feladatrendszerben. Az idő az a faktor, amit vizsgálni kell ahhoz, hogy meghatározható legyen a veszély terjedésének intenzitása. Minden bekövetkezett és gyorsan terjedő veszéllyel szemben csak gyorsan reagálni képes szervezet tud hatékonyan fellépni. A gyors terjedés a veszélyes anyag vagy energia jellemzőitől és a veszélyt közvetítő, hordozó közegetől (környezeti elem), fizikai, kémiai jellemzőitől és a kölcsönhatástól függ. Mind a tűz, mind a szabadba (levegőbe, vízbe) kerülő veszélyes anyagok gyorsan tudnak terjedni. A katasztrófavédelmi eszközrendszert működtető hivatásos tűzoltók készenléti állománya folyamatos bevetettségével biztosítja azt a reagálóképességet, ami az esemény gyors értékeléséhez, a személyek mentéséhez, a veszély terjedésének megakadályozáshoz és a károsító következmények csökkentéséhez szükséges. A katasztrófavédelmi műveleteknek mindig alkalmazkodniuk kell a kialakult körülményekhez, a kár súlyosságához és a kárhely kiterjedéséhez. Normatív szabályozási rendszer határozza meg a feladatok végrehajtásának sorrendjét, a hatékonyság, eredményesség optimumának biztosítása nélkülözhetetlen. Mind a megelőzés, mind pedig a hatékony védekezési eljárás érdekében folyamatos elemző tevékenység indokolt, átfogóan a katasztrófavédelmi műveletekre, meteorológiai előrejelzésekre, környezetvédelmi prognózisokra. A szerzett tapasztalatok beemelése szükséges a hivatalos katasztrófavédelem oktatási rendszerébe és az elméleti megalapozásán túl a gyakorlati védelmi tevékenységébe.

7. Következtetések

A téma komplexitásából kifolyólag a teljesség igénye nélkül törekedtünk a környezet- és a katasztrófavédelem között jelentkező szoros kapcsolatrendszer jelentőségének bemutatására. Prioritást élvezett a hivatásos katasztrófavédelmi rendszer globális változásokhoz és nemzetközi elvárásokhoz illeszkedő innovatív átalakításának ismertetése, illetve a jogi keretek rövid értelmezése és a preventív intézkedések fontosságának hangsúlyozása.

Az emberek biztonságának és biztonságérzetének növelése a katasztrófavédelmi szervezetrendszer további erősítésével, a feladatellátás eredményességének növelésével, a jogi környezet és feladattervezés fejlesztésével és megújításával biztosítható, tartható fenn továbbra is.

Kutatandó területként határozható meg a környezetvédelmi törvényben rögzített minden elem, külön-külön és összefüggéseiben is. Korunk változásai komplex megoldási javaslatokat kívánnak, így mindegyik terület – föld, víz, levegő, hulladékgazdálkodás,

²³ Muhoray Árpád: *Katasztrófavédelem I.* Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2016.

veszélyes anyagok stb. – önmagában történő vizsgálata a katasztrófavédelem fejlesztési irányainak meghatározásában jelentős előrelépést jelenthetnek. Kutatandó terület, hogy a katasztrófavédelmi szervezet és más környezetvédelmi hatósági jogkört gyakorló vagy érintett államigazgatási szervek közti együttműködés fejlesztésével igazolhatóan elérhető-e a környezetszennyezések megelőzésének és a káresemény-kezelések hatékonyságának növelése, a pozitív hatások kölcsönös, egymásra ható erősítése. A vízgazdálkodás és a katasztrófavédelem kapcsolódásának tudományos feldolgozása is egyre aktuálisabb. Mind a víziánnyal összefüggő kihívásokra adandó megfelelő válaszok megfogalmazása, mind pedig a klímaváltozásból eredő, szélsőséges csapadékjelenségek lokális kártételei elleni védekezés korszerű módszereinek tudományos feldolgozása időszerű.

Felhasznált irodalom

- Ambrusz József – Endrődi István – Pellérdi Rezső: A katasztrófák következményei felszámolásának vezetés-irányítási rendszere. *Hadmérnök*, 11. (2016), 1. 64–78. Elérhető: www.hadmernok.hu/161_07_ambruszj_ei_pr.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 05. 16.)
- BM OKF Vízügyi és vízvédelmi hatósági jogkör. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=iparbiztonsag_vvhj_index (A letöltés dátuma: 2019. 04. 08.)
- A fenntartható fejlődés fogalma*. Európai Környezeti és Információs Megfigyelő Hálózat, 2018. Elérhető: <http://eionet.kormany.hu/a-fenntarthato-fejlodes-fogalma> (A letöltés dátuma: 2019. 04. 06.)
- Fenntartható fejlődési célok*. UNIS. Elérhető: https://unis.unvienna.org/unis/hu/topics/sustainable_development_goals.html (A letöltés dátuma: 2019. 04. 18.)
- Horváth Margit (szerk.): *Elemzés a katasztrófavédelem új rendszerének működéséről*. Állami Számvevőszék, 2016. Elérhető: www.asz.hu/storage/files/files/Publikaciok/Elemzesek_tanulmanyok/2016/katasztrofav_elemzes.pdf?download=true (A letöltés dátuma: 2019. 04. 18.)
- Környezetvédelem. Az EU szakpolitikai területei*. Európai Unió. Elérhető: https://europa.eu/european-union/topics/environment_hu (A letöltés dátuma: 2019. 04. 17.)
- Mógor Judit (szerk.): *Az új katasztrófavédelmi szabályozás jegyzet és jogszabálygyűjtemény közbiztonsági referensek felkészítéséhez*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Kiadványa, 2012. Elérhető: <https://szabolcs.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2013-07/56311.pdf> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 16.)
- Muhoray Árpád: *Katasztrófaregelőzés I*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2016.

Jogi források

- Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.) Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100425.ATV> (A letöltés dátuma: 2019. 04. 15.)
1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500053.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500057.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600031.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
1996. évi LIII. törvény a természet védelméről. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600053.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0000025.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0900037.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100128.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100209.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)
2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1200185.TV> (A letöltés dátuma: 2019. 05. 22.)

Jackovics Péter¹

A műszaki mentés művelete összeomlott épületnél, a földrengéskutató és mentőcsapatok tevékenysége 1. rész

Building Collapse Rescue Operation and the Activity of the Urban Search and Rescue Teams in Response, Part 1

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 Szervezete Humanitárius Ügyek Koordinációs Hivatala által a földrengéskutató- és mentőcsapatok számára kidolgozott INSARAG minősítésnek, amelyet azóta két 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, eszközszerét a felderítéstől a beavatkozáson át, bemutatva annak kihívásait, a jövőbeni módszertani fejlesztések lehetséges lépéseit. Az *első* rész a kutatás és mentés hagyományát, a kárterületi felderítést, műveleti adatok gyűjtését, az épületromosodás típusait és a jelentősebb USAR-felszereléseket 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 United Nations Office for the Coordination of Humanitarian

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

Affairs under the INSARAG classification system for Urban Search and Rescue teams, and we reclassified it two times in 2012 and 2017 with the HUNOR governmental and the HUSAR voluntary rescue organisations. Building collapse rescue operation following an earthquake requires conscious preparation, special equipment and many practice. The author has compiled the method and toolkit of USAR teams' technical rescue operations from exploration through intervention, presenting its challenges and possible steps for future implementations. Part 1 introduces the tradition of search and rescue operations, field assessment, field data collection, types of building collapse, and typical equipment of a USAR team.

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) mentőszervezetek alkalmazhatósága felértékelődött. A mentőszervezetek állományának felkészítése a világ valamennyi országában kiemelt figyelmet kap.²

A Humanitárius Ügyek Koordinációs Hivatala (ENSZ OCHA) nyilvántartása szerint jelenleg 56 Nemzetközi Kutatás és Mentési Tanácsadó Csoport (INSARAG) minősítésű csapat van, amelyből 34 ügynevezett Nehéz és 22 ügynevezett Közepes városi kutató és mentő csapat, és legnagyobb számban – 41 – az INSARAG Afrika/Európa/Közel-kelet Regionális Csoportban találhatóak meg.³

1.1. A probléma megfogalmazása, a téma aktualitása

Az ENSZ INSARAG irányelv bevezetésével 30 éve zajlik a földrengéskor kutatási 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 irányelv 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 újította meg az ENSZ INSARAG minősítését, vetette alá akkreditációnak a HUNOR és a HUSZÁR mentőszervezeteket.

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

² Elhangzott az ENSZ Humanitárius Partnerségi Hetén, 2020. február 3–7. között, Genfben, Svájcban.

³ Az ENSZ OCHA 2020 végén tervezi az első ügynevezett Könnyű (*Light*) USAR-csapat minősítését.

kifejlesztett módszerek mentén készíti fel tagjait. A nemzetközi és a magyar módszerek egységes rendszerezése ezidáig nem történt meg. A nemzetközi módszerek hazai eljárásokba való 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 időszerűvé vált az USAR-csapatok kutatási és mentési módszereinek közérthető bemutatása.

1.2. Célkitűzés

Az első és 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.

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 a 2020. augusztus 4-én Libanon fővárosában, Bejrútban bekövetkezett nagy erejű robbanás okozta károk felszámolása során alkalmaztak.

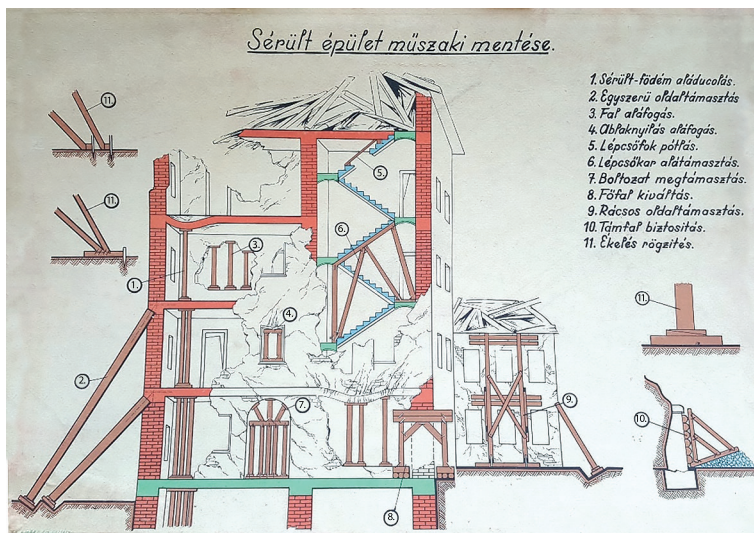
2. A romkutatás módszertanának történeti előzményei

Az USAR mentőszervezetek által a földrengés, földcsuszamlás vagy robbanás által részben romosodott vagy teljesen összedőlt épületek mentésénél alkalmazható eszközök, felszerelések és az ahhoz kapcsolódó gyártói előírások, valamint a mentési protokoll rohamosan fejlődik. Bár az újonnan kifejlesztettek eszközök, amelyek jelentősen javították a romosodott vagy összedőlt épületekből történő mentést, magukkal hozták a mentési műveletek változását is. Azonban elmondható, hogy a ma használt mentési tervek vagy szabályzatok stratégiai és taktikai alapjai közvetlenül visszavezethetők a II. világháború idejére, amikor is a módszer a fegyveres támadás okozta épületromosodás műszaki-kárfelszámolási feladatait, az áldozatok kiemelését jelentette.⁴

A műszaki-mentő tevékenység nem új keletű a polgári védelmi szaktevékenységek sorában (1. ábra). Évtizedekkel az ENSZ INSARAG városi kutató-mentési irányelvei előtt kialakult a metódus, amely alapján a műszaki-mentő szakaszok és szakszolgálatok polgári védelmi, életmentési tevékenységet végeztek. Egy várost vagy objektumot ért nagymérvű csapás után ugyanis (2. ábra) a polgári védelemnek mindennél fontosabb

⁴ Fred Endrikat: *Building Collapse Rescue: Operational Considerations*. Firehouse, 1998.

feladata volt a keletkezett kárterületeken levő sérültek és önmentésre képtelen személyek kimentése, egészségügyi ellátása.



1. ábra

Sérült épület műszaki mentése

Forrás: a szerző felvétele. *Tabló az 1950-es évekből.* BM Polgári Védelem Országos Parancsnoksága, Kiképzési Osztály, Typopress.

A műszakimentő-tevékenység felderítést, feltárást, helyreállítási tevékenységet von magával, és a mentési munkák során a legnagyobb volumenű, legtöbb körütekintést, szervezést igénylő feladatként nevezték meg. „Ez indokolja azt a megállapítást, hogy a műszaki-mentő szakszolgálat a polgári védelem egyik alapvető szakszolgálatára.”⁵ A tevékenységi kör legfőbb feladatai a romok között és a romok alatt rekedt személyek kimentése, a romok alá temetett óvóhelyek feltárása és az ott lévő személyek kimentése, továbbá a közművekben keletkezett károk szükség szerinti helyreállítása voltak.

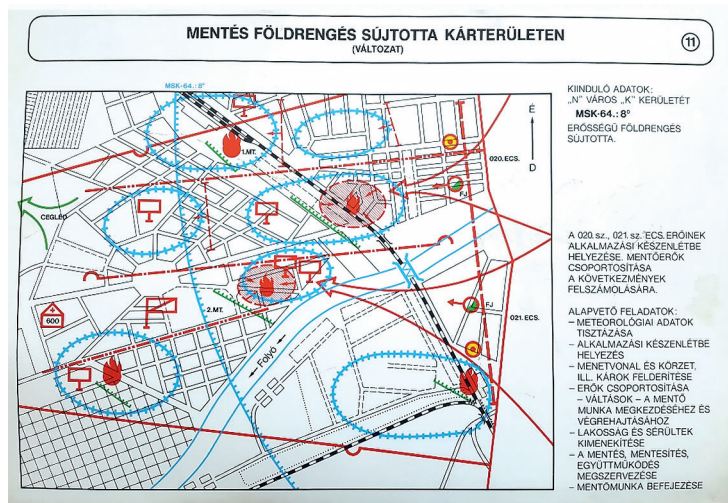
A magyar polgári védelem műszaki-mentő szakszolgálat feladata a háborús csapás utáni időszakban az alábbiak voltak:

- „Meg kell teremteni a kárterület megközelítésének lehetőségét, a kárterületen történő mozgás feltételeit, szükség utak, átkelők létesítésével [...], utak romtalanításával;
- A keletkezett tüzek kifejlődésének, területtüzek kialakulásának és továbbterjedésének megakadályozása érdekében tűzgátló sávokat kell létesíteniük.
- Mentés romok alól, romos és égő épületekből – együttműködve a tűzvédelmi alegységekkel.

⁵ 7. tansegédlet, a műszaki-mentő szakszolgálat közműhelyreállító alegységei részére. Budapest, Polgári védelem műszaki-mentő szakszolgálat országos parancsnokságának kiadványa, Franklin Nyomda, 1972. 15.

- Mentés betemetett óvóhelyekről, szükségóvóhelyekről, pincékből. Ennek érdekében a romterületen lévő betemetett óvóhelyek, pincék, valamint élő személyek egyéb tartózkodási helyeinek felkutatása.
- A kimentett személyek (sérültek) romterületről történő kiszállításának megkönnyítése és meggyorsítása.¹⁶

A II. világháborúban Európa bombázásakor az összeomlott épületekben sok ember csapdába esett, ezért például a Brit Kormány Polgári Védelmi Minisztériuma, a tűzoltóság és a katonaság az összeomlott épületekből történő mentésre ötlépcsős tervet dolgozott ki. A brit tapasztalatok alapján ezt a tervet a II. világháború alatt az Amerikai Egyesült Államok Polgári Védelmi Minisztériuma is elfogadta.⁷



2. ábra

Mentés földrengés sújtotta kárterületről

Forrás: a szerző felvétele, Tabló a 1980-as évekből. Ismeretlen kiadó.

Az ötlépcsős terv lényegében ugyanaz a műveleti terv, amelyet ma az USAR-mentőszervezetek tagjainak tanítanak, bár az első két összetevőt kombinálják, és a négy lépésből álló műveleti tevékenység a következő: Felderítés és felszín átkutatása (Felderítés); Romosodott/összeomlott épületek üregeinek átvizsgálása (Romkutatás); Törmelék eltávolítása, veszélyes épületszerkezet stabilizálása, utóregés/omlás elleni védelem (Kutatás, műszaki mentés); Áldozatnak való elsősegélynyújtás, áldozat kiemelés, egészségügyi ellátása (Mentés, sérültellátás).

A terv pontjainak egymás utáni követésével a mentés művelete is négy fő szakaszra bontható. Az egyik szakasz végrehajtását a sorrendben következő szakasz követi.

⁶ 7. tansegédlet (1972) i. m. 21.

⁷ Endrikat (1998) i. m.

3. Kutatás és mentés összeomlott épületből

A romosodott épületekből az áldozatok kimentésének ENSZ INSARAG irányelv szerinti új, illetve állandóan megújuló kutatási és mentési módszertana a felderítés, a kutatás és a mentés műveletén alapszik, az erre való alapos elméleti és gyakorlati felkészülés állandó kihívást jelent a mai ENSZ INSARAG minősítésű USAR-csapatok számára.

3.1. Felderítés művelete⁸

A földrengéskor való kutatás és mentés legfontosabb szakasza a felderítés (3. ábra), a károk becslése. A felderítés során szerzett információk, adatok megalapozzák a további szakmai lépéseket, a beavatkozáshoz szükséges erő és eszközök megválasztását, annak arányát és mértékét.

„A felderítés az életmentéssel [...] kapcsolatos feladatok meghatározásához, azok biztonságos és hatékony végrehajtásához szükséges adatgyűjtés és tájékozódás, [...] A felderítésnek ki kell terjednie az élet-, robbanás- és omlásveszélyre, [...], környezetre, az időjárási viszonyokra, valamint [...] az egyéb befolyásoló tényezőkre.”⁹

A felderítés célja az elsődleges, hiteles adatok begyűjtése, a károk hatásának és mértékének felmérése, a szükséges és elegendő segítségnyújtás meghatározása,¹⁰ amelynek törekednie kell a károk becslésének pontos adatokkal való rögzítésére, alkalmasnak kell lennie következtetések levonására, további vezetői döntés megalapozására, a kialakult helyzet olyan formán történő rögzítésére, amely segíti a kialakult helyzet megértését, hatékonyan növeli az erre épülő mentési erő és eszközök meghatározását, támogatja az adatokra épülő helyes operatív döntéseket.

Az épületromosodás és annak mértéke felderítésének módszere lehet:¹¹

- szóbeli (telefonos, EDR-rádióan érkező) vagy írásbeli jelentés (*Self-Reporting*),
- légi (drón [UAV], helikopter) vagy műholdas felderítés (*Fly-Over*),¹²
- szárazföldi, gépjárművel történő felderítés (*Windshield Surveys*),
- közvetlen kárhelyszíni, épületről épületre, lakásról lakásra, romról romra történő felderítés (*Door-To-Door and Site Assessments*) – USAR-csapatok klasszikus módszere,¹³
- földrajzi adatok elemzésével végzett felderítés (*Geospatial Analysis and Geographic Information Systems*),
- Modelléssel végzett felderítés (*Modeling*) – lézer szkenneres új módszere.¹⁴

⁸ Felderítés – Assessment. A katonai terminológiában: Reconnaissance, rövidítve: Recon.

⁹ 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól, 41. § (1)–(2) bek.

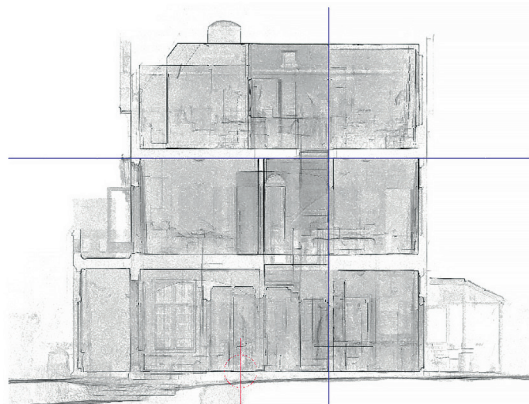
¹⁰ *Damage Assessment Operations Manual, A Guide to Assessing Damage and Impact*. FEMA, 2016. 7.

¹¹ Uo. 67–78.

¹² Copernicus EMS – Vészhelyzeti Menedzsment Szolgálat. A Copernicus EMS információkat nyújt a különféle típusú katasztrófák – például meteorológiai veszélyek, geofizikai veszélyek, szándékos és véletlen ember okozta katasztrófák és egyéb humanitárius katasztrófák –, valamint megelőzési, felkészültségi, reagálási és helyreállítási tevékenységekkel kapcsolatos vészhelyzeti reagálásról. Elérhető: www.copernicus.eu

¹³ *INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations*. OCHA, 2020.

¹⁴ Paul Bourke: *Plans and elevations from Laser Scans*. 2019.



3. ábra

Emeletes épület lézerszkennelt oldalnézeti képe

Forrás: Bourke (2019) i. m.

Az elsőként a kárterületre érkező erőknél, USAR-egységeknek kell kezdeniük a felderítést, amelynek a teljes romterületre ki kell terjednie. A romterület lehet egy épület, illetve építmény vagy egy a hatóságok által kijelölt szektor, így egy utca vagy lakónegyed romosodott, összeomlott épületei is (3. ábra). Az adott épületromnál a felderítésnek ki kell terjednie az összeomlott szerkezet elöl, hátul, oldalt, tetején és alján történő tüzetes vizsgálatára, és ki kell terjednie a romok között rekedt áldozatok, esetleges túlélők utáni kutatásra, fel kell mérni a közművek állapotát, és fel kell deríteni a mentést végző személyeket veszélyeztető egyéb, úgynevezett másodlagos veszélyeket (gázzsivárgás, omlás, áram alatt lévő szabad villanyvezetékek).

A felderítést végzőknek a romosodott vagy összeomlott épületek esetében meg kell vizsgálnia a romosodás és az összeomlás mértékét, így ebből adódóan a további veszélyeket (instabil szerkezet). A meglévő épületszerkezetek további omlását meg kell akadályozni, valamint a mentést végzők biztonságának érdekében – az utórengrés vagy további omlás miatt – stabilizálni kell az omlásveszélyes épületrészeket, épületelemeket. Ellenőrizni kell az épület fennmaradó felső részeit, hogy vannak-e további szerkezeti veszélyek, sérült épületszerkezetek. A felderítési szakaszban ellenőrizni kell, ha van ilyen, az alagsor, pince szerkezeti stabilitását, esetleges instabilitás mértékét. Lényeges, hogy az épület stabilitását folyamatosan figyelni kell, a bekövetkező utórengréskor a felderítésen lévő állományt a romról le kell hozni vagy haladéktalanul ki kell menekíteni. A másodlagos összeomlás lehetőségét is alaposan fel kell mérni. A felderítésbe statikus mérnököt kell bevinni, valamint az utórengrés jelzésére akusztikus riasztóberendezést kell felállítani, indokolt biztonsági tiszt beosztás megalakítása is.

A felderítő tiszti beosztást az USAR-csapatvezetésnél létrehozni, aki felel a kárterületi biztonságos munkavégzésért, az egyéni és kollektív védőeszközök használatáért, a romosodott épületnél fellépő másodlagos veszélyek monitoringjáért (gázzsivárgás, áramütés, robbanás- vagy omlásveszély, egyéb környezeti ártalom), javaslatot tesz a csapatvezető számára a biztonsági rendszabályok betartására

és a szükséges védőeszközök használatára, valamint célzottan elkészíti és az aktuális kárterülethez összeállítja a biztonsági eljárási rendet.

A felderítés során meg kell határozni a romok alatt rekedt áldozatok számát, valószínűsíthető helyét (4. ábra), a kimentésüket célzó mentés erő- és eszközigényét. Ezen a ponton meg kell határozni az egyes áldozatok kimentésének sorrendjét (priorizálás) és a romeltakarítást szolgáló műszaki mentés nehézségét (kárterület osztályozása).¹⁵ A romok alatt rekedt áldozat túlélését befolyásolja a személy sérülése, az életkora, a fizikai és lelki állapota, a hőmérséklet, az áldozatot érő szerkezeti elemek vagy a romosodott épület struktúrájából és építéséből adódó üregképződés mértéke is.

A kárterületi felderítést könnyíti meg az algoritmus, amely az épületromosodás mértékét és a valószínűsíthető élő vagy elhunyt áldozatok számát, elhelyezkedését veszi figyelembe, egyszerűsíti a felderítést és egyértelművé teszi mindenki számára a kapott felderítési adatokat, azok értelmezését (5. ábra).

A felderítési adatok birtokában a mentést haladéktalanul meg kell kezdeni. A felderítést végzőknek a felszínen megtalált áldozatokat sérülésüknek megfelelően el kell látni, elszállításukról gondoskodni kell. Műszaki mentésre szoruló áldozatok helyzetét meg kell jelölni harsány színű spray-vel vagy navigációs eszközzel. A műveleti bázison (*Base of Operation, BoO*) át kell adni az információt, és az ott lévő állománynak a mentésre fel kell készülnie.



4. ábra

A korszerű műveletirányítás, ahol a felderítés és a mentés, a bevethető erő-eszközök adatait dolgozzák fel

Forrás: a szerző szerkesztése *Insarag ICMS Brief*. ENSZ OCHA, 2019. alapján

¹⁵ *INSARAG Guidelines* (2020) i. m. 32.

A beavatkozók biztonsága érdekében elengedhetetlen az összes közműszolgáltatás mielőbbi leállítása. A felderítési adatokat a BoO-ban lévő, a kárterületi tevékenység koordinálásáért és az erőforrások összehangolásáért felelős műveleti tiszt felé rádió- vagy infokommunikációs eszközök útján jelenteni kell.

A műveleti tiszt a műveletek irányításáért felelős nagy szakmai tapasztalattal rendelkező személy, aki munkájával együttműködik a koordinációs és a biztonsági tiszttel, a statikus mérnökkel és valamennyi alegységvezetővel, tevékenységét a csapatvezető közvetlen alárendeltségében végzi. Feladata elsősorban a kárterületi felderítési adatok alapján a kárterületi feladatok végrehajtási sorrendjének meghatározása, a keresési és a mentési műveletek során a technikai és a személyi erőforrások hatékony megosztásának, illetve összevonásának meghatározása.

Ma már olyan 21. századi módszereket alkalmaznak a felderítési és mentési adatok jelentéséhez és gyors feldolgozásához, amely internet- és okoseszköz-alapú, ezáltal valós időben lehet a kapott adatokat feldolgozni. Az okoseszközön lévő elektronikus formanyomtatványon rögzített adatokat egy szoftver segítségével dolgozzák fel, amely statisztikákat és műveleti térképet készít.

A kárterületi felderítési adatokat a műveleti naplóban és az okoseszközön küldött elektronikus formanyomtatványon (E-form) haladéktalanul meg kell adni, amelyet a BoO-ban vagy a mentőcsapatok tevékenységét összehangoló USAR Koordinációs Központban (UCC) fel kell dolgozni.

Ma ismert és az ENSZ által alkalmazásra javasolt virtuális műveletirányítási felület az úgynevezett Survey123 alkalmazás (korábban Kobo Tool Box alkalmazás néven futott),¹⁶ amely valós időben, műveleti térképen rögzíti és statisztikailag összesíti, elemzi a kárterületi adatokat (4. ábra).

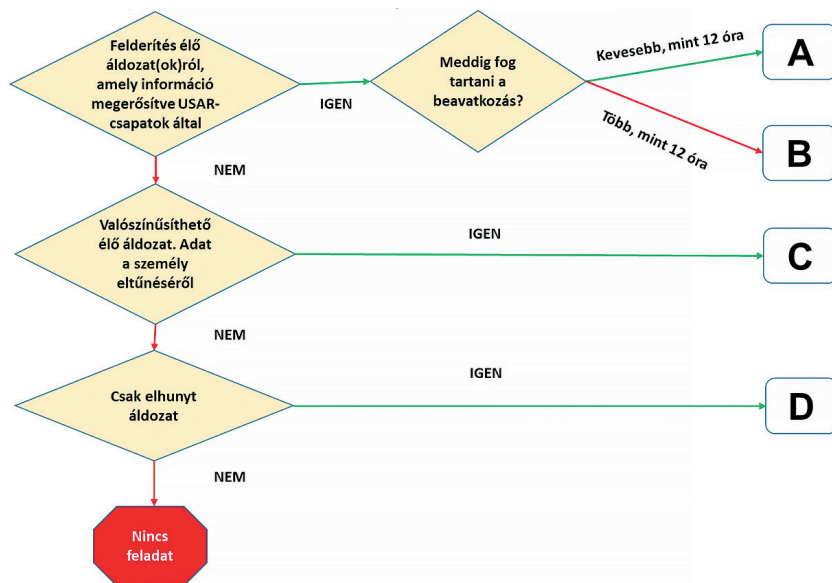
Milyen elsődleges felderítési adatok szükségesek földrengés során az eredményes műveletirányításhoz:

- a romosodott/összeomlott épület, szektorépítmények adatai,
- a feltételezhető vagy vizuális kereséssel behatárolt áldozat (sérült, elhunyt) adatai, a feltalálás helyének navigációs (GPS-) adatai,
- a kutatás folytatásához és a mentéshez szükséges erő és eszközök,
- azonosított másodlagos kockázatok, veszélyek,
- kárhelyszíni fotók, rajzok,
- a romok alatt rekedt áldozatok kimentésének és túlélésének meghatározása, osztályozása: az INSARAG értékelési, kutatási és mentési szint (a régi jelölés: ASR-level,¹⁷ az új jelölés: A-B-C-D) alapján,¹⁸
- az áldozat kiszabadításához szükséges műszaki mentési munkaszint (INSARAG Triage) stb.

¹⁶ Hábermayer Tamás: A Kobo Toolbox Program alkalmazása az ENSZ INSARAG minősített nemzetközi mentő-csoportok kiterjedt kárterület felmérése során. *Hadmérnök*, 12. (2017), 2. 123–137.

¹⁷ ASR-level – Assessment, Search and Rescue level (a módszer 2015–2020. között volt használva).

¹⁸ *INSARAG Guidelines* (2020) i. m. 24.



5. ábra

Új, bevezetendő INSARAG TRIAGE algoritmus az USAR-műveletek átláthatóságához, amely az élő áldozatokkal kapcsolatos mentésekre fókuszál

Forrás: a szerző szerkesztése *INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations*. OCHA, 2020. 36. ENSZ OCHA alapján

A felderítési adatok birtokában a BoO-n javasolt vezetői értekezlet tartása, ahol a műveletirányítás által elemzett információkat értékelik ki, és a kutatásra és mentésre vonatkozó következő lépésre vezetői döntés születik. A meghozott döntést műveleti naplóban is célszerű rögzíteni, a napi jelentésben szerepeltetni kell.

A felderítés során javaslatot kell tenni az alábbi erőkre és eszközökre, amelyek a mentést segítik és annak biztonságát erősítik:

- építőmérnökök, építészek, gyakorlati tapasztalattal rendelkező statikus mérnök bevonása,
- önkormányzat építési hatóságának bevonása,
- közüzemi szolgáltatók szakértőinek bevonása (víz-, elektromos és gázművek)
- nehéz építőipari berendezések bevonása (daruzás, speciális nehéz bontógépek, törmelékiszállítás, fenyő fűrészáru szállítása) érdekében vállalkozó, gazdasági társaság bevonása,
- helyi önkéntes vagy hivatásos tűzoltó erők bevonása:¹⁹ kézi erők, bontás miatti porképződés vízszugárral való lecsapatása, daruzás, a romon a sérült hordággal való szállítása,
- keresőkutyás önkéntesek bevonása,²⁰

¹⁹ Muhoray Árpád – Hábermayer Tamás – Czinczár Krisztián: Önkéntesség és kötelesség a katasztrófavédelmi beavatkozások során. *Hadtudomány*, 29. (2019), 4. 65–79.

²⁰ Muhoray Árpád: A polgári védelem fejlesztési szakaszai. *Védelem Tudomány*, 3. (2018), 1. 97–112.

- elhúzódó igénybevétel miatt logisztikai támogatás előre tervezése: étkeztetés, váltás és tartalékállomány pihentetése, világítás,
- helyi veszélyhelyzet-kezelési hatóság (*Local Emergency Management Authority*, LEMA) folyamatos tájékoztatásához szükséges adatok,
- önkormányzati vezető (polgármester) értesítése,
- sérült átadására a helyi mentőszolgálat értesítése,
- a terület zárása miatt a helyi rendvédelmi erők helyszínre kérése a LEMA útján,
- a „reagálási idő” miatt a 24–48–72 órára szükséges erő és eszközök (amelyek valójában a mentés 3. vagy 4. szakaszában fognak kelleni) előre meghatározása, szükség esetén az igények eljuttatása a LEMA felé: alá-, ki- és megtámasztáshoz faanyag; kisgépek, járművek üzemeltetéséhez üzemanyag; helyi lakossággal történő kommunikáció miatt tolmács; helyismerettel rendelkező tűzoltó; rendvédelmi erők stb.

Minden egyes választott munkaterületnek az USAR-csapat a következő, épületre vonatkozó felderítési információkat fogja feldolgozni a taktikai terv összeállításakor:²¹

- az épület eredeti tervrajza,
- rom/építmény magassága,
- az épület típusa,
- az épület használata,
- összeomlási sablon (statikai),
- miért dőlt le (betonkoszorú nélküli építmény),
- hogyan dőlt le (teherhordó, térelválasztó falak ledőlése, épület felborulása, vasbeton-vázszerkezet merevítőfalainak sérülése, gyengülése),
- mi állította meg a dőlést,
- tönkremenetel nyomai (például megmaradt tartószerkezet, falszerkezet károsodása),
- oszlopok,
- falak (falazott szerkezeten nyírási repedések nyomai),
- gerendák (vasbetonpillérek nyírási törése, tönkremenetele),
- padozat (vasbeton födém lenyíródása),
- szerkezeti kapcsolatok (vasbeton vázas épület csomópontjainál a vasbeton vasalás hiánya),
- üregek, amelyekben az áldozatok megbújhatnak,
- elhelyezkedésükről információ,
- elhelyezkedésükre való utalás, mint például hang, zörej, keresőkutya jelzése stb.

Az áldozatok kimentésénél tudomásul kell venni, hogy a műszaki mentést és kutatást sokszor az alábbi tényezők is befolyásolják:

- az épület és törmelékei által alkotott üregek,
- a tartószerkezeti, statikai, azaz épületszerkezeti állapotok, amelyek befolyásolják a mentési művelet sorrendjét,

²¹ 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, 2019. 17–23.

- bemenni a legfontosabb üregbe, ahol a feltételezett és lokalizált áldozat fellelhető,
- csökkenteni az elsőbbséget: könnyű sérült, súlyos sérült mint mentési sorrend (triázs).

Összességében a felderítésnek minden olyan releváns adat összegyűjtésére kell koncentrálnia, amely meghatározza a mentés következő lépését. A felderítést végzőknek olyan könnyű kéziszerszámokat (például lapát, mentőkötél, létra, orvosi elsősegélynyújtó-készlet) és keresőeszközöket is magukkal kell vinniük, amelyekkel a vizuálisan megtalált, a rom felszínén lévő bajba jutott személyeket ki lehet menteni, és amelyekkel elszállításukig a sérüléseiket is el tudják látni. A felderítést végzőknek a felderítési adatgyűjtéshez, tájékozódáshoz és a BoO-val történő kapcsolattartás érdekében infokommunikációs, navigációs, műholdas és okoseszközöket (*Smart application tool*), valamint, ha van engedély, akkor optikai fejjel (4K nagy felbontású kamera, hőkamera) rendelkező, távolról irányítható pilóta nélküli (robot)repülőgépet (Multikopterek, drónok, Unmanned Aerial Vehicle, UAV) kell magukkal vinniük.



6. ábra

*A 2010-es haiti földrengés utáni légi felderítés az épületkárok felmérésére: sérült tetők (piros színnel) ép, sértetlen tetők (zöld színnel)*²²

Forrás: a szerző szerkesztése Meizhang He et alii: 3D Shape Descriptor Based on Contour Clusters for Damaged Roof Detection Using Airborne LiDAR Point Clouds. *Remote Sensing*, 8. (2016), 3. 189. alapján

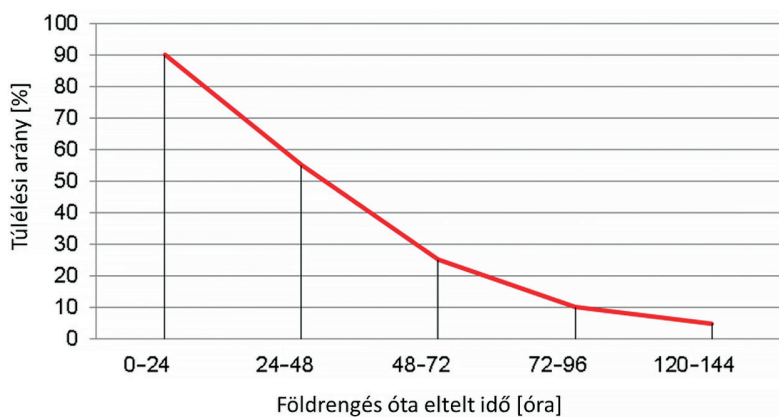
Egyes mérnöki támogatású USAR-csapatok (6. ábra) rendelkeznek úgynevezett lézerrugárral működő mobilskenner-felszereléssel, amellyel a kárterületet, romosodott

²² A felderítés 767 (85,01%) sérült tető közül 652-t és az 1108 (88,90%) sértetlen tető közül 985-öt azonosított. Az általános pontosság 87,31%-os. A 3D-s alakleíró az épület körvonalából nyerik ki, amelyet a levegőből (500–5500 m magasságból) drónra szerelt Leica lineáris üzemmódú LiDAR topográfiai érzékelők segítségével pásztáznak le.

épületet és az esetleges túlélőket rejtő üregeket lehet feltérképezni, az adatokat képkalkotó szoftver segítségével háromdimenzióban (3D) digitalizálni. Ez az iparban már használt módszer, az úgynevezett statikus 3D lézerszkennelés módszere új innováció lehet az INSARAG USAR csapatok tevékenységében. A lézerszkennelés több millió pont koordinátáját határozza meg, a lézersugár gyakorlatilag végigpásztazza a környezetét. Egy lézersugár segítségével megmérjük az adott pont és a műszer távolságát. Mivel a lézersugár helyzetét (vízszintes és magassági szögét) szintén rögzíti a műszer, így kiszámíthatók a megmért pont 3D-koordinátái.²³

3.2. Kutatás, keresés művelete²⁴

A felderítés, azaz földrengéskor a kutatás és mentés első szakaszának befejezése után a romok alatt, az épület összeomlásakor kialakult üregekben rekedt és éppen ezért a földrengést túlélő áldozat felkutatása a következő lépés, amely üregek jellemzően a romok belsejében található. Az összes lehetséges üreget és az ott rekedt áldozatokat maradéktalanul fel kell kutatni, és a romeltakarítással a mentést haladéktalanul el kell kezdeni.



7. ábra

Romok alatt rekedt áldozatok túlélési aránya a földrengés után eltelt időtartam függvényében

Forrás: a szerző szerkesztése www.cs.nccu.edu.tw/~lien/TALK/IHTC/hardcopy.htm (A letöltés dátuma: 2020. 12. 11.) alapján

Az áldozatok az épületomlás első 72 órájában (*Golden Hours*) nagyobb eséllyel élnek túl az omlást, ezt követően a túlélési esélyei rohamosan csökkennek (7. ábra). A földrengés áldozatait utáni kutatás és az azt követő mentés 7–10 napig is eltarthat. Az üregekben rekedt áldozatok körülbelül 25%-át találják meg ebben a második kutatási szakaszban.

²³ Uo.

²⁴ Kutatási művelet – Searching Operation.

A vasbeton szerkezetű épületeknek, ahol nagy eséllyel lehet találni túlélőket, négy fő romosodási típusa létezik:²⁵

- Az úgynevezett amerikaipalacsinta-szerű (8. ábra) épületomlás (Rétegződés, Pancake). Többszintes épületek esetében a vasbeton szerkezetű padlók egy darabban esnek szintenként egymásra és egymásra rakódnak, mint a tányérra rakott palacsinták. Az áldozatok általában padlók között, vagy bútorok, berendezési tárgyak vagy gépek által létrehozott üregekben található meg.



8. ábra

Rétegződött (pancake) épületomlás, többszintes épület födémleszakadásokkal, a lehetséges túlélők előfordulásával

Forrás: a szerző szerkesztése *Collapse types* i. m. alapján

- Az úgynevezett „V”-alakú épületomlás (dupla féltér). A padló (9. ábra) a középpont közelében eltörik és az alsó szintre esik, miközben a külső szélek továbbra is a külső falakhoz kapcsolódnak, így „V”-alakot képezve.



9. ábra

A „V” alakú épületomlás (dupla féltér), ahol a padló a középpont közelében eltörik, a lehetséges túlélők előfordulásával

Forrás: a szerző szerkesztése *Collapse types* i. m. alapján

²⁵ *Collapse types*. Asuhoru.

- Födém (padló) féloldalas leszakadása, lehajlása (fáltér). A vasbeton (10. ábra) födém (padló) egyik oldalánál a rögzítés kilazul, leesik, illetve lehajlik, miközben a másik oldalon a rögzítés megfogja a panelt, az nem esik le, így a födém ferdén lóg, alatta üreg képződik.

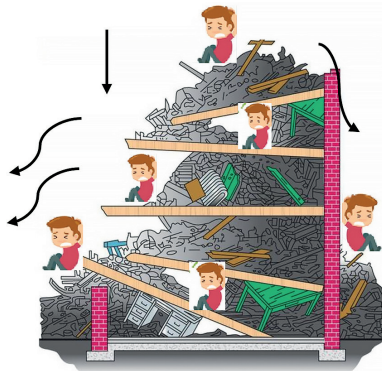


10. ábra

Födém féloldalas (fáltér) leszakadásával képződött üreg, ahol az áldozat túlélheti a romosodást

Forrás: a szerző szerkesztése Collapse types. i. m. alapján

- Födém (padló) egyik oldalán a függőleges falsík leomlik (11. ábra), a födém (padló) csak az egyik falsík mentén támaszkodik, a szabad végén romképződés alakul. Ez (úgynevezett fecskéfészekszerű romképződés) a konzolosan (Cantilever Collapse/Void)²⁶ romosodott épületszerkezet a legveszélyesebb, mert a romok eltakarításával az instabil födém (padló) leszakadhat, tovább zuhanhat, összenyomva az alatta lévő áldozatot, vagy veszélyeztetve a mentést végzőt. Itt a másodlagos omlás miatt a födém (padlót) alá kell támasztani, egy lehetséges elmozdulás ellen pedig rögzíteni kell. Ezért a földrengés során jelentkező utóregés hatásait csökkentő biztonsági előírásoknak komoly jelentőségük van.



11. ábra

A fecskéfészekszerű romképződés, konzolosan romosodott épületszerkezettel, a lehetséges túlélőkkel

Forrás: a szerző szerkesztése Collapse types. i. m. alapján

²⁶ Romosodás, omlás – Collapse. Üreg, tér, üregképződés, omlás – Void.

Ebben a szakaszban meg kell határozni a mentés műveletét. Ha az USAR-csapatok úgy ítélik meg, hogy az időtényező kritikus lesz, akkor számíthatnak arra, hogy bizonyos kockázatnak ki lesznek téve. Azonban az emberélet (beavatkozók, mentendő személy) veszélyeztetése nem megengedett, akkor sem, ha a bajba jutott személy kiemelése sürgetővé válik. A mentés személyi kockázatának megítélése a csapatvezető felelőssége, ő a mentés egyszemélyi felelőse, a kritikus döntéseket neki kell meghoznia: „A műszaki mentés vezetője a mentésvezető, aki felelős a feladatok gyors és szakszerű végrehajtásáért, a hozzá beosztott személyi állomány és technikai eszközök balesetmentes működéséért.”²⁷

„A speciális vagy külön meghatározott felkészültséget, hely- és szakismeretet igénylő esetekben a felderítést felelős szakember vagy arra alkalmas személy bevonásával kell elvégezni”,²⁸ azaz az épületek állapotának szakszerű felméréséhez, a keresést végző személyi állomány védelme érdekében az instabil épületszerkezetek műszaki biztosításának megítéléséhez statikus mérnököt kell bevonni, annak szakvéleményét figyelembe kell venni. A statikus mérnök által tett javaslatokat a műveletirányításnak a műveleti naplóban rögzítenie kell, a kárhelyszínen lévő biztonsági tiszt feladata azok betartatása.

A biztonsági tisztnek a romosodott épület még épen álló részét vagy a beavatkozó állományt veszélyeztető nagyobb épületszerkezetek elmozdulását akusztikus hangjelzéssel ellátott mozgásérzékelő műszerrel vagy mechanikus (jelölő ék) jelzőkkel az esetleges elmozdulás, dőlés miatt folyamatosan felügyelnie kell.

A mentési műveletet nagyban befolyásolja az érintett épület építési módja is, a mentéshez szükséges eszközök, felszerelések kiválasztása, valamint a mentésre rendelkezésre álló idő. A személyi és technikai erőforrások birtokában kell megtervezni a személyi tartalékot, a beavatkozó állomány cseréjét és pihentetését vagy a bevont eszközök karbantartását, kiegészítését, meghibásodás esetén annak pótlását.

4. Áldozat(ok) helyének felkutatása, helyzetének meghatározása²⁹

Az ENSZ INSARAG irányelv alapján külföldi és a magyarországi ENSZ INSARAG minősítésű USAR-csapatoknál (HUNOR és HUSZÁR mentőszervezetek) alkalmazott földrengéskor való kutató és mentési műveletek egyik legnagyobb kihívást jelentő eleme a romok alatt rekedt áldozat(ok) megtalálása. A személyek utáni kutatásnak négy fő módszere ismert.

Az első a fizikai keresés (*Physical search*), azaz a rom felszínének átkutatása, amely a legveszélyesebb az USAR-csapatok tagjai számára, mivel ez magában foglalja azt, hogy a keresést végző tűzoltó, illetve USAR-csapattag az instabil romon és épületszerkezeten fog közlekedni. A kockázatok csökkentése és a potenciális veszélyek elkerülése érdekében az egyik módszer, amelyet használnak, az, hogy körbeveszik a romot és teljes csend mellett megpróbálják felvenni a kapcsolatot egy esetleges élő áldozattal, és a hang alapján meghatározzák annak helyét. A hang alapján azonosított hely köré gyűlve, most már egy kisebb körben ismételt kapcsolatvétel alapján szűkítik és azonosítják az áldozat helyét. Miután megtörtént a kommunikáció az áldozattal,

²⁷ 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet 2. § (5) bek.

²⁸ Uo. 41. § (7) bek.

²⁹ Áldozat(ok) – Victim(s).

az egyik USAR-tagot kijelölik az áldozat folyamatos kapcsolattartójának, aki lelki támaszt ad az áldozatnak, azaz szóval tartja és kommunikál vele a mentés végéig.

A mentési műveletek hatékony végrehajtása érdekében az USAR-csapatoknak érdemes bevonni a helyi hivatásos és önkéntes erők (tűzoltók, rendőrség, polgárőrség, segélyszervezetek) tagjait, akik a kárterület zárásában, a mentés támogatásában, további erők, szakértők biztosításában vehetnek részt (daru biztosítása, sérültek elszállítása, mentésítés).

Az elektronikus keresést (*Electronic search*) általában akusztikus eszközzel (kör karakterisztikájú mikrofon) és fejhallgatóval ellátott keresőkészülékkel alkalmazzák (12. ábra). A kutatást végző személy a 2-3 m hosszú adatátviteli kábellel ellátott mikrofont leereszti a rom repedései vagy épületszerkezetek mellett keletkezett hézagon keresztül. Az eszközöket egy nagyon érzékeny mikrofonnal tervezték, amely alkalmas az eltemetett áldozatok által keltett zörejt, egyéb életjelet (nyöszörgést) vagy segélykiáltás hangját felvenni, fejhallgatón keresztül a keresést végző felé azt felerősíteni. Ennek a berendezésnek két vezetéke van, amelyeket különböző irányokba lehet nyújtani és egy mérőkészülékkel együtt meg tudja határozni az összeomlott épület törmeléke alá eltemetett áldozat helyét. Ez egy lassabb típusú keresés, de közel sem olyan kockázatos a keresést végző tűzoltó számára.



12. ábra

Akusztikus és szeizmikus szenzoros kereső, hang és rezgés érzékeléséhez, a romok alatt rekedt áldozat helyének azonosításához

Forrás: *Delsar Mini 2 Sensor Seismic, Acoustic Listening System.*

Az elektronikus keresés egy újabb fejlesztésű módszere a 2–4–6 fejjel ellátott akusztikus³⁰ és szenzoros³¹ (*life detector*)³² keresőeszköz, amely mikrofon helyett rezgést, zörejt akusztikus jel formájában tud a kereső személy felé közvetíteni. A jel erősségének megfelelően, szenzoronként egy-egy LED-sor világít és egyidejűleg hangjelzést ad a fejhallgató felé a keresőnek. A jelerősségnek megfelelően szenzoronként 1–10 db LED villan fel. A keresés módszere úgy történik, hogy például a fizikai keresés során lokalizált áldozat környékén az egyes szenzorokat a rom felszínén 3–6 m-es körben, egyenlő eloszlásban kihelyezik.

³⁰ Az akusztikus műszer érzékenysége 1 Hz és 3000 Hz közötti frekvencia.

³¹ A szenzoros műszer érzékenysége 200 Hz és 3000 Hz közötti frekvencia.

³² A *life detector* olyan nagy méretű érzékeny mikrofon, amely továbbítja az elrabolt áldozatok zaját. A szeizmikus és akusztikus érzékelők az élő áldozat által generált rezgéseket hallható és vizuális jelekké alakítják.

A feladathoz két fő kereső kell (végrehajtó és kontrollszemély). Az akusztikus rezgés hatékony vétele érdekében az egyes szenzort keményebb felületre, betonra vagy fém felületre helyezik ki. Ekkor a keresést irányító kézjelére a biztonsági tiszt hangos kürtje teljes csendet (egy 3 másodpercig tartó hosszú kürtszó) rendel el. A keresést végző kalapáccsal a rom felszínén 3 kopogtatással jelzést ad, majd várják az áldozat visszajelzését. A kereső figyel, hogy a tetszőlegesen, de körkörösén kitett szenzorok közül honnan érkezik erős vagy erősebb akusztikus jel. A kereső segítőtje azt a szenzort teszi a romon arrébb, ahonnan gyengébb jel érkezett, közelítve az erősebb jelet adó szenzor felé. Az akusztikus szenzorok ilyen módon történő pásztázását addig végzik, amíg egy 2D- vagy 3D-területen lokalizálni tudják az áldozat helyét. Az eszköz kezelése nagy gyakorlatot kíván meg.

A kutyás keresés (*search dog*, röv. K9) olyan kiképzett keresőkutyákat és kutyavezetőket foglal magában, akiket kifejezetten a romkutatásra képeztek ki. A legtöbb USAR-csapatban szolgálatot teljesítő keresőkutya és kutyavezetője az 1993-ban alapított Nemzetközi Mentőkutya Szervezet (*International Search and Rescue Dog Organisation, IRO*) kiképzési és vizsgakövetelményének felel meg. Az „A” és a „B” szintű tesztekkel kutyák segítségével elrejtőző személyeket kell találni. A küldetékésztesztet (MRT) teljesítő mentőkutya-kezelőket felveszik a nemzetközi bevetetőségű mentőkutyacsoportok listájára. Egy kutya számára kiképzett keresőkutyává válni két-három évig tart. Két- és tízéves kor között jogsult a mentőkutya a bevetésre.



13. ábra

Teleszkópos keresőkamera romok alatt rekedt áldozatok kutatásához

Forrás: Search Cam 3000 Search and Rescue Camera Kit. Savox.³³

A kamerás keresés (*search camera*) a legkifinomultabb és legpontosabb keresési módszer (13. ábra). Romok közötti kutatásra fejlesztették ki a teleszkópos kamerát (*life detector camera*), amely lényegében egy 3,5 m-es kihúzható, karbonszál erősítésű rúdra szerelt, 260°-os látószögű állítható kamera. A kamera fején a jó láthatóság miatt LED-ekkel világítják meg a kutatandó belső sötét teret. A kamera fején mikrofon és hangszóró található, hogy az áldozatokkal a keresést végző kommunikálni tudjon. A kezelő felé videóképek érkeznek, a kezelőszerven lévő úgynevezett joystick segítségével tudja a kamerafejet irányítani. Némelyik eszköz hőkamerafejvel cserélhető és alkalmazható.

³³ A teleszkópos keresőkamera adatai: LED világítás, élő kép, mozgatható kamera, 234 cm és 566 cm közötti hosszúságban állítható teleszkóp.

A kamerás keresés másik kifejlesztett változata a száloptikás keresőkamera. A 25–95 m hosszúságú vagy ennek összekapcsolásával a 185 m hatósugarú, kopásálló üvegszál adatátviteli kábel képes kép- és hangátvitelre. A nagy érzékenységű kamera rugalmas, csuklós fejfel rendelkezik, amely elnyeli az ütések, lehetővé téve a 170°-os mozgást és a 260°-os látómezőt.

A keresést végző személy a vasbeton épületszerkezetbe fúrt³⁴ lyukon vagy a romok között található réseken a kamera teleszkópját bedugja, majd a teleszkóp mozgásával az azon érkező élőkép alapján megkeresi az eltűnt személyt. A módszerrel a több méter mélyen lévő áldozat eredményesen kutatható fel, állapota felmérhető, majd a romok eltakarítása után az áldozat kiemelése eredményesen végrehajtható. A keresőkamerával végzett művelettel általában a keresőkutyás keresést, illetve a kutya jelzését követően a rom alá szorult áldozat pontos helyét tudjuk meghatározni.

Általános gyakorlat, hogy mind a négy keresési (kutatási, értsd: kutatás-mentés) módszer együtt, felváltva vagy külön-külön is eredményesen alkalmazható. A romok alatt rekedt áldozatok helyét lehetőség szerint két külön keresési módszerrel meg kell erősíteni. A keresés során gyakori, hogy kutatóárkot kell ásni vagy a romok között alagutat kell kialakítani. Kialakításuknál figyelni kell az omlásra, ezért szükséges azok megfelelő ki- vagy megtámasztása. Több nemzetközi mentésnél sikeresen alkalmazták az áldozat kétoldalú megközelítését: az egyik egység fentről lefelé, a másik oldalról befelé halad az üreghez. Ezzel időt takarítottak meg, ha esetleg valamelyik irányban a haladás előre nem látott akadályokba ütközne. Ez a kombinált művelet lényegében áttérés a kutatási fázisból a mentési fázisba.

5. Az alá-, ki- és megtámasztás művelete³⁵

„Az első fázisban a mentőcsapat szakaszosan és aprólékosan kutatja a katasztrófa által sújtott, romos területet. [...] Ahogy egyre beljebb jut a romosodott épület belsejébe a mentőegység, úgy lehet szükség a második fázisra, egy bonyolultabb alátámasztási rendszer alkalmazására.”³⁶ A különböző alátámasztási megoldásokat a 14–23. ábrák tartalmazzák.

„Meglévő falak kiváltása esetén a kiváltó szerkezet elkészültéig a kiváltott falrész feletti szerkezetből átadódó terheket ideiglenes szerkezettel (például dúcolással) kell az építmény teherbíró részeire vagy a talajra átadni”³⁷ [...] Gerendás földszerkezetek esetén a talp- és fejgerenda közé elhelyezett függőleges dúcok mindenütt a földemgerendák alá kerüljenek. Az egymás fölötti szinteken alkalmazott dúcok egymás alatt legyenek. A dúcokat keményfa ékekkel kell felszorítani a fejgerendához.”³⁸ „Meglévő építmény a munka megkezdése előtt meg kell győződni arról, hogy az építmény

³⁴ Gyémánt koronafúróval (52 mm átmérővel), ügyelve arra, hogy a betonban lévő betonacél-vasalás el legyen kerülve (betonszkenner).

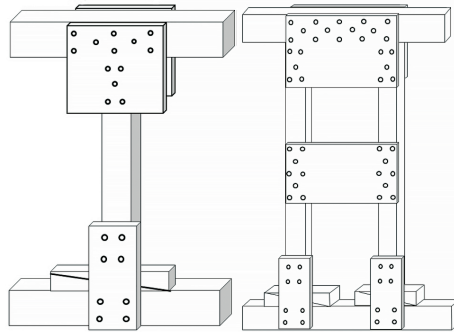
³⁵ Megtámasztás – *Shoring*. Az építőiparban a dolgozók védelme és az épület állékonyságának védelme érdekében a megtámasztás a bontás során az aládúcolás, kitémasztás folyamata, egyik célja a munkagödör dúcolása.

³⁶ Pántya Péter – Szalóki Péter: Megtámasztási megoldások a katasztrófavédelem speciális beavatkozásai során. *Hadtudomány*, 29. (2019), 1-2. 121–135.

³⁷ 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről, 13.4.

³⁸ Uo. 13.27.

állékonysága megfelelő, a munka elvégzéséhez szükséges teher viselésére alkalmas. Ha ez nem biztosított, a munkát megkezdeni csak akkor szabad, ha a szükséges megerősítéseket és/vagy alátámasztásokat méretezés alapján elvégezték.³⁹



14. ábra

Függőleges „T” és dupla „T” megtámasztás fa gerendákkal és ékeléssel (méretarány különböző)

Forrás: Michael Barker et alii: *Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques*. DHS, 2011.



15. ábra

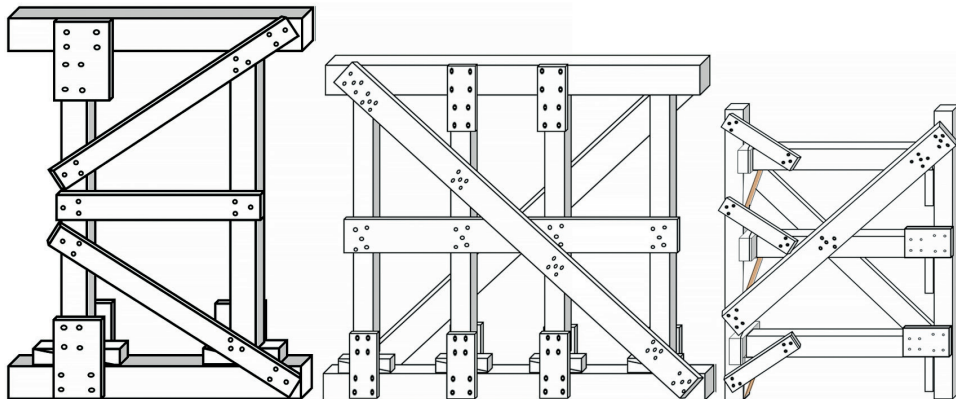
Alátámasztás a gyakorlatban a hajdúszoboszlói katasztrófavédelmi romvárosban, HUNOR Mentőszervezet felkészítése. Minta a „T” (a fotón fent) és kétállású függőleges (a fotón lent) megtámasztásra

Forrás: a szerző felvétele

³⁹ 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről, 5.10.

Minden romeltakarítás, illetve kutatóalagút vagy -árok esetén omlás ellen dúcolást kell használni (14., 15. és 16. ábrák), úgy, hogy az ne zavarja a beavatkozót, és majd a mentendő személy azon keresztül, merev hordággal kiemelhető legyen. A beavatkozók biztonsága érdekében dúcolás kötelező:

- laza, nedves homoktalaj esetén legalább 0,80 m mély árok kiásásakor,
- lapáttal ásható talaj esetén legalább 1,20 m mély árok kiásásakor,
- törmelékes, csákánnyal megbontható romok esetében, legalább 2,00 m mély alapárok kibontásakor, ahol por elleni egyéni védelemről gondoskodni kell,



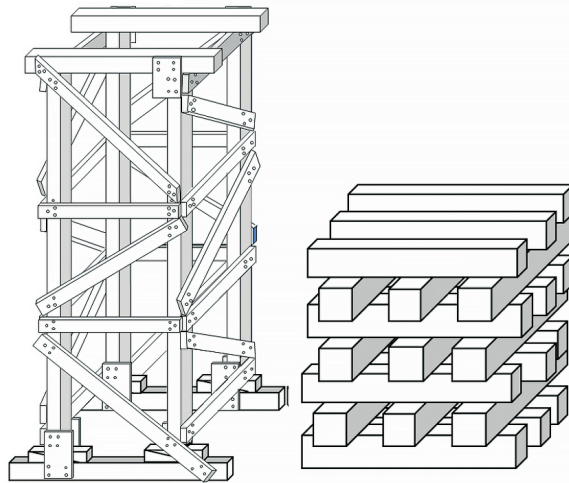
16. ábra

Példák a két- és többállású függőleges alátámasztás (balról az első kettő) és vízszintes kitámasztás (jobb szélső) kialakítására

Forrás: Michael Barker et alii (2011) i. m.

- alagút esetén a dúcolásnak körkörösnek (lásd a 16. ábrát, amely függőleges megtámasztási módszer vízszintes megtámasztásra is alkalmazható) kell lennie legalább 1,20 x 1,20 m kutatóüreg kiépítésével, amely mérethárta a dúcolás faanyaga nem tartozik bele. Lehetőleg már 2,50 m hossz kiásása után a friss levegő utánpótlásáról és por elleni egyéni védelemről gondoskodni kell. Az állomány terhelése 20-30 perces munkavégzés után csak pihentetéssel és rövid váltásokkal oldható meg. A dehidratáció⁴⁰ ellen az állományt óvni kell.

⁴⁰ Dehidratáció: nehéz fizikai munka során erőteljes a folyadékvesztés. Enyhébb dehidratációnál a bőr száraz és meleg, a beavatkozó szédül, a karjában, a lábában görcs lép fel.



17. ábra

Függőleges rácsos (lécvázzal merevített) alátámasztás (jobb oldalon) és máglya (bal oldalon) kialakítása

Forrás: Michael Barker et alii (2011) i. m.



18. ábra

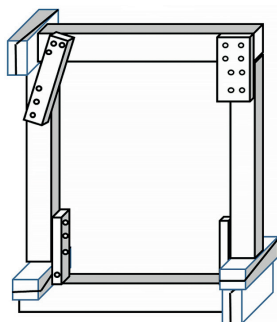
Függőleges alátámasztás a gyakorlatban a HUNOR Mentőszervezet felkészítésén

Forrás: a szerző felvétele

A nemzeti USAR-csapat köteles bemutatni azon képességét, hogy ismeri és tudja az épületszerkezet-stabilizáló műveleteket, alkalmazni tudja a ki-, alá- és megtámasztás (17., 18. és 19. ábrák) műveletét az alábbiak szerint:⁴¹

- függőleges (17. és 18. ábra) stabilizálás (födém/padló alátámasztása, pince-szinttől a felső emeletekig alátámasztási rendszer megépítésével),
- ablak/ajtó (19. ábra) stabilizálása (nyílászárók elmozdulás/beomlás elleni merevítése),
- átlós (20., 21. és 22. ábra) stabilizálás (függőleges falsíkok kidőlés, leomlás elleni ferde megtámasztása, lépcsősor ferde megtámasztása),
- vízszintes stabilizálás (alagutak/kutatóárok dúcolása, támfalak kitámasztása).

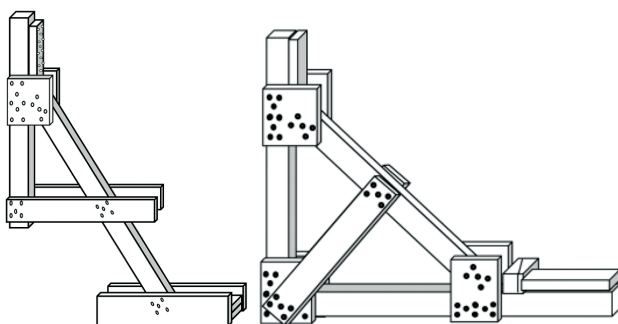
Az USAR-csapatok a kutató- és mentőfelszerelésekkel együtt az alá-, ki- és megtámasztás eszközeit mint alap-málhafelszerelést viszik magukkal, ezért a légi szállíthatóság érdekében ezen felszerelést mint a megtámasztáshoz szükséges gépi famegmunkálás eszközeit dobozba kell készletben tartaniuk, és az eszközzel rendszeresen gyakorolni szükséges (23. ábra).



19. ábra

Függőleges fa gerenda megtámasztás ékeléssel nyílászárókhöz

Forrás: Michael Barker et alii (2011) i. m.



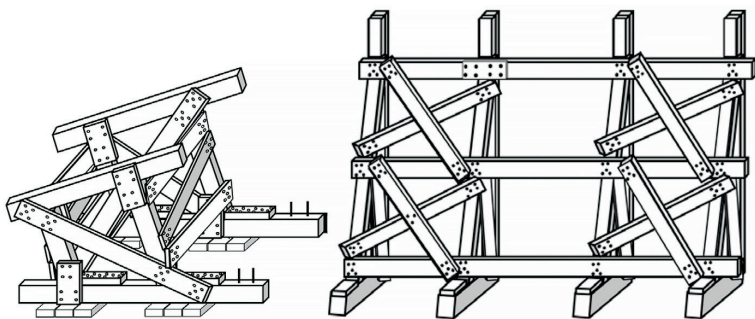
20. ábra

Függőleges magasított (lebegő) és tömör talapatú ferde megtámasztás fa gerendákkal

Forrás: Michael Barker et alii (2011) i. m.

⁴¹ INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual A: Capacity Building.

A beton vagy törmelék tömege 1600 kg/m^3 lehet, ehhez kell a megtámasztás terhelését kiszámítani és megépíteni. „Egy 2.500 mm hosszú, 100 x 100 mm keresztmetszetű oszlop, mely” legalább olyan fenyő fűrészáru, amely „C16-os⁴² minősítéssel rendelkezik, biztosan elbír viselni 2500 kg terhelést. 4.000–6.000 kg terhelés között szerkezeti deformitás következik be, recsegés-ropogási hang kíséretében”.⁴³



21. ábra

Ferde (rézsűs) megtámasztás fa gerendákkal ferde födémhez vagy lépcsőkhöz (bal oldalon) és ferde megtámasztás (támaszrendszer) függőleges falsíkhöz (jobb oldalon)

Forrás: Michael Barker et alii (2011) i. m.



22. ábra

Ferde megtámasztás a gyakorlatban a HUNOR Mentőszervezet felkészítésén

Forrás: HUNOR, Ökrös Árpád tű. alezredes

⁴² C16-os jelű fa gerenda: MSZ EN 14081-1:2016 (Faszerkezetek. Szilárdság szerint osztályozott, téglalap keresztmetszetű szerkezeti fa). C16 fenyő szilárdsági és merevségi jellemzői: szilárdsági értékek (N/mm^2): Hajlítás, $f_{m,k} = 16$; Húzás, $f_{t,0,k} = 10$ (rosttal párhuzamos), $f_{t,90,k} = 0,30$ (rostra merőleges); Nyomás, $f_{c,0,k} = 17$ (rosttal párhuzamos), $f_{c,90,k} = 2,20$; Nyírás, $f_{v,k} = 1,70$; Rugalmassági modulus (rosttal párhuzamos átlagértéke) $E_{0,mean} = 8,0$.

⁴³ Pántya-Szalóki (2019) i. m. 131-132.

A beavatkozók négy fő típusú tartóanyagot vagy rendszert használnak fel: fa, mechanikus, pneumatikus és hidraulikus. Az épület egészére (rom), romosodott épületnél kialakult üregre vagy a kutatóalagútra kiterjedő, hatoldalú megközelítést kell alkalmazni az alá-, ki- és megtámasztás (aládúcolás) biztonsági tényezőinek meghatározásánál, azaz a terhelést, omlásveszélyt vizsgálni kell felül (1), alul (2), elöl (3), hátul (4) és mindkét oldalon (5 és 6), azonban figyelembe kell venni a földrengés utáni enyhe földmozgás, utóregés tényezőjét is.



23. ábra

Az alá-, ki- és megtámasztás gépi eszköze, lézerrányzékos körfűrészgép; a felszerelés a HUNOR Mentőszervezet alap-málhafelszerelése

Forrás: a szerző felvétele

6. Az első rész összegzése

A sikeres mentéshez minden oldalú logisztikai háttérbiztosítás szükséges. A mentés mellett figyelmet kell fordítani a kommunikáció, az ellátás, az elhelyezés, a mentési felszerelések biztosítására.⁴⁴

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

⁴⁴ Jackovics Péter: *A különleges mentések és az arra felkészítő katasztrófavédelmi gyakorlatok vizsgálata alkalmazott matematikai és pszichológiai megközelítéssel*. Doktori értekezés. Budapest, Óbudai Egyetem, 2019. 116.

Felhasznált irodalom

7. tansegédlet, a műszaki-mentő szakszolgálat közműhelyreállító aleggységei részére. Budapest, Polgári védelem műszaki-mentő szakszolgálat országos parancsnokságának kiadványa. Franklin Nyomda, 1972.
- Barker, Michael – Hollice Stone – David Hammond – John O’Connell: *Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques*. Elérhető: www.dhs.gov/xlibrary/assets/st/st-120108-final-shoring-guidebook.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 03. 21.)
- Bourke, Paul: *Plans and elevations from Laser Scans*. 2019. Elérhető: <http://paulbourke.net/reconstruction/lasermapping> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 20.)
- Endrikat, Fred: *Building Collapse Rescue: Operational Considerations*. Firehouse, 1998. Elérhető: www.firehouse.com/rescue/article/10544569/building-collapse-rescue-operational-considerations (A letöltés dátuma: 2020. 03. 15.)
- Hábermayer Tamás: A Kobo Toolbox Program alkalmazása az ENSZ INSARAG minősített nemzetközi mentőcsoportok kiterjedt kárterület felmérése során. *Hadmérnök*, 12. (2017), 2. 123–137. Elérhető: http://hadmernok.hu/172_10_habermayer.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 03. 22.)
- He, Meizhang – Qing Zhu – Zhiqiang Du – Han Hu – Yulin Ding – Min A. Chen: 3D Shape Descriptor Based on Contour Clusters for Damaged Roof Detection Using Airborne LiDAR Point Clouds. *Remote Sensing*, 8. (2016), 3. 189. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs8030189>
- INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual A: Capacity Building*. OCHA, 2020. Elérhető: portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/2FDJQWQbcAezKhe (A letöltés dátuma: 2020. 08. 20.)
- INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations*. OCHA, 2020. Elérhető: portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/4RjH2MtoJ9vJOIW (A letöltés dátuma: 2020. 03. 20.)
- Inсарag Information Management Working Group*. ICMS Brief. ENSZ OCHA, 2019. Elérhető: www.insarag.org/images/IMWG_2019_-_ICMS_Brief_for_UCC_compressed_1.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 12. 11.)
- 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, 2019. 17–23.
- Muhoray Árpád: A polgári védelem fejlesztési szakaszai. *Védelem Tudomány*, 3. (2018), 1. 97–112.
- Muhoray Árpád – Hábermayer Tamás – Czinczár Krisztián: Önkéntesség és kötelesség a katasztrófavédelmi beavatkozások során. *Hadtudomány*, 29. (2019), 4. 65–79. DOI: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2019.29.4.65>
- Pántya Péter – Szalóki Péter: Megtámasztási megoldások a katasztrófavédelem speciális beavatkozásai során. *Hadtudomány*, 29. (2019), 1–2. 121–135. DOI: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2019.29.1-2.121>

Jogi források

- 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól
4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről

Internetes források

- Collapse types*. Asuhoru. Elérhető: <https://quizlet.com/2584135/collapse-types-flash-cards/>
(A letöltés dátuma: 2020. 03. 20.)
Damage Assessment Operations Manual, A Guide to Assessing Damage and Impact. FEMA, 2016. Elérhető: www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/Damage_Assessment_Manual_April62016.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 03. 20.)
Delsar Mini 2 Sensor Seismic, Acoustic Listening System. Elérhető: www.allsafeindustries.com/Delsar-Mini-2-Sensor-Seismic-Acoustic-Listening-System.aspx (A letöltés dátuma: 2020. 08. 21.)
Search Cam 3000 Search and Rescue Camera Kit. Savox. Elérhető: www.allsafeindustries.com/searchcam-3000-search-camera-kit-color-and-audio.aspx (A letöltés dátuma: 2020. 08. 21.)

Maxim Kátai-Urbán¹

Managing the Environmental Risks of Dangerous Goods Warehouses

Veszélyesáru-raktárak környezeti kockázatainak kezelése

Industrial accidents occurring at logistics facilities used for the storage of dangerous goods can have, as a result of contaminated water generated during fires, major environmental consequences to the surface and ground waters. In the present study, the author presents the causes and effects of major industrial accidents that may occur in logistics warehouses used for the storage of dangerous goods, as well as the interpretation of the series of serious accident events. Then he examines the design of facilities for the collection and storage of contaminated fire water.

Keywords: dangerous goods' logistics, industrial accidents, environmental damages, firewater pollution

A veszélyes anyagok tárolására szolgáló logisztikai létesítményekben bekövetkező ipari balesetek, tüzek oltásánál keletkezett szennyezett oltóvíz a felszíni és felszín alatti vizekbe vagy a talajba kerülve jelentős környezeti károkat okozhatnak. Jelen tanulmányban a szerző bemutatja a veszélyes áruk tárolására szolgáló logisztikai raktárbázisban esetlegesen bekövetkező súlyos ipari balesetek okait, hatásait, illetve a súlyos baleseti eseménysorainak értelmezését. Ezt követően foglalkozik a szennyezett oltóvíz felfogására és tárolására szolgáló létesítmények kialakításának vizsgálatával.

Kulcsszavak: veszélyesáru-logisztika, ipari balesetek, környezeti károk, oltóvíz-szennyezés

¹ University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, PhD student, e-mail: maxim.katai-urban@katved.gov.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5079-4644>

1. Introduction

There have been a number of serious industrial accidents involving dangerous substances around the world, often with fatal consequences, which have spread beyond the site and have had a catastrophic effect on both surface and groundwater. In Hungary, the analysis of the processes of such serious accidents, as well as the scientific examination of the application of prevention and emergency response measures, are still pending. The scientifically appropriate solution of the research problem is the domestic application of the recommendations of the methodological guide *Safety Guidelines and Good Practice for the Management and Retention of Firefighting Water*² developed by the United Nations Economic Commission for Europe.

In this article, my objective is to analyse the environmental risks posed by logistics warehouses for the storage of dangerous goods. In the course of my research, I used publicly available international and domestic literature, legislation related to the topic, and internal regulations containing disaster management procedures. Furthermore, I consulted with renowned experts in the fields of water quality, industrial safety, disaster management and remediation, as well as operators of dangerous establishments, whose opinions I took into account when writing this article.

2. General characterisation of dangerous goods warehouses

The most common locations for dangerous substances and dangerous goods are plants manufacturing, storing, processing dangerous substances and transporting dangerous goods. As a general rule, logistics facilities for the transport of dangerous goods are not subject to the regulation of major accidents involving dangerous goods. Among the plant facilities used for the transport of dangerous goods by road, we have in mind the dangerous goods storage bases in which dangerous goods with special packaging are stored. Railway transport operating facilities are mainly railway marshalling yards. Inland waterway transport facilities include the loading, unloading and storage facilities of dangerous substances plants, as well as ports handling dangerous goods. In the case of air transport preparation facilities, the dangerous goods warehouses located in the airport area can be identified primarily.

In this article I will deal with industrial, agricultural and commercial facilities used for the storage of dangerous substances and dangerous goods; these facilities can be logistical warehouses for the storage of dangerous substances, or warehouses for raw materials, semi-finished products or finished products that process, store or manufacture dangerous substances.

² *Safety Guidelines and Good Practices for the Management and Retention of firefighting water*, UN Economic Commission for Europe. Geneva, 2019.

3. Analysis of major industrial accident scenarios during storage of dangerous substances

Risk assessment is the comprehensive process of the identification, analysis, and assessment of risk. In the course of risk identification the potential risks in the area concerned and their effects have to be defined. The procedure also includes the identification of danger sources as well. In the course of the procedure the statistical data of the area examined, historical data, empirical facts and the results of the available risk analyses carried out earlier shall be considered.

There are basically three types of major accident events in logistics warehouses: the dusting of solids caused by the packaging of dangerous goods, the effects of liquids from the packaging of dangerous goods, and the effects of toxic combustion products and unburned dangerous substances in the event of a fire. The specific course of major accident sequences depends primarily on the properties of the dangerous substances and the composition of the mixtures of these substances. The identification of mixtures of dangerous substances can be a professional and scientific problem in several cases.

3.1. Examination of the quantitative and qualitative properties of dangerous substances stored in warehouses

A common feature of logistics organisations engaged in the storage of dangerous goods is that the quantity and type of dangerous goods in their territory are controlled by the legislation on the prevention of major industrial accidents; this legislation may change at any time. Therefore, the safety documentation (safety analysis and report) prepared for the industrial safety authorisation of dangerous activities should provide a high degree of flexibility in the quantity and quality of dangerous substances and allow for adaptation to continuous change. In addition to the qualitative analysis of dangerous goods stored in dangerous goods logistics warehouses, their quantitative data must also be determined. The amount of dangerous substances stored depends primarily on the manner, shape, and vulnerability of storage and packaging. Storage tanks containing liquid dangerous substances may release dangerous substances into the environment in quantities appropriate to the size of the tanks and the conditions of discharge. In case of damage to the collection package (pallet) consisting of unit packages, the amount of escaping material depends on the design and nature of the package and may exceed the maximum weight of the collection package.³

³ *Guidelines for quantitative risk assessment – CPR 18E*, Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3). Ministry for Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM). The Hague, October 1997.

3.2. Investigation of the consequences and effects of warehouse fires

The major accidents involving dangerous substances usually occur at process equipment, storing equipment, pipelines, loading and unloading installations, or during transportation of dangerous substances within the establishment. Modelling the consequences of a major accident requires input data such as physical and chemical properties of dangerous substances (flammability, toxicity etc.), emission potential (heat radiation, overpressure) releasing properties (quantity, state of aggregation etc.) and weather conditions.⁴ The results of this model calculation is specified in terms of seriousness of the (potential) effect. Potential effect is usually expressed in terms of risk to health in the safety reports, although relative damages to property or environment can also be specified.

The risk analysis of the dangerous establishment must cover the following important elements: a detailed description of the internal and external prerequisites (causes) and probability of occurrence of possible major accident scenarios; evaluation of the seriousness and possible consequences of the identified major accident hazards; description of the technical prerequisites and the applied equipment that are necessary for safe operation of the dangerous establishments; the emergency responses for mitigation of consequences of major accidents.⁵

In the case of fires in warehouses of dangerous goods, the most significant event endangering the environment is the release of toxic substances and combustion products. This can pose a serious environmental risk.

In the event of storage fires, various adverse effects on human health and the environment are to be expected. These dangerous substances, based on their flammable and / or toxic properties, may include: the toxic effect of the release of the toxic dangerous substance; the formation of a fire following the release of flammable substances and the effect of toxic combustion products in a fire which causes a serious accident. The latter can have both air and water pollution effects.

In case of fire, mainly due to the effect of heat radiation, plastic containers may be damaged, as a result of which toxic material may be released into the open air. Furthermore, toxic substances released under high temperature conditions evaporate faster, so their consequences for human health can have a more severe toxic effect than the release of dangerous substances under normal storage conditions.

In the event of an extensive storage fire, arsenic, sulfur, nitrogen, chlorine, fluorine, as well as toxic combustion products from bromine atoms will release such as arsenic oxide, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, hydrochloric acid gas, hydrogen fluoride, or hydrogen bromide. Emissions of toxic combustion products generated by storage fires are expected to cause severe air and water pollution, and pose a direct threat to the facility's environment, including surface and groundwater. Examining this is one of the most important professional tasks for operators.

⁴ *Guidance on the preparation of a safety report to meet the requirements of directive 96/82/EC as amended by directive 2003/105/EC (SEVESO II)*. IPSC, 2005, 39.

⁵ Gergő Erces and Gyula Vass, 'Veszélyes ipari üzemek tűzvédelme ipari üzemek fenntartható tűzbiztonságának fejlesztési lehetőségei a komplex tűzvédelem tekintetében', *Műszaki Katonai Közlöny* 28, no 4 (2018), 2–22.

Dangerous goods generated during fires in dangerous goods and logistics warehouses can escape and pollute the environment of the site in several ways. According to the guidance used in the United Kingdom, these are: 'directly through the site's rainwater and leachate drainage system; by the discharge of the dangerous substance directly into the surface water in the vicinity of the installation or through the leakage of groundwater directly into the ground; through the sewage system or the sewage treatment plant; spreading in air, for example by evaporation.'⁶

3.3. Safety barriers to reduce the effects of extinguishing water

Identification of major accident scenarios creates connection between hazard identification and risk analysis in the form of model accident scenarios. We can use the model major accident scenarios to assess compliance of emergency measures (safety barriers), and to create emergency plans and land-use plans. The scenarios are usually based on supposition of incidents resulting in emission of dangerous substances. The major accident sequence in the safety report usually describes the way (technical nature) how dangerous substances are released; it can be a fracture of a tank, a pipeline, or leakage of a vessel containing dangerous substances. It also specifies the effect of the caused incident such as fire, explosion and release of dangerous substances (emission to the environment). The types of sequences resulting in release of dangerous substances are the following: pool fire; flash fire; tank fire; jet flame; VCE (explosion of evaporating steam gas cloud); propagation of a toxic cloud; BLEVE (expanding vapour explosion of a boiling liquid); pollution of soil, air and water.⁷

Contaminated fire-fighting water has a detrimental effect on the environment in the medium and long term. Remediation of the area requires significant efforts from both the operator and the authorities, especially if it has already infiltrated surface waters or soil layers. International documents clearly set out the remediation tasks to be performed by operators and its technical requirements, including the collection, storage, treatment and disposal of contaminated extinguishing water. It follows from the above that the best method of avoiding fire water pollution is the various protection structures, technical devices (technical locks), as well as the legal regulations and requirements ordering their mandatory application. In the next chapter, I will present the most typical international and domestic solutions related to their design and practical application.

⁶ *Managing fire water and major spillages: PPG18*, Environmental Alliance.

⁷ Béla Szakál and Zsolt Cimer, 'Major Disaster Recovery Plans', *Science For Population Protection* 6, no 1 (2014).

4. Investigation of the design of facilities for the collection and storage of contaminated extinguishing water

4.1. Requirements for the design of facilities and equipment for the prevention of extinguishing water pollution

The prevention of the harmful effects of potential environmental hazards can be interpreted in the framework of a complex system of tasks of technical protection, the aim of which is to reduce the probability and impact of an event.

Enforcement of the technical requirements for the capture of contaminated fire water is only one element of the regulation of the construction and use of modern dangerous substances and goods warehouses. The requirements for the storage of modern dangerous goods is based on the so-called 'VCI⁸ Guide to Chemicals Storage'⁹. The application of the VCI standards is recommended, inter alia, by the UNECE Guidelines as well, which set out basic design rules for the construction and use of storage facilities, for the storage of dangerous goods in the event of fire water pollution. In addition to the definition of storage classes, the VCI guide contains risk analysis procedures for the storage of dangerous goods, requirements for the introduction of general safety, health and fire protection measures, co-storage rules, information on dangerous substances (oxidising substances, pressurised gases, aerosols and gas cartridges, flammable liquids), specific safety measures, and so on. In addition, it lays down rules for the capture of contaminated extinguishing water, as well as ventilation and explosion protection requirements for flammable materials.¹⁰

The use of safety management systems is also essential for the operation of dangerous goods depots. In the chemical and dangerous goods logistics sectors, the Safety and Quality Assessment System (SQAS), established by the European Chemical Industry Association in the early 1990s, became widespread. The system, based on the association's recommendation, is excellent for the 'compliance' rating of logistics safety management systems for dangerous goods storage facilities. The SQAS evaluation system uses a standardised review procedure of about 600 questions, on the basis of which a detailed description of the given logistics base can be prepared. In the system, audit review questions are divided into several groups, which are: plant management system, chemical safety, occupational safety, environmental protection, safety engineering, design and operation inspection, physical safety, on-site inspection. In the remainder part of the study, I will examine the technical issues related to the perception of contaminated extinguishing water for the storage of dangerous substances and goods.

⁸ VCI is an abbreviation of the German Chemical Industry Association called 'Verband der Chemischen Industrie'.

⁹ *Leitfaden für die Zusammenlagerung von Chemikalien*. Verband der Chemischen Industrie e.V., Berlin, 2007.

¹⁰ György Sárosi, *Veszélyes áru raktárlogisztika – korszerű követelmények* (Budapest: Complex Kiadó, 2006).

4.2. Design of facilities for the collection and storage of contaminated fire water

Dangerous material storage systems can be divided into two groups: primary (operational) and secondary (emergency) storage. Primary storage includes emergency storage systems that are applicable as a mobile device for non-emergency situations. These can be stormwater storages, solid surface car parks, ditches, pools, mobile tanks and tank cars. In addition to the above, soaking materials, suitable absorbents, sealing means and material for damaged containers and piping, as well as mobile closing devices for channels and shafts may be used. The guide also sets out rules for the design of secondary storage capacities where contaminated extinguishing water or spilled dangerous material can be collected. It can be local or remote. The local storage is called a lifeguard, which, if required by the consequence analysis, should also be scaled to accommodate the extinguishing water generated during a fire. Remote storage can be storage pools or underground and above-ground storage tanks. These facilities must be fitted with a shut-off valve or lock and, in the case of hydrocarbon storage, with an oil separator.

5. Conclusions

Eliminating the consequences of emergencies now poses an increasing challenge to the protection system as a whole, including professional and civil rescue organisations, different levels of defence administration, businesses and citizens alike.

The risks of storage of dangerous substances in Hungary (as well as abroad) occur in plants engaged in such activities, in facilities storing raw materials, semi-finished and finished products below the threshold. These can be storage facilities for the production, processing or mainly commercial purposes of dangerous goods, or logistics warehouses for dangerous goods. Events that occur during the manufacture and storage of dangerous substances begin with the release of substances that are harmful to the environment and health; this can result in fire or explosion. Fires in dangerous activities pose a threat to environmental elements in the form of toxic clouds of combustion and contaminated fire-fighting water containing harmful substances (combustion products). Extinguishing water pollution has environmental effects in the medium and long term, the elimination of which poses a significant task for both the operator and the authorities. Examining the series of serious accidents in logistics warehouses, it can be concluded that the series of events can be: toxic effects caused by the release of dangerous toxic substances, the formation of a fire following the release of flammable substances, and air and water pollution by toxic combustion products.

References

- Érces, Gergő – Vass, Gyula: 'Veszélyes ipari üzemek tűzvédelme ipari üzemek fenntartható tűzbiztonságának fejlesztési lehetőségei a komplex tűzvédelem tekintetében'. *Műszaki Katonai Közlöny* 28, no 4 (2018), 2–22.
- Guidance on the preparation of a safety report to meet the requirements of directive 96/82/EC as amended by directive 2003/105/EC (SEVESO II)*. IPSC, 2005. Available: <https://minerva.jrc.ec.europa.eu/EN/content/minerva/25a8e1f4-ca93-41d4-b453-6f14c7b75648/srguideseviipdf>. (29. 10. 2020.)
- Guidelines for quantitative risk assessment – CPR 18E*. Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3). Ministry for Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM). The Hague, October 1997. Available: <https://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf> (27. 07. 2020.)
- Leitfaden für die Zusammenlagerung von Chemikalien*. Verband der Chemischen Industrie e.V., Berlin, 2007. Available: www.vci.de/vci/downloads-vci/121802-zusammenlagerungchemikalien-2007-05-22-03-11-eingestellt.pdf. (27. 07. 2020.)
- Managing fire water and major spillages: PPG18*. Environmental Alliance. Available: <https://web.anglia.ac.uk/estates/downloads/environment/ISO14001/03-Guidance/PPG18%20Managing%20Fire,%20Water%20&%20Major%20Spillages.pdf> (27. 07. 2020.)
- Safety Guidelines and Good Practices for the Management and Retention of firefighting water*. UN Economic Commission for Europe. Geneva, 2019. Available: www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2019/TEIA/Publication/1914406E_web_high_res.pdf (27. 07. 2020.)
- Sárosi, György: *Veszélyes áru raktárlogisztika – korszerű követelmények*. Budapest, Complex Kiadó, 2006.
- Szakál, Béla – Cimer, Zsolt: 'Major Disaster Recovery Plans'. *Science For Population Protection* 6, no 1 (2014).

Kirovne Rácz Réka Magdolna,¹ Márton Attila²

A hidrológiai eredetű szélsőségekkel összefüggő katasztrófavédelmi feladatok értékelése

Evaluation of Disaster Management Tasks Related to Hydrological Extremes

Annak ellenére, hogy az éghajlatváltozás hatásait vizsgáló tudományos állásfoglalások hosszú távon a csapadékmennyiség csökkenését vetítik előre, az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullás évszakoktól függetlenül megjelenik és növeli a hidrológiai eredetű katasztrófák kialakulásának kockázatát. Hidrológiai eredetű katasztrófák alatt – az általános értelmezésen túl (árvíz, belvíz, villámárvíz) – az aszályt, valamint azokat a rendkívüli eseményeket is értjük, amelyek a hirtelen, nagy mennyiségben lehulló csapadék következtében alakulnak ki (például közlekedési káosz, vízelvezetés korlátaiból adódó káresemények). Hazánkban a víztöbblet és a vízhiány akár egy naptári éven belül is okozhat hidrológiai eredetű káreseményeket, amelyre jó példa a 2018-as év.

Kulcsszavak: hidrológiai eredetű katasztrófák, extrém esőzés, katasztrófavédelem

Although scientific opinions on the effects of climate change predict a long-term decrease in rainfall, extreme amounts and intensities of precipitation appear regardless of the seasons and increase the risk of hydrological disasters. By disasters of hydrological origin generally we mean flood, inland water, flash flood and drought, and also extraordinary events caused by sudden, heavy rainfall (for example traffic chaos or damage caused by drainage malfunction). In Hungary, excess water and

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendészettudományi Kar, Katasztrófavédelmi Intézet, Katasztrófavédelmi Műveleti Tanszék, egyetemi adjunktus, e-mail: kirovne.racz.reka@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8818-2539>

² Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, Vízvédelmi és Vízüjtő-gazdálkodási Osztály, kiemelt műszaki referens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: marton.attila@kdvvizig.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5070-2359>

lack of water can cause hydrological damage even within a calendar year, of which the year 2018 is a good example.

Keywords: disasters of hydrological origin, extreme rainfall, disaster management

1. Bevezetés

A szélsőséges időjárási események fokozott kihívás elé állítják a katasztrófavédelmi szervezeteket, és újszerű megvilágításba helyezik a megoldások megvalósítását mind a megelőzés, mind a védekezés és a következmények felszámolása időszakában. Ezért a katasztrófavédelem számára kiemelten fontos a felkészülés az időjárási anomáliákra, mind technikai eszközök, mind személyi állomány, mind képzés, kiképzés tekintetében.³

Fontos kiemelni az árvizekkel kapcsolatban, hogy a nagyobb folyóinkon előforduló árhullámokkal szembeni védekezés különbözik a kisvízfolyásokon jellemző villámárvizekkel szembenitől. Míg az elhúzódó, nagyobb árvizeknél viszonylag pontos előrejelzés készíthető, így valamilyen szinten fel lehet rá készülni, a hirtelen lezúduló villámárvizek által okozott károkat utólag lehet felmérni, legfeljebb megelőző intézkedéseket lehet hozni.

A katasztrófavédelmi szervezeteknek a hagyományos tűz-, polgári védelmi és katasztrófavédelmi feladatai mellett komoly kihívásokkal kell szembenézniük, különös tekintettel az extrém időjárási események – többek között az extrém csapadékhullás – biztonsági kérdéseire.⁴

Az extrém csapadékhullás hatására gyakran alakulnak ki különböző eredetű káresemények, például hegyvidékeken földcsuszamlások vagy sárlavinák; tömegrendezvényeken személyi sérülések, tömegpánik; közlekedési balesetek kockázatának megnövekedése; illetve lakóházak, lakókörnyezet rongálódása, beázása.

Az okozott károk az épített környezetben és a természetes környezetben egyaránt jelentősek lehetnek, és települési, mezőgazdasági, környezetvédelmi és biztonsági szempontból is problémát jelentenek.

A szerzők véleménye szerint a nemzeti katasztrófakockázat-értékelés extrém időjárási események hatásainak figyelembevételével történő elkészítése; az időszakos területi prognóziskészítés; a vízvédelmi, vízügyi hatósági hatáskör; a településrendezési és településfejlesztési szempontok betartatása; a beavatkozó állomány képzése, kiképzése és a technikai eszközök felkészítése mind az extrém csapadékhullás okozta katasztrófavédelmi kihívásokra adható válasz a hivatásos katasztrófavédelmi szervezet részéről.

³ Kirovne Rác Réka: *Az éghajlatváltozás okozta hidrológiai katasztrófák elleni védelem oktatásának helyzete, fejlesztési lehetőségei*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014.

⁴ Padányi József: *Éghajlatváltozás és a biztonság összefüggései*. *Hadtudomány*, (2009), 1–2. 33–46.

2. Az extrém csapadékhullás jellemzői és katasztrófavédelmi, valamint vízrendezési vonatkozásai hazánkban

Magyarországon a csapadék évről évre nagyon változó mennyiségben hullik és az éven belüli eloszlása is rendkívül változékony.

A bevezetésben említett 2018-as évben például május–június hónapokban országos szinten szinte hétről hétre következtek be extrém csapadékhullással összefüggő káresemények (villámárvizek, településrészeket elöntő vizek, árvízvédelmi védművek rongálódásai, megcsúszásai stb.) míg júliustól novemberig olyan mértékű csapadékhiány volt, amelynek hatására a Duna rekord alacsony vízszintet ért el.

Társadalmi – szűkebb értelemben véve pedig katasztrófavédelmi – szempontból a víztöbblet és a vízhiány egyaránt probléma lehet, ha nincs hatékony reagálás az azokból adódó szélsőséges természetes (árvíz, belvíz, aszály) vagy civilizációs eredetű (ivóvízhiány, vízvezető rendszerek korlátaiból adódó települési elöntések) katasztrófákra.

A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék alapvetően a nyári időszakban – májustól szeptemberig – a heves zivatarok kísérőjelensége.

Heves zivatarok esetén gyakori jelenség a nagyméretű jég (2 cm vagy annál nagyobb átmérőjű) hullása, illetve az erős, olykor orkánerejű szélroham kialakulása is. Ezek az épített környezetben, gyakran a lakóházakban is jelentős károkat okozhatnak.

Tömegrendezvényeken a heves zivatarok, extrém csapadékkal és erős széllel kísérve sok esetben tömegpánikot okoznak, aminek következtében nagyobb a valószínűsége annak, hogy az emberek testi épsége, illetve akár élete is veszélybe kerül.

A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék, illetve a zivatarok is általában helyi jellegűek, ami miatt a pontos előrejelzésük korlátozott. A leesett vígréteg vastagságát a szaknyelv csapadékmagasságnak, az egy időegység alatt leeső csapadékmagasságot pedig csapadékintenzitásnak nevezi.

A csapadék várható típusa, mennyisége és körülbelüli helye előre meghatározható, de az, hogy az adott helyen az adott csapadékmennyiség mekkora intenzitással, azaz mennyi idő alatt hullik le, nem jelezhető előre. Pedig ez a paraméter okozza a legnagyobb problémát a vízvezető rendszerek kapacitása miatt. Értelemszerűen a vízvezetés szempontjából fontos tényező, hogy az adott csapadékmennyiség fél nap vagy fél óra alatt hullik le.

Magyarországon egyre nagyobb csapadékintenzitásokra számíthatunk a jövőben, az Országos Meteorológiai Szolgálat elemzése alapján például Budapesten a korábban 50 évente átlagosan egyszer előforduló 46 mm/óra körüli érték bekövetkezésére alig több mint 10 évente számítani kell a jövőben, a 100 évente előforduló 52,5 mm/óra helyett 103,9 mm/órával kell tervezni ezen az időtávon.⁵

Amennyiben a csatornahálózat nem képes az összegyűlt vizet befogadni és elvezetni, a víz előnti a mélyebben fekvő területeket a településen (például aluljárók, garázsok, pincék). Az elöntések kialakulásának kockázatát növeli, ha az adott településen nem megfelelő a csatornahálózat kiépítése (hiányos vagy felújításra szorul) vagy megléte esetén annak karbantartása nem valósul meg.

⁵ Szlavik Lajos: *Kiszivék nagy vizei – A 2010. évi árvizek és belvizek krónikája*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2013.

Fontos a vízfolyások vízelvezető-képessége is, ugyanis egy nem megfelelően rendezett kisvízfolyás mentén könnyen előfordulhatnak villámárvizekkel sújtott területek. Megfelelően rendezett vízfolyásnak nevezhetjük azokat, amelyek el tudják vezetni a mértékadó nagycsapadékokból keletkező lefolyást. Ez alatt nem feltétlenül az egyenes betonmedreket kell érteni, léteznek a Víz Keretirányelv célkitűzéseinek inkább megfelelő vízrendezési módszerek is.

Víz többlet szempontjából kiemelhető a 2010-es év, amikor 20 napon belül kétszer vonult át hazánk felett lassan mozgó, sok csapadékot hozó ciklon, így Észak-Magyarországon, a Bakonyban és a Mecsekben számos kisvízfolyáson heves árhullámok alakultak ki. Az okozott károk rávilágítottak arra, hogy milyen árvízvédelmi fejlesztések szükségesek a vízfolyások mentén. 2010 óta több árvízi tároló épült, és töltésfejlesztések is történtek az országban, csökkentve ezzel az érintett területek árvízveszélyét. 2010-ben a belvízzel elöntött területek nagysága is kiemelkedően magas volt az országban.⁶

3. Az extrém csapadékhiány katasztrófavédelmi vonatkozásai

Az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullással összefüggő hirtelen bekövetkező káresemények mellett az extrém csapadékhiány mint elhúzódó, degradációs folyamat is jelentős kihívást jelent. Ez szintén összefüggésbe hozható az éghajlatváltozással.

Aszály szempontjából hazánk az egyik legsérülékenyebb, legveszélyeztetettebb ország Európában. Egy lassú, de veszélyes elsivatagosodási folyamat tanúi vagyunk.

Az éghajlatváltozás hazai hatásaként megjelenő csapadékcsökkenés negatívan hat a vízkészletekre, így a felhasználható vízmennyiség kevesebb lesz, ami miatt növekszik Magyarország sérülékenysége és a szomszéd országoktól való függősége. A csökkenő víz sok esetben a víz minőségének romlásával jár.

Hazánkban jellemző, hogy az aszályok országos méretűek vagy legalábbis országos hatásúak. Földrajzi adottságaiból eredően leginkább az alföldi területek érintettek. Az eddigi tapasztalatok szerint Magyarországon tíz évből átlagosan négy évben aszályal kell számolni, és vélhetően a jövőben ez a szám növekedni fog.

Az aszály hatásai számos gazdasági és társadalmi területre kiterjednek (növénytermesztés, kertészet, erdészet, állattenyésztés, halászat, ipar, környezet, kereskedelem, társadalom, egészségügy, turizmus).

Magyarországon 2016 és 2018 között kialakítottak egy operatív aszály- és vízhiánykezelő monitoringrendszert és egy új aszályindexet (HDI), amelyek a célja az objektív alapokra helyezett aszálykezelés (megelőzés előtérbe helyezése) és a vízkészlet-gazdálkodás támogatása. A meteorológiai alapparamétereken túl ezek az állomások több mélységben mért talajnedvesség-adatokat is szolgáltatnak. A monitoringrendszer által mért és számított adatokat egy internetes felület teszi közzé, amely nyilvánosan elérhető bárki számára.⁷

⁶ Lakatos Mónika – Hoffmann Lilla: *Rendkívüli csapadékhullás Budapest belvárosában*. 2017.

⁷ Fiala Károly et alii: Operatív aszály- és vízhiánykezelő monitoring rendszer. *Hidrológiai Közöny*, 98. (2018), 3. 14–24.

Extrém vízhiányos időszakban az Alaptörvény felhatalmazása alapján a Kormány-nak lehetősége van olyan határozatokat hozni, mint például a rendkívüli öntözési célú vízhasználatról szóló 98/2019. (IV. 30.) Korm. rendelet volt. Ebben, az akkori aszályra való tekintettel csupán bejelentési kötelezettséggel engedélyezték, hogy közvetlenül felszíni vízből, ideiglenes szivattyúállással, legfeljebb 120 mm/hektár (1200 m³/hektár) vízmennyiséget 100 hektár nagyságot meg nem haladó területre öntözési célból, legfeljebb megszakítás nélkül egy hónap időtartamig kijuttathassanak.⁸ Mivel a jelentősebb felszíni vizeink készlete határon túli vízgyűjtőkről származik, azokat nem érintette a vízhiány, így enyhíthették az itthoni aszályos helyzetet a földeken.

4. A komplex katasztrófavédelmi feladatok

Az extrém csapadékhullás – és az extrém időjárási helyzetek általánosságban is – a hidrológiai eredetű katasztrófákon túl a katasztrófavédelem számára más katasztrófatípusokon keresztül is fokozott kihívást jelent, például kritikus infrastruktúrák esetleges sérülése, közlekedési balesetek bekövetkezése valószínűségének növekedése, veszélyes anyagok szállításával össze függő balesetek bekövetkezése valószínűségének növekedése, veszélyes üzemek üzemzavarainak kialakulása kockázatának növekedése.

Alapvetően a katasztrófavédelem tevékenysége három időszakra bontható: a megelőzés, felkészülés időszakára; a védekezés, beavatkozás időszakára és a katasztrófa következményei felszámolásának időszakára.

A megelőzés, felkészülés hatékonysága fokozásának fontosságát már évek/évtizedek óta számos szakmai és tudományos fórumon hangsúlyozzák.

A katasztrófa kockázatának azonosítását a megelőzés időszakának feladatai közé soroljuk.

Hazánkban a nemzeti katasztrófa kockázat-értékelésünk tartalmazza területi szintre lebontva a jelen lévő és potenciális katasztrófa kockázatának az elemzését. Ez az értékelés már a magyarországi éghajlatváltozás hatásainak figyelembevételével készült el.

A katasztrófákra történő felkészülés időszakának feladatai között meg kell említeni a veszélyhelyzeti prognózis készítését, amelyet a megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok készítenek el félévente az adott időszak tapasztalatai alapján. Eszerint előrevetítik a következő év azonos időszakának feladatai közé, hogy milyen káresemények várhatók. Ilyenkor a szélsőséges időjárási események okozta kihívásokra fokozottan készülnek, mind a személyi állomány felkészítése, mind a technikai eszközök biztosíthatósága tekintetében.

A védekezés és beavatkozás időszakában az extrém időjárási események bekövetkezése után a tűzoltói állománynak a fő feladatai között a legtöbb esetben a viharkárok felszámolása, a felgyülemlett csapadékvíz szivattyúzása, az esetleges közlekedési balesetek műszaki mentési munkálatai jelentkeznek.

Az extrém csapadékhullással – valamint extrém időjárási eseményekkel – összefüggésbe hozható katasztrófavédelmi felkészülés (mind a beavatkozó állomány, mind a lakosság tekintetében) egyik alapja a színvonalas, komplex oktatásban való felkészítés.

⁸ 98/2019. (IV. 30.) Korm. rendelet a rendkívüli öntözési célú vízhasználatról.

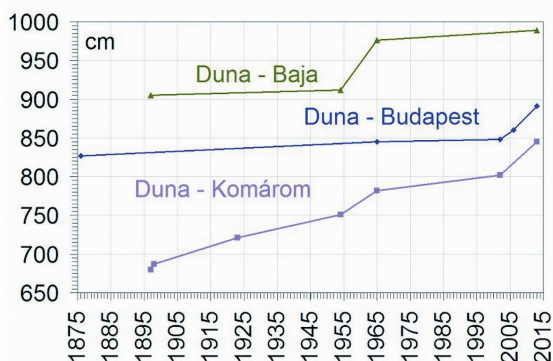
A hatékony katasztrófavédelmi tevékenység legalapvetőbb építőelemei a jól képzett szakemberek, akik naprakész, aktuális ismeretekkel rendelkeznek, mert rendszeresen részt vesznek szakmai képzéseken. Illetve a tájékozott állampolgárok, akik akár katasztrófavédelmi lakosságtájékoztatási tevékenység során, akár szervezett foglalkozások, gyakorlatok során elsajátíthatják az extrém időjárási eseményekkel kapcsolatos legfontosabb magatartási szabályokat és tudnivalókat.

A katasztrófavédelmi képzésekbe, felkészítésekbe kiemelten fontos beilleszteni az éghajlatváltozással, szélsőséges időjárási eseményekkel kapcsolatos ismeretek terjesztését, hiszen így szerzik meg azt a tudást, amely az ok-okozati összefüggésekre világít rá a természeti csapások és az éghajlatváltozás között, valamint a felkészülés és a védekezés hatékonyságát is segíti.

Az első hazai állásfoglalásokat, amelyek az éghajlatváltozás magyarországi határait vizsgálták 10-15 éve publikálták. A VAHAVA-projekt összefoglaló tanulmányát 2003-ban adták ki, így előrejelzéseinek egyfajta beválásvizsgálata napjaikban már elvégezhető.⁹

A VAHAVA-projekt egyik, hidrológiai katasztrófák vonatkozásában készített előrejelzése megtalálható egy összefoglaló tanulmányban, amely szerint országunkban 2-3 évenként kis vagy közepes, 5-6 évenként jelentős, 10-12 évenként rendkívüli árvizek kialakulásával kell számolni.¹⁰

A 2003-tól 2018-ig tartó időszakban azonban – ha csak a rendkívüli árvizeket nézzük – máris gyakoribb megjelenést tapasztalhatunk: 2006-ban a Duna és a Tisza egyidejű áradása, 2010-ben a borsodi árvíz, valamint a 2013-as nagy dunai árvíz juthat eszünkbe. Meg kell jegyezni azonban, hogy folyóink legnagyobb árvízszintjeinek emelkedése nemcsak az éghajlati tényezőknek, hanem az emberi beavatkozásoknak is köszönhető.



1. ábra

A legnagyobb mért vízállások (LNV) változása 3 dunai állomáson

Forrás: Szlavik Lajos: Árvízvédelem e-Learning tananyag 1.3.4. Az árvízszintek emelkedése és annak lehetséges okai.

⁹ Kirovne Rác Réka: Magyarország hidrológiai eredetű katasztrófavesélyeztetettsége 2017. szeptembertől 2018. januárig az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullás tükrében. *Hadtudományi Szemle*, 11. (2018), 2. 252–267.

¹⁰ Láng István – Csete László – Jolánkai Márton: *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (A VAHAVA jelentés)*. Budapest, Szaktudás Kiadóház, 2004.

A kisebb volumenű hidrológiai eredetű káreseményeken (villámárvizek, városi elöntések özönvízszerű esőzések következtében) pedig hamar túllépünk, és sokszor nem is emlékezünk az ilyen káresemények pontos idejére és helyére. Pedig ezeknek a megjelenési gyakoriságából és jellemzőiből is következtetéseket tudunk levonni az éghajlatváltozás hazai hatásairól (1. ábra).

Ezek a települési károk felhívják a figyelmet a településrendezési és településfejlesztési szempontok szigorú betartásának fontosságára,¹¹ hiszen ezen előírások ezeknek a károknak a megelőzése érdekében születtek.

Többek között gondoskodni kell a település ökológiai rendszerének védelméről, a település és a táj szerves kapcsolatáról, gondoskodni kell a településen a klimatikus viszonyok megőrzéséről, valamint a helyi éghajlati jelleget meghatározó elemek megőrzéséről.

Építményeket csak úgy szabad elhelyezni, hogy többek között a biztonsági, éghajlati, illetve a terep, a talaj és a talajvíz fizikai, kémiai és hidrológiai adottságainak megfeleljenek, illetve azokat ne befolyásolják károsan.

A településrendezési tervek készítésének eljárásaiban a vizek vagyongkezeléséért felelős vízügyi igazgatóságok és a vízügyi hatósági jogkörrel rendelkező katasztrófavédelmi igazgatóságok is részt vesznek, érvényesítve szempontjaikat a tervezés során.

Az egyes települések különböző szabályozási területeire vonatkozó konkrét előírásokat a legalább négyévente felülvizsgálandó helyi építési szabályzatok rögzítik úgy, hogy megfeleljenek a magasabb szintű, például megyei vagy országos terveknek is.¹²

A hatékony csapadékvíz-gazdálkodás szempontjából a következő előírások, ajánlások betartása lehet fontos a településfejlesztések során:

- A telek vagy terület csapadékvíz-elvezetési rendszerét úgy kell kialakítani, hogy a víz a terepen és az építményekben, a szomszédos telkeken és építményekben, közterületeken ne okozzon kárt (ázást, kimosást, korróziót stb.) és a rendeltetészerű használatot ne akadályozza.
- Lehetőség szerint törekedni kell a vízvisszatartásra a vízhiányos időszakok hatásának mérséklése miatt.
- Amennyiben a befogadó vízfolyás a beépítésekből származó többletvizek befogadására nem képes, a beépítendő területen belül meg kell oldani a többletcsapadékvíz időszakos tározását.
- A mély fekvésű, lefolyástalan területek, valamint belvízzel veszélyeztetett területek beépítése nem javasolt.
- Továbbá az építmények létesítését úgy kell megvalósítani, hogy az az élet- és vagyongvédelem alapvető követelményeinek megfeleljen.

Vízgazdálkodási területen építményt elhelyezni csak a külön jogszabályokban foglaltak szerint lehet. A vízügyi, valamint vízvédelmi hatósági és szakhatósági eljárásokat több tucat jogszabály szabályozza. Ezek közül két törvény tükrében foglaljuk össze

¹¹ 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről.

¹² 314/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet a településfejlesztési koncepcióról, az integrált településfejlesztési stratégiáról és a településrendezési eszközökről, valamint egyes településrendezési sajátos jogintézményekről.

a hidrológiai eredetű káresemények megelőzése érdekében született, legalapvetőbb vízügyi hatósági tevékenységeket.

A vízgazdálkodásról szóló törvény 16. §-a tartalmazza, hogy a vizek kártételei elleni védelem érdekében szükséges feladatok ellátása – a védművek építése, fejlesztése, üzemeltetése, valamint a védekezés – az állam, a helyi önkormányzatok, illetve a károk megelőzésében vagy elhárításában érdekelt kötelezettsége.¹³ A jogszabály e része utal a katasztrófavédelmi törvény 1. §-ának 1. pontjára, miszerint a katasztrófavédelem nemzeti ügy.¹⁴

A nemzeti védekezés rendszerének elemei között az állampolgároktól a központi államigazgatási szervekig mindenki érdekelt a katasztrófák megelőzésében és a károk elhárításában.

Aki tevékenységével vagy mulasztásával a vizeket veszélyezteti vagy károsítja, a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény szerinti felelősséggel tartozik, illetve a vízügyi hatóság és a helyi vízgazdálkodási hatósági jogkörben eljáró hatóság által meghatározott intézkedések megtételére köteles.

5. Következtetések

Az extrém csapadékhullás és a vízhiány egyaránt problémákat jelenthet társadalmi szinten, hiszen a biztonságot, illetve az állampolgárok biztonságérzetét különböző dimenziókban negatívan befolyásolhatja.

A szélsőséges időjárási eseményeket megelőzni nem tudjuk, hiszen természeti katasztrófák az emberi tevékenységektől függetlenül, a természet törvényszerűségeinek révén keletkeznek, viszont a környezeti beavatkozások erősíthetik a természeti csapások hatásait.

Az 1. táblázat bemutatja, hogy a katasztrófavédelmi tevékenységek milyen kapcsolatban vannak egyes hidrometeorológiai eredetű természeti hatásokkal.

1. táblázat

A katasztrófavédelmi tevékenységek időszakainak kapcsolata az egyes hidrometeorológiai eredetű természeti hatásokkal

Forrás: a szerzők szerkesztése

Természeti hatás	Katasztrófavédelmi tevékenységek időszakai		
	megelőzés (m), felkészülés (f)	védekezés (v), beavatkozás (b)	károk felszámolása (k)
aszály	f	b	k
lassabb lefolyású árvíz	m, f	v, b	k
villámárvíz	f	-	k
belvíz	m, f	v, b	k
extrém csapadékhullás	f	-	k

¹³ 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.

¹⁴ 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.

Látható tehát, hogy a hirtelen kialakuló helyzeteket, mint a villámárvíz vagy egyéb extrém jelenségek, nehezen vagy egyáltalán nem lehetséges megelőzni vagy azok ellen védekezni, ezeknél az építési követelmények körültekintő megválasztása és az átgondolt jogszabályok megalkotása lehet a cél. Igaz ez a vízhiányos helyzetekre is, azonban itt esetlegesen vízpótló beavatkozásokkal enyhíthetők a károk.

Nagyobb folyóink árvizeinél vagy belvizeknél vannak lehetőségek a megelőzésre (műszaki beavatkozások, nagyvízi mederkezelés stb.), továbbá ezekkel szemben hatékonyabban is védekezhetünk, hiszen jobban fel is lehet készülni az ilyen helyzetekre. A károk mértéke viszont nagyobb volumenű lehet és a felszámolásuk is tovább tarthat ezekben az esetekben.

Általánosságban kijelenthető, hogy az éghajlatváltozás hatásaihoz, azon belül az extrém helyzetekhez való alkalmazkodásban mindenkinek szerepe, joga és kötelezettsége van, az állampolgároktól a hivatásos katasztrófavédelmi szervekig és a nemzeti védekezésben részt vevőkig.

Felhasznált irodalom

Fiala Károly – Barta Károly – Benyhe Balázs – Fehérvári István – Lábdy Jenő – Sipos György – Györfly Lajos: Operatív aszály- és vízhiánykezelő monitoring rendszer. *Hidrológiai Közlöny*, 98. (2018), 3. 14–24.

Kirovne Racz Reka: *Az éghajlatváltozás okozta hidrológiai katasztrófák elleni védelem oktatásának helyzete, fejlesztési lehetőségei*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014.

Kirovne Racz Reka: Magyarország hidrológiai eredetű katasztrófaveszélyeztetettsége 2017. szeptembertől 2018. januárig az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullás tükrében. *Hadtudományi Szemle*, 11. (2018), 2. 252–267. Elérhető: https://epa.oszk.hu/02400/02463/00039/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2018_02_252-267.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 10.)

Lakatos Mónika – Hoffmann Lilla: *Rendkívüli csapadékhullás Budapest belvárosában*. 2017. Elérhető: www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1885&hir=Rendkívüli_csapadekhullas_Budapest_belvarosaban (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

Láng István – Csete László – Jolánkai Márton (szerk.): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (A VAHAVA jelentés)*. Budapest, Szaktudás Kiadóház, 2004.

Padányi József: Éghajlatváltozás és a biztonság összefüggései. *Hadtudomány*, (2009), 1–2. 33–46. Elérhető: http://mhtt.eu/hadtudomany/2009/1_2/033-046.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 05. 15.)

Szlávik Lajos: Árvízvédelem e-Learning tananyag 1.3.4. *Az árvízszintek emelkedése és annak lehetséges okai*. Elérhető: https://vdt.uni-nke.hu/elearning/ilias.php?ref_id=123&from_page=3862&obj_id=3862&cmd=layout&cmdClass=ilImpresentationgui&cmdNode=mu&baseClass=ilLMPresentationGUI (A letöltés dátuma: 2020. 06. 26.)

Szlávik Lajos: *Kisvizek nagy vizei – A 2010. évi árvizek és belvizek krónikája*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2013.

Jogi források

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról

253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről

314/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet a településfejlesztési koncepcióról, az integrált településfejlesztési stratégiáról és a településrendezési eszközökről, valamint egyes településrendezési sajátos jogintézményekről

98/2019. (IV. 30.) Korm. rendelet a rendkívüli öntözési célú vízhasználatról

Sibalin Iván¹

Magyarország energiapolitikai érdekeinek környezet- és iparbiztonsági szempontú stratégiai elemzése 1. rész

Environmental and Industrial Safety Strategic Analysis of Hungary's Energy Policy Interests, Part 1.

Az energiapolitikai kormányzati célkitűzések megvalósítása során napjainkban már alapvető fontosságú a fenntartható fejlődés követelményének való megfelelés, amelyben a környezet- és az iparbiztonsági szakterület egyre jelentősebb szerepet tölt be. Jelen cikkben a szerző Magyarország aktuális energetikai érdekeinek bemutatását követően rámutat az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődésben betöltött egyre növekvő szerepére, amely előrevetíti a szakterület hangsúlyosabb megjelenését a stratégiai dokumentumokban.

Kulcsszavak: energiapolitika, stratégia, fenntartható fejlődés, iparbiztonság, környezetbiztonság

Compliance with the requirements of sustainable development is now essential in achieving the government's energy policy objectives, in which the field of environmental and industrial safety plays an increasingly important role. After presenting Hungary's current energy interests, in this article the author points out the growing role of industrial safety in achieving sustainable development goals, which envisages an even more pronounced appearance of the field in the strategy documents.

Keywords: energy policy; strategy; sustainable development; industrial safety; environmental safety

¹ Nemzeti Közszerológati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, doktorandusz, e-mail: sibalin.ivan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7228-6832>

1. Bevezetés

Magyarország legfontosabb energiapolitikai céljai között említhető a minél nagyobb energiafüggetlenség és energiabiztonság elérése, amelyben alapvető elemként jelenik meg az energetikai ellátás diverzifikációja, valamint az energiahatékonyság növelése. Az energetikai diverzifikáció egyfelől jelenti az ellátási portfólió szélesítését, másrészt pedig az energiaforrások minél szélesebb skálájának – különösen a hazai megújuló energiaforrásoknak és a nukleáris energiának – felhasználását. Szintén fontos szempont, hogy az energiaszükségletek biztosítása minden esetben a fenntartható fejlődésre tekintettel kell hogy történjen. A fenntartható fejlődés követelményei – az éghajlatváltozás elleni fellépés és egyéb környezetbiztonsági és környezetvédelmi célok – már évek óta a kormányzati stratégiaalkotás fontos részét képezik. Tekintettel azonban a folyamatosan és gyors ütemben változó környezeti feltételekre – ideértve a gyakran szélsőséges időjárási viszonyokat, a gazdaság- és népességnövekedés következtében globálisan fokozódó energiaigényt, valamint a rohamos technológiai változásokat (környezettechnológiai innováció) –, mindig újabb és újabb tényezőkre kell figyelemmel lenni a fenntartható fejlődés elérésében.

E változó környezeti feltételek kezelésében az iparbiztonsági szakterület többszörösen is érintett. Az éghajlatváltozás következtében olykor szélsőségesé vált időjárás veszélyt jelent az ipari létesítmények biztonságos működésére nézve. A megújuló energiaforrásokra való áttérés következtében egyes ipari létesítmények elavulttá válnak. Működésük megszüntetése, a hátramaradt veszélyes hulladékok kezelése a természeti környezet és az emberi egészség lehető legmagasabb szintű védelmére való tekintettel kell hogy megvalósuljon. Az újabb energiatermelő megoldásokra való áttérés következtében korábban nem ismert *iparbiztonsági kockázatok* is előtérbe kerülnek. Jóllehet, a környezettechnológiai innovációnak és a digitalizációnak épp a környezetterhelés minimalizálása és a biztonságosabb működés szavatolása az egyik legfőbb mozgatórugója, mégis elengedhetetlen azon potenciális veszélyek és kockázatok azonosítása és megfelelő kezelése, amelyek az energiatermelés egyes innovatív megoldásait kísérhetik.

Fontos tehát, hogy a stratégiai szemlélet az iparbiztonsági szakterület vonatkozásában is minél határozottabban érvényre jusson, és hogy ezáltal a szakterület képes legyen lépést tartani a fenntartható fejlődés elérése érdekében lefektetett stratégiai célokkal.

2. Aktuális energiapolitikai célkitűzések

2.1. Energiafüggetlenség a legfőbb stratégiai célok között

Az állam elsődleges feladatai közé tartozik, hogy képes legyen szavatolni polgárai biztonságát, és a társadalom, valamint a gazdaság szervezésével megteremtse azokat a feltételeket, amelyek a közjót szolgálják. Ezzel összhangban, az energetika területét illetően alapvető fontosságú, hogy az állam biztosítsa azokat a forrásokat, amelyek révén az ország energiaszükséglete fedezhető. E szükséglet biztosításával együtt járó

teendők nagymértékben függenek az ország számára rendelkezésre álló saját energia-készletek kapacitásától, valamint az elérhető külföldi energiaforrások mennyiségétől. Általánosságban elmondható, hogy minél nagyobb a külföldről származó energiaforrások mennyisége, annál jelentősebb az adott ország kiszolgáltatottsága azon országok irányába, amelyek területéről az adott energiaforrás származik. Az *energiafüggőség* minél alacsonyabb szinten tartása tehát alapvető fontosságú állami érdek, bár tudvalevő, hogy az energiaellátás külföldi biztosítása és az energiafüggőség közötti összefüggés egyéb tényezők – például az ország politikai lobbyereje, nemzetközi hatalmi befolyása, illetve az aktuális energiaigények – által is meghatározott, a nemzetközi térben jelentősebb hatalmi befolyással nem rendelkező országok kiszolgáltatottságát minden bizonnyal növeli a más országokból érkező energiától való függés.

Megállapítható, hogy Magyarországon az ország természeti adottságainál fogva jelenleg nem áll rendelkezésre a belföldi szükségletek fedezéséhez megfelelő mennyiségű hazai energiaforrás, ezért a más országokból származó energiától való függőség – különösen az áram- és a gázellátás tekintetében – meglehetősen magas. Mindazonáltal ez a versenyhátrány megfelelő társadalmi és gazdasági szükségleteket, valamint környezet- és éghajlatvédelmi megfontolásokat egyaránt érvényesítő *stratégiaalkotással* minden bizonnyal leküzdhető. Magyarország egyik legfőbb energiapolitikai célja az energiafüggetlenség erősítése, amely az energiahatékonyság növelésével, a hazai energiaforrások fenntarthatóan maximális kiaknázásával, a nukleáris kapacitások szinten tartásával, a piaci integráció erősítésével és egy diverzifikált ellátási portfólió (energetikai diverzifikáció) kialakításával valósulhat meg.²

2.1.1. A hazai földgáz- és villamosenergia-ellátás sajátosságai

A földgázellátás tipikus példája annak, miként válhat egy vagy több ország, adott esetben egy kontinens meghatározó része kiszolgáltatottá egyes nagyhatalmi érdekeknek. Kelet-Közép-Európa számára tehát a legkézenfekvőbb megoldást az jelenti, ha minél több forráson keresztül biztosítja az energiaszükségletét, és megvalósítja a minél nagyobb energetikai diverzifikációt. Példaként említhető a rijekai LNG-terminál, amely – tengerparti kikötő lévén – a világ számos régiójából lesz képes cseppfolyós földgáz fogadására, így hozzájárulhat a régió energiabiztonságának növeléséhez.³ A földgázellátást illetően hazánk 80%-ban importra szorul, azonban stratégiai cél, hogy – a fogyasztáscsökkenés és a hazai kitermelés bővülése következtében – ez a szám arány 70% körüli értékre mérséklődjön. További cél, hogy 2030-ban a fennmaradó importigényünket a lehető legdiverzifikáltabb forrásból legyünk képesek fedezni. Ennek megvalósításához az LNG mellett további három független importforrás – az orosz, a román és a nyugat-európai piacokon kereskedelmi forgalomban levő gáz – elérését biztosító infrastruktúra kialakításának a terve fogalmazódott meg.⁴

² Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve. ITM, é. n.

³ Sibalin Iván – Kátai-Urbán Lajos – Cimer Zsolt: A horvátországi LNG-terminál fejlesztés értékelése. *Védelem Tudomány*, 5. (2020), 1. 153–166.

⁴ Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve (é. n.) i. m.

Az elektromos áramellátás kapcsán megállapítható, hogy Magyarországon a gazdaság erősödésével párhuzamosan nő a lakosság áramszükséglete. Bár a 2020 márciusában bekövetkezett koronavírus-járvány előreláthatólag jelentős mértékben befolyásolja a gazdasági mutatók alakulását, a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (Mavir) korábbi elemzése szerint 2030-ra a magyar ipari és lakossági felhasználóknak 3500–5000 megawatt közötti hazai plusz kapacításra lesz szüksége.⁵ Azon túlmenően, hogy a kormányzat támogatja a megújuló energiaforrások felhasználásának növelését és e forrásokra is számít az ország áramellátásában, az energiaellátás biztonságát, valamint a gazdaságossági szempontokat is szem előtt tartva Magyarország jelenleg nem képes kizárólag megújuló energiaforrásokból biztosítani a lakosság elektromos energia iránti igényét. Kijelenthető, hogy a paksi atomerőmű bővítése nélkül jelentős áramellátási gondokkal számolhatnánk hazánkban néhány éven belül. A Paks II projekt megvalósulása az ország energiabiztonságát az áramellátás területén tehát jelentős mértékben növelné – különös tekintettel arra, hogy a projekt segítségével 2040-re a jelenlegi, átlagosan több mint 30%-ról 20%⁶ alá csökkenthető a magyar villamosenergia-import aránya. A villamosenergia-rendszerösszeköttetések arányát Magyarország 2030-ra 60%-ra tervezi növelni, ugyanis a szomszédos országokkal összekötött energiahálózat jelentősen javítja a hazai ellátásbiztonságot. A rendszer bármiféle üzemzavara esetén mérséklődik a nagy területre kiterjedő szolgáltatáskimaradások kockázata, ezért is indokolt a már meglévő határkeresztesző kapacitások bővítése, valamint a Szlovéniával történő összeköttetés megteremtése.⁷ A villamosenergia és a földgáz felhasználásának egymáshoz viszonyított arányát illetően azonban fontos megjegyezni, hogy napjainkban az energiaszektor globális szintű változásainak lehetünk tanúi, amelyek az európai és ezáltal a hazai energiapiac jelentős átalakulását is előrevetítik. Valószínűsíthető a villamos energia és a gázfelhasználás arányának jövőbeli átrendeződése, és a villamos energia arányának számottevő növekedése.⁸

2.1.2. Fenntarthatóság mint alapvető követelmény

A fentiekkel összhangban kijelenthető tehát, hogy a nagyobb *energiaszuverenitás* és energiabiztonság megvalósításához az energiainport-szükséglet csökkentését kell elérni, és ezzel párhuzamosan minél szélesebb körben biztosítani a kelet-közép-európai régió áram- és földgázhálózataihoz való kapcsolódást. Hangsúlyozandó azonban, hogy a bemutatott energiapolitikai célok megvalósítása – különösen az új energiaellátási struktúrák, rendszerek és megoldások kialakítása – során tekintettel kell lenni a *fenntartható fejlődéssel* kapcsolatos célokra és kötelezettségekre is. A 2020. április 23-án hatályba lépett új Nemzeti Biztonsági Stratégia kimondja, hogy „a jövőben is fontos a fenntartható fejlődés feltételeinek a biztosítása, amelynek gazdasági alapját

⁵ A paksi bővítés hírei. (Összeállította: László Judit.) *MVM Hírlevél*, 7. (2018), 7–10. 7.

⁶ *A kormány határozott stratégiai célokat tűzött ki a klímaváltozás és a környezetvédelem területén.* Energia- és Klímapolitikáért Felelős Államtitkárság, 2020.

⁷ *Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve* (é. n.) i. m.

⁸ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

hazánk nemzetközi versenyképességének fokozása, a védelmi szektorban az ipari kapacitások kiépítése és fejlesztése, társadalmi pillérét pedig hazánk demográfiai helyzetének javítása képezi”.⁹

A többi releváns kormányzati stratégiában is alapvető elemként jelenik meg a fenntartható fejlődés, és nem túlzás azt állítani, hogy a további kockázatok és kihívások, valamint az azok kezelésére meghatározott célkitűzések is túlnyomórészt a fenntartható fejlődésre vezethetők vissza. A fenntartható fejlődés elérésében ugyanis olyan kihívások széles skálájával kell szembenéznünk, amelyekre az új energiaellátási módszerekre való áttérés során tekintettel kell lenni. Például az éghajlatváltozás mint kihívás kezelésére megfelelő válasz lehet a megújuló energiaforrások elterjedtebb alkalmazása, azonban az éghajlatváltozásnak már napjainkban is vannak olyan hatásai, amelyek veszélyt jelentenek a jelenleg üzemben lévő *ipari létesítmények* biztonságos működésére, ezért a gyorsan változó környezeti (természeti) viszonyokhoz való alkalmazkodás a stratégiaalkotás elengedhetetlen feltétele. Az Alaptörvényből fakadó alapvető célkitűzés ugyanis nemcsak a környezet védelme, hanem az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás is.

A fenntartható fejlődéssel kapcsolatos kihívások kezelésére meghatározott célok megvalósítása – köztük az üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése, a tiszta technológia, az energiahatékonyság stb. – kiterjedt K + F tevékenységet, környezettechnológiai innovációt igényel. Fontos ezért szem előtt tartani, hogy minden jelentős energetikai beruházás valamilyen szempontból hatást gyakorol a természeti környezetre és közvetlenül vagy közvetve az emberi egészségre is. Az új energiaellátási struktúrákkal, rendszerekkel és megoldásokkal párhuzamosan – azzal együtt, hogy jelentős részük jellemzően környezetkímélőbb energiaellátást biztosít – új környezet- és iparbiztonsági kockázatok is megjelenhetnek. Az energiapolitikai célok megvalósítása tehát a fenntartható fejlődésre való tekintettel kell hogy történjen, amihez elengedhetetlen a környezet- és iparbiztonsági szempontok értékelése és érvényre juttatása. A tárgyban eddig készült kormányzati stratégiai dokumentumokban e szempontok jellemzően megjelennek, azonban a gyorsan változó környezeti feltételek folyamatos alkalmazkodást várnak el mind a környezetbiztonságtól, mind pedig az iparbiztonság szakterületétől, amely tényre a stratégiaalkotás során a jövőben is kellő figyelmet kell fordítani. A fenntartható fejlődés biztosítása egy multidiszciplináris szemléletet és összetett jövőtervezést igényel, ami megfelelő stratégiaalkotás útján valósulhat meg.

3. A fenntartható fejlődés, a környezetbiztonság és az iparbiztonság összefüggései

3.1. Fogalmi elhatárolások

Az ipar- és környezetbiztonsági stratégiai szempontok azonosításához és értékeléséhez fontos, hogy meghatározzuk az iparbiztonság és – az energiapolitikai célok eléréséhez vezető folyamatban hangsúlyos szerepet élvező – fenntartható fejlődés, valamint

⁹ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

a környezetbiztonság közötti összefüggéseket. A II. világháborút követő rohamos műszaki tudományos fejlődés – amellett, hogy számos iparág felgyorsult növekedését eredményezte – magával hozott néhány megoldatlan környezeti problémát, valamint újak kialakulásához is vezetett. Nyilvánvalóvá vált, hogy az ipari fejlődés során tekintettel kell lenni e problémákra is, ugyanis a természeti környezet terhelhetősége véges. Különösen igaz ez napjaink felgyorsult világára, amelyet – a népességnövekedés, a technológiai vívmányoktól való függőség, a kényelmesebb és modernebb élet iránti megnövekedett igények miatt tapasztalható – egyre inkább fokozódó energiaszükséglet jellemez. Az ipari fejlődéssel együtt járó környezetszennyezéssel kapcsolatos aggályok mind a szakértők, mind pedig a laikusok körében már viszonylag korán felmerültek, azonban ez mostanra már egy olyan globális jelentőségű problémává változott, amelyben voltaképpen minden ország és a Föld valamennyi lakója érintett, így nem engedhető meg, hogy erről ne vegyünk tudomást.¹⁰

Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) által létrehozott Brundtland-bizottság 1987-es jelentéséből származó megfogalmazás szerint „a fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely biztosítja a ma élők szükségleteinek kielégítését anélkül, hogy ezzel korlátozná a későbbi generációk lehetőségét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket”.¹¹ Ehhez képest a *környezetbiztonság* „a környezeti elemek védettségi állapotának mértékét fejezi ki az emberi tevékenységek, az ember által működtetett műszaki, technológiai folyamatokkal, rendszerekkel szemben, ugyanakkor azt az állapotot jelképezi, amikor a természet, a környezet sem közvetlenül, sem pedig az emberi tevékenységeken keresztül nem veszélyezteti sem az embert, sem pedig annak természetes és mesterséges környezetét”.¹² E megfogalmazásból következően a minél magasabb fokú környezetbiztonság elérésében minden bizonnyal rendkívül fontos szerepet töltenek be a *súlyos ipari balesetek* bekövetkezésének, valamint a veszélyes anyagok nem baleset útján való környezetbe kerülésének a megakadályozására irányuló tevékenységek is. A fenti állítás további alátámasztására szolgálhat, ha megvizsgáljuk az *iparbiztonsági szakterület* feladatkörét és annak környezetbiztonsághoz való viszonyát. A szakirodalomban általánosan elfogadott definíció szerint az iparbiztonság „[m]indazon veszélyes tevékenység (veszélyes üzem) specifikus jog- intézmény és feladatrendszer, eljárás és eszközrendszer, illetve módszertan, amely a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel, a veszélyesáru-szállítással, a nukleáris balesetek elhárításával, valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények biztonságával kapcsolatos üzemeltetői, hatósági és önkormányzati feladatok teljesítése útján a lakosság életének és egészségének, a környezetnek és a létfenntartáshoz szükséges anyagi javaknak és szolgáltatásoknak a magas szintű védelmét szolgálja.”¹³

¹⁰ Német Alexandra – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes tevékenységek biztonsága a fenntarthatóság jegyében. *Védelem Tudomány*, 5. (2020), 1. 137–152.

¹¹ Fleischer Tamás: Fenntartható fejlődés: környezeti, társadalmi és gazdasági tényezők. In *Magyarország globális környezete 2020-ig. Háttér tanulmányok a magyar külstratégiához* (1). Budapest, MTA Világgazdasági Kutatóintézet – CEU Center for EU Enlargement Studies, 2007. 192–202.

¹² Halász László – Földi László: *Környezetbiztonság*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 16.

¹³ Kátai-Urbán Lajos: Súlyos ipari balesetek megelőzését és a felkészülést célzó jogintézmények egységes rendszerbe foglalása. *Hadmérnök*, 9. (2014), 4. 94–105.

A veszélyes üzemi tevékenységből eredő veszélyeztető hatások megelőzésére és mérséklésére irányuló védelmi feladatok két nagy csoportra oszthatók: a belső és a külső védelemre. A *belső védelem* az üzem területén tartózkodó személyek, így jellemzően az ott dolgozó munkavállalók életének, testi épségének és egészségének a megóvására irányuló munkavédelmi, tűzvédelmi, munkaegészségügyi előírásokat foglalja magában. Ehhez képest a külső védelmi intézkedések az üzemen kívüli környezeti elemek, anyagi javak védelmére, valamint az érintett lakosság életének, testi épségének és egészségének a megóvására irányulnak. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, azaz az iparbiztonság, valamint a környezetbiztonság (kémiai biztonság, környezet-egészségügy) alapvetően a külső védelem biztosítását célozza. A külső védelemmel összefüggésben további distinkció tehető a veszélyes anyagok kibocsátási típusait illetően. Eszerint léteznek normálüzemi és veszélyhelyzeti kibocsátások. A *normálüzemi kibocsátás*, azaz az üzem hosszú távú működésével együtt járó környezetterhelés vizsgálata a környezetvédelem, valamint a környezetbiztonság feladata. A *veszélyhelyzeti kibocsátások* ezzel szemben valamely rendkívüli esemény – általában üzemi robbanás vagy tűzesemény – következtében előállt károsító hatások miatt jelentenek veszélyt a környezetre, illetve az emberi életre, egészségre. E károsító hatásokkal szembeni védelem, valamint a káros következmények megelőzése és felszámolása az iparbiztonság szakterületéhez tartozik. Megjegyzendő, hogy az ipari balesetekből fakadóan az emberi egészségben bekövetkezett defektusok kezelése a katasztrófa-
 medicina feladatkörébe sorolandó (1. ábra).¹⁴

	Belső védelem	Külső védelem
Normálüzemi kibocsátás	munkavédelem, tűzvédelem, munkaegészségügy	környezetbiztonság (környezetvédelem) <i>részben iparbiztonság</i>
Veszélyhelyzeti kibocsátás	munkavédelem, tűzvédelem, munkaegészségügy, <i>részben iparbiztonság</i>	iparbiztonság (katasztrófa- medicina)

1. ábra

A belső és külső védelem elhatárolása a kibocsátástípusok alapján

Forrás: a szerző szerkesztése

A fent hivatkozott definícióból következően az iparbiztonság feladatköre a veszélyes ipari létesítmények biztonságos üzemeltetésén túlmenően kiterjed a veszélyes üzemek közötti veszélyesáru-szállítás biztonságának garantálására, a speciális

¹⁴ Német–Kátai–Urbán–Vass (2020) i. m. 137–152.

veszélyes tevékenységnek minősülő nukleáris létesítmények biztonságával kapcsolatos katasztrófavédelmi feladatok ellátására, valamint legújabban a létfontosságú rendszerek és létesítmények kiesésével kapcsolatos megelőzési és elhárítási tevékenység szakmai felügyeletére is.¹⁵ E felsorolásból is jól látható, hogy az iparbiztonság immár meglehetősen nagy szakmai területet ölel fel, amely a biztonság- és védelemtudományok körében betöltött növekvő szerepét még hangsúlyosabbá teszi.

3.2. Az iparbiztonság érintettsége a fenntarthatóságban

Fontos egyértelművé tenni, hogy a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos kihívások pontosan miként érintik kifejezetten az ipari biztonságot. Az iparbiztonság szakterülete két szempontból is érintett a fenntartható fejlődés biztosítása kapcsán. Egyrészt – ahogy azt a fenti szakterületi elhatárolásnál is szemléltettük – az iparbiztonság szoros összefüggésben a környezetbiztonsággal az üzem területén kívüli környezet megóvásában, védelmének a biztosításában normálüzemi kibocsátás esetén is fontos szerepet játszik. E tekintetben tehát nem érdemes éles határvonalat húzni az iparbiztonság és a környezetbiztonság között. Másrészt – ami viszont kifejezetten az iparbiztonság definíciószerű értelmezéséből eredeztethető – fontos, hogy az ipari létesítmények biztonságos működtetésének a feltételrendszere mindig képes legyen megfelelni az éghajlatváltozás miatt meglehetősen gyorsan és folyamatosan változó természeti körülményeknek. Az elkövetkezendő évtizedekben ugyanis az *éghajlatváltozás hatásai* várhatóan szinte valamennyi szektort – köztük az ipari termelést és a kritikusinfrastruktúra-védelmet is – érinteni fogják. Egyes erőforrás-igényes ipari ágazatokat – például a vegyipart, az élelmiszeripart vagy az építőanyag-ipart – az éghajlatváltozás miatt előálló vízhiány, a fokozódó hűtésigény, valamint a szén-dioxid csökkentésével együtt járó költségek kedvezőtlenül érinthetnek. A rövid idő alatt lezúduló esőzések által előidézett villámárvizek veszélyeztethetik a veszélyesanyag-tárolókat, a hulladékkezelő és különösen a veszélyeshulladék-lerakó létesítményeket. A szélsőséges időjárási viszonyok következtében nagyobb valószínűséggel fordulhatnak elő veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok, megnőhet a veszélyes anyagok külső környezetbe kerülésével járó váratlan események száma és súlyossága.¹⁶ Így az ipari létesítmények működésével együtt járó környezetterhelés mértékét, a fenti definíciók fogalmi elemeit és az iparbiztonsági feladatkörök széles spektrumát, valamint a változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás szükségességét szem előtt tartva kijelenthető, hogy a fenntartható fejlődés biztosításának elengedhetetlen feltétele a veszélyes ipari tevékenységek biztonságos üzemeltetését célzó ipar- és környezetbiztonsági üzemeltetői és hatósági tevékenységek további fejlesztése.

¹⁵ Német-Kátai-Urbán-Vass (2020) i. m. 14.

¹⁶ 23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról (Melléklet).

4. Megfelelő irányok kijelölése a stratégiaalkotás során

4.1. Az iparbiztonság szerepe a stratégiaalkotásban

Ahhoz, hogy a fenntarthatóság eléréséhez szükséges célok és eszközök között az *iparbiztonsági szempontok* is a szükséges mértékben érvényre jussanak, elengedhetetlen, hogy e szakterületre a jövőben is kellő hangsúly helyeződjön a stratégiaalkotás során.¹⁷ Ezért Magyarország energiapolitikai érdekeinek környezet- és iparbiztonsági szempontú stratégiai elemzéséhez – az aktuális energiastratégiai célok rövid, tömör bemutatását, valamint a fenntartható fejlődés, a környezetbiztonság és az iparbiztonság közötti összefüggések azonosítását követően – szükséges szemügyre vennünk azokat a szempontokat, amelyek alapvető fontosságúak a stratégiaalkotás során. A stratégiaalkotás *eredendően katonai célok* megvalósítására szolgáló tevékenységet jelentett, és csak később, a 20. század derekától kezdődött meg a civil területeken elterjedtebb alkalmazása.¹⁸ Napjainkra pedig már voltaképpen bármely állami vagy nem állami szerv, szervezet hatékony működésének szükséges feltételévé vált a stratégia. A stratégiai gondolkodás a rövidtávú és szükségszerűen ellátandó feladatok meghatározása helyett a hosszú távú és lényegi célok megragadására összpontosít, és a problémák tüneti kezelését mellőzve a valódi okok feltárására és kezelésére törekszik. Nem túlzás azt állítani, hogy értékelhető stratégia nélkül egyetlen kormányzati kezdeményezés, vállalati befektetés vagy éppen katonai szerepvállalás sem nyerne támogatást az érintett személyek részéről.¹⁹

4.2. A stratégiaalkotás során érvényesítendő szempontok

A stratégia valójában konkrét célok elérése érdekében meghatározott, egymással összhangban lévő cselekvések sorozata. A konkrét – azaz mérhető – célkitűzésekre különösen nagy hangsúly hárul a stratégiák megfogalmazásakor, ugyanis a túlságosan tágan értelmezhető, nem egyértelműen rögzített célok kevésbé szolgálják a hatékonyságot és a végrehajthatóságot. Ebből következően szintén fontos szempont a *stratégiai dokumentumokban* a lényegre törő megfogalmazás, amely köznyelven nem használatos szaknyelvi fordulatokat csak szükség szerint tartalmaz. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az egyértelműen lefektetett és világosan meghatározott célok eléréséhez szükséges feladatok pontos, lépésről-lépésre történő megvalósítását a jövőben bekövetkező nem várt tényezők jellemzően megakadályozzák, vagy legalábbis szükségessé teszik a célhoz vezető út újraértékelését, adott esetben annak módosítását. Éppen ezért lényeges, hogy a stratégia rugalmas legyen és teret engedjen a megváltozott feltételekhez való alkalmazkodásra. A tervdokumentum lehetőség

¹⁷ Hangsúlyozandó, hogy az iparbiztonsági szempontok a jelenleg hatályos (releváns) stratégiákban is határozottan jelen vannak, azonban fontos, hogy a szakterület továbbra is lépést tartson a fenntartható fejlődéssel járó kihívások kezelésében, valamint az azokhoz való alkalmazkodásban, és akár egy önálló tervdokumentumban nevesítve jelenjenek meg a szakterület jövőbeli céljai, valamint az azok eléréséhez szükséges feladatok, eszközök.

¹⁸ Matus János: A katonai gondolkodás új irányzatai. *Hadtudomány*, 18. (2008), 1. 83–94.

¹⁹ Lawrence Freedman: *Strategy*. New York, Oxford University Press. 2013. 9–11.

szerint ne egy a távoli jövőben csak esetlegesen megvalósítható cél megfogalmazására épüljön, hanem a bizonytalan végkimenetel elkerülése érdekében a már rendelkezésre álló eszközökhöz és lehetőségekhez mérten, alulról felfelé építkezve vázolja fel az észszerű időintervallumban megvalósítható célhoz vezető utat.²⁰ Amennyiben ugyanis a célhoz vezető folyamat egyik alkotóeleme – értsd cél eléréséhez szükséges feladat – nem várt, külső körülmények miatt meghibásodna, az minden bizonnyal sokkal könnyebben orvosolható abban az esetben, ha a megvalósítás folyamata alulról felfelé építkező koncepción alapszik. Köznapi példával élve egy lakóház felépítésének a folyamatában a falak felhúzása megelőzi a tető kialakítását. Amennyiben fordítva járnánk el, történetesen a tartóoszlopok elhelyezését követően a tetőépítéssel folytatnánk a munkát, ha nem is dőlne rögtön össze az épület, a külső körülményekben potenciálisan bekövetkező nem várt változásoknak – például a falak teljes felépítéséhez szükséges alapanyagok beszerzésével kapcsolatos késedelmeknek – sokkal kiszolgáltatottabbá válnánk. Ellenben ha az építőmunkát észszerűen alulról felfelé végezzük, a szükséges eszközökben bekövetkezett hosszabb-rövidebb ideig fennálló hiányok kevésbé veszélyeztetik a már felépített épületrészek biztonságát.

Korunk váratlan változásokkal teli világában is a *gyors alkalmazkodás* kézenfekvő – ha nem elengedhetetlen – módja a stratégiaalkotás. Bármikor bekövetkezhet ugyanis egy-egy olyan, a koronavírus-járványhoz hasonló globális jelentőségű esemény, amely a korábban dokumentumba foglalt stratégiai célkitűzéseket felülírja. Erre való tekintettel a stratégiai célok meghatározásakor mellőzni kell a statikus gondolkodást, és javasolt tekintettel lenni azokra a nehezen tervezhető, előre nem látható eseményekre is, amelyek a jövőben jelentős hatást gyakorolhatnak a dokumentumokban rögzített célok, irányok megvalósítására. A koronavírus-járvány időszakában saját bőrünkön érezhettük, milyen mélységekben képes megváltoztatni az országok működését és az emberek mindennapjait egy-egy elemi csapás vagy egyéb válság, és ez természetesen igaz lehet akár egy nagyobb kiterjedésű, súlyos ipari balesetre is. Az írott stratégia megfelelő iránymutatásként szolgálhat a felmerülő problémák orvoslásához és az állam hatékony működéséhez. Ezért fontos, hogy minél pontosabban meghatározzuk a megelőzéshez és a válságkezeléshez szükséges feltételeket is, amihez érdemes a védelemtudományok eszköztárához folyamodni. Az iparbiztonsági szakterületnek ugyanis jelentős szerepe lehet az energiastratégiai tervek megvalósításában.

5. Következtetések

Magyarország aktuális energiapolitikai célkitűzései közé tartozik az energiafüggetlenség, az energiaszuverenitás és ezáltal az energiabiztonság erősítése, ami az energiahatékonyság növelésével, a hazai energiaforrások felhasználásával, a nukleáris kapacitások szinten tartásával, a piaci integráció erősítésével és egy diverzifikált ellátási portfólió kialakításával valósulhat meg. Az energiapolitikai célkitűzések megvalósítása során tekintettel kell lenni a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos célokra és kötelezettségekre

²⁰ Freedman (2013) i. m. 19.

is, amelyben a környezetbiztonságnak és az iparbiztonsági szakterületnek is jelentős szerepe van. A fenntartható fejlődéssel kapcsolatos kihívások kezelésére meghatározott célkitűzések számos kormányzati stratégiai dokumentumban megtalálhatók. Fontos, hogy az iparbiztonsági szakterület a jövőben is lépést tartson a fenntarthatóság eléréséhez meghatározott célokkal, ezért aktuálissá vált azon iparbiztonsági célok és kihívások azonosítása, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a szakterület is a szükséges mértékben képes legyen hozzájárulni a stratégiai érdekek érvényre juttatásához az energetika területén.

Felhasznált irodalom

Fleischer Tamás: Fenntartható fejlődés: környezeti, társadalmi és gazdasági tényezők. In *Magyarország globális környezete 2020-ig. Háttér tanulmányok a magyar külstratégiához* (1). Budapest, MTA Világgazdasági Kutatóintézet – CEU Center for EU Enlargement Studies, 2007. 192–202. Elérhető: http://real.mtak.hu/3964/1/fleischer_fe-fejl-kor-tar-gaz-tenyezok_kum07.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 02.)

Freedman, Lawrence: *Strategy*. New York, Oxford University Press, 2013.

Halász László – Földi László: *Környezetbiztonság*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014.

A kormány határozott stratégiai célokat tűzött ki a klímaváltozás és a környezetvédelem területén. Energia- és Klímapolitikáért Felelős Államtitkárság, 2020. Elérhető: <https://2015-2019.kormany.hu/hu/innovacios-es-technologiai-miniszterium/energiaugyekert-es-klimapolitikaert-felelos-allamtitkar/hirek/a-kormany-hatarozott-strategiai-celokat-tuzott-ki-a-klimavaltozas-es-a-kornyezetvedelem-teruleten> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 31.)

Kátai-Urbán Lajos: Súlyos ipari balesetek megelőzését és a felkészülést célzó jogintézmények egységes rendszerbe foglalása. *Hadmérnök*, 9. (2014), 4. 94–105. Elérhető: www.hadmernok.hu/144_10_katai_urban_1.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 02.)

Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve. ITM, é. n. Elérhető: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_final_necp_main_hu.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 05. 03.)

Matus János: A katonai gondolkodás új irányzatai. *Hadtudomány*, 18. (2008), 1. 83–94. Elérhető: http://mhtt.eu/hadtudomany/2008/1_2/083-095.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 01.)

Német Alexandra – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes tevékenységek biztonsága a fenntarthatóság jegyében. *Védelem Tudomány*, 5. (2020), 1. 137–152. Elérhető: www.vedelemtudomany.hu/articles/09-nemet-katai-vass.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 02.)

A paksi bővítés hírei. (Összeállította: László Judit.) *MVM Hírlevél*, 7. (2018), 7–10. Elérhető: <http://mvm.hu/download/MVM-Hirlevel-2018.-december-10..pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 31.)

Sibalin Iván – Kátai-Urbán Lajos – Cimer Zsolt: A horvátországi LNG-terminál fejlesztés értékelése. *Védelem Tudomány*, 5. (2020), 1. 153–166. Elérhető: www.vedelemtudomany.hu/articles/10-sibalin-kata-cimer.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 03. 31.)

Jogi források

1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról. Elérhető: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=219153.382110 (A letöltés dátuma: 2020. 05. 12.)

23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról (Melléklet). Elérhető: http://doc.hjegy.mhk.hu/20184130000023_1.PDF (A letöltés dátuma: 2020. 05. 04.)

Tóth András,¹ Siposné Kecskeméthy Klára,²
Endrődi István³

A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 1. rész

Disasters in the Hungarian Hydrocarbon Industry,
Their Lessons Learned and Ways of Prevention,
Part 1.

A kétrészes tanulmányban a magyarországi szénhidrogénipar katasztrófáit gyűjtöttük össze és rendszereztük az események időrendi sorrendjében. A szénhidrogén-bányászattól kezdjük a csoportosítást, a hozzá kapcsolódó kőolaj- és földgázkitörések elemzésével az első, a szénhidrogén-feldolgozás során történt káresetek, valamint hatásaik áttekintését a tanulmány második részében folytatjuk. Véleményünk szerint 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 járnia.

Kulcsszavak: katasztrófavédelem, szénhidrogénipar, kőolaj- és földgázkitörés, ipari katasztrófák, megelőzés

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, doktorandusz, e-mail: andras.toth@katved.gov.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7365-6620>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi tanár, e-mail: siposne.kecsekemethy.klara@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4150-7823>

³ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi docens, e-mail: endrودي.istvan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3376-1389>

In the two-part study we collected the accidents of the Hungarian hydrocarbon industry and we put them in chronological order. We began the grouping with hydrocarbon mining and the analysis of the related petroleum and natural gas eruptions in the first part, then in the second we continue with the disasters that happened during hydrocarbon processing and we review their consequences. In our opinions, in order to avoid bigger industrial disasters the authorities, the developers, together with the operators, 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. Bevezetés

A szénhidrogén-feldolgozás során előforduló káresetek vizsgálata és a katasztrófavédelmi eljárásrend javítását célzó tudományos kutatás folytatásaként a magyar olajipar kezdetétől napjainkig bekövetkezett káreseményeket tártuk fel és rendszereztük szerzőtársaimmal. A korábbi évek kutatása során Tóth András szerző megvizsgálta és rendszerezte a külföldi szénhidrogén-, ezen belül a bitumenfeldolgozással kapcsolatos káreseteket. Feltárta a robbanások, tüzesetek okát, kémiáját és a technológiai hiányosságokat. Szerzőtársaival korábbi cikkekben vizsgálta a környezeti katasztrófák szerepét, hatását a szénhidrogén-feldolgozásra,⁴ az ember és a terrorizmus befolyását, valamint a föld alatti gáztárolókkal kapcsolatos komplex katasztrófavédelmi feladatrendszer.⁵

A szénhidrogén-feldolgozás alapja a szénhidrogén-bányászat, az egyik legösszetettebb és legveszélyesebb tevékenység. Szorosan összefügg a földtani ismeretekkel, alapjai a fizika, geofizika, kémia, matematika és a biológia. A hazai szénhidrogén-termelés alapját, a bányászat oktatásának kezdetét Faller Gusztáv előadásaitól számíthatjuk az 1850–1860-as évektől.⁶ Az 1850–1893-ig tartó időszak a kőolajbányászat hőskorának első epizódja, a kitermelés szempontjából eredménytelen időszaknak számít. 1893-ban Böckh János vezetésével megkezdődött a szervezett földtani alapon történő, államilag finanszírozott kutatás, feltérképezés.

1907-ben a Magyar Kincstár Lóczy Lajos irányításával az Erdélyi-medencében megkezdte a kutatást, és 1909-ben a kissármási fúrás során felfedezték Európa akkori legnagyobb földgáz-előfordulását. 1910-től a kincstári kutatásokat Böckh János fia, Böckh Hugó vezette,⁷ és folytatta kutatócsoportjával az Erdélyi-medence földtani felkutatását és a gázt tartalmazó terület feltárását. 1914-ben feltárták Egbellen az ország

⁴ Tóth András – Siposné Kecskeméthy Klára: Magyarország legjelentősebb természeti katasztrófái – Online katasztrófatérkép. *Műszaki Katonai Közlöny*, 27. (2017), 4. 148–169.

⁵ Tóth András – Endrődi István: A katasztrófavédelem komplex feladatrendszere föld alatti gáztároló üzemek esetén. *Hadmérnök*, 14. (2019), 2. 143–156.

⁶ A Magyar Tudományos Akadémia keretében folyó munkálatok, Bányagéptan, műszaki mechanika, szénhidrogén-termelés. In Bekény István – Dányi Dezső – Kollega Tarsoly István: *Magyarország a XX. században*. IV. kötet. Szekszárd, Babits, 1996–2000.

⁷ Böckh János geológus mérnök és Böckh Hugó geológus életrajzát lásd a Magyar Életrajzi Lexikonban.

első kőolajmezőjét, végül 1918-ban a horvát medencében a bujavicai kőolaj- és földgáz-előfordulást.⁸

A szénhidrogén-bányászat hatékonyságát a kőzetek átteresztőképessége és/vagy a folyadék viszkozitásának hányadosa határozza meg, vagyis a kőzet pórusaiban elhelyezkedő kőolaj és földgáz mozgékonyasága. Minél nagyobb a folyadék mozgékonyasága, minél nagyobb a kőzet átteresztőképessége és minél kisebb a folyadék viszkozitása, annál könnyebben, gyorsabban és olcsóbban kitermelhető. A kitermelési technológia alapján hagyományos és új szénhidrogénkinyerési technológiákat különböztetünk meg.⁹ A magyarországi szénhidrogén-bányászat, az olajtermelés kezdete: a Zala megyei Bázakerettyéhez közeli Budafapusztán a Budafa 2-es fúrás 1937. november 21-én állt termelésbe, majd megépült az olaj befogadására az első tankállomás.¹⁰

A csővezetékes szállítás Magyarországon az 1930-as évek sikeres ásványolaj-kutatásai, a dél-zalai olajmezők feltárása és termelésbe vonása után fejlődött ki. A kőolajszállítás elsőként a Lovászi–Bázakerettye–Csepel vezetéken indult meg 1939-ben, és ebből ágazott ki vezeték a Szőnyi Olajfinomítóba, illetve a Péti Vegyiművekbe. A kőolajvezeték a II. világháborúig mintegy 300 km hosszban épült ki.¹¹



1. ábra

A történelmi Magyarország kőolaj- és földgáz-előfordulásai

Forrás: Csíky (1989) i. m. 24.

⁸ Csíky Gábor: A magyar kőolaj- és földgázkutatások története kezdettől 1918-ig (II. rész). *Földtani Kutatás*, 32. (1989), 1. 23–40.

⁹ Pápay József: Konvencionális és nem konvencionális kőolaj-és földgázkitermelő eljárások és várható szerepük az energiaellátásban. *Magyar Tudomány*, 176. (2015), 11. 1285–1294.

¹⁰ Csath Béla: *Combig a Kis-Balatonban hegesztették az első kőolajvezetékét*. Magyar Olaj- és Gázipari Szakszervezet.

¹¹ Kovács Ferenc: *Közeledéstan jegyzet*, 16. *Csővezetékes szállítás*. Győr, Széchenyi István Egyetem.

Féderer Imre szerint 1936 óta több mint 70 kútkitörés történt Magyarországon. A kitörések gyakorisága a használt eszközök minőségével és a műszakváltással is összefüggésbe hozható. A rendszerváltást követően azonban jó minőségű, ritkábban meghibásodó eszközöket használtak, kevesebb mélyfúrási tevékenységet végeztek, valamint a leépítések során a leggyakorlottabb szakembereket tartották meg. 1992 óta van kitörés-megelőzési oktatás a Miskolci Egyetem Olajmérnöki Tanszékén, ami szintén hozzájárult az utóbbi évek kútkitöréseinek alacsony számához.¹²

A szénhidrogén-bányászat és -feldolgozás lassan 140 éves történelmi fejlődése során is megfigyelhető a megelőzés fontos szerepe, valamint a katasztrófák bekövetkezését követő önértékelő magatartás az üzemeltetők és hatóságok részéről. Egy-egy káreset a hatóságok munkáját, ellenőrzési módszerét, annak kiterjesztését az események más nézőpontból történő vizsgálatára, vagyis a folyamatos fejlődést, még inkább a megelőzésre való összpontosítást hozta magával. Az elmúlt évek balesetei azt sugallják, hogy létfontosságúak a szénhidrogén-feldolgozás káreseivel szembeni ellenállóképesség fokozása, a károk enyhítéséhez és a káresetek bekövetkezését elkerülő módszerekhez történő alkalmazkodás, valamint a technológiai folyamatok biztonságának javításához és a fenntartható fejlődés biztosításához szükséges feltételek. A megelőző és a feltáró intézkedések hatékony végrehajtásának és a válságtervezésnek alapvető eleme a szénhidrogén-bányászat, a termelés és feldolgozás sebezhetőségének felmérése, amelyet egyedi és helyi fenyegetések kockázthatnak.

2. Adatbázis a szénhidrogénipar káreseiről

Tóth András szerző háromévi kutatómunkájának részeredménye a magyarországi szénhidrogénipari balesetek adatbázisa, amely időrendi sorrendbe állítja az eseményeket, település és helyszín, valamint keletkezési ok szerint. Amennyiben előfordult személyi sérülés vagy haláleset, és az anyagi kár mértékéről volt információ, azokat önálló mezőkben jelenítette meg. A táblázat alapján a helyszíneket az ArcMap¹³ alkalmazásban rögzítik.

1. táblázat

A szénhidrogén-káresetek adatbázisa

Forrás: Tóth András szerző szerkesztése, 2020

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Sérült	Elhunyt	Anyagi kár
1	1911. 01. 01.	Gázkitörés	Őrszentmiklós	Őrszentmiklós-Vicziántelegen	Földtani előkészítés nélkül, víztermelés céljából fúrtak			
2	1911. 06. 30.	Gázkitörés	Kissármás	Kissármás-1	Fúrás közben kitört a földgáz			

¹² Kocsor Judit: *Egyetemünk szakértői Pusztaszőlősen*. Miskolci Egyetem, 2000.

¹³ Az ArcMap és Desktop ArcGIS térinformatikai alkalmazások.

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Sérült	Elhunyt	Anyagi kár
3	1935. 06. 25.	CO ₂ Gázkitörés	Mihályi	Mihályi-1	Fúrás közben kitört a CO ₂			
4	1942. 03. 13.	Olajkitörés	Tótkomlós	Tótkomlós-II.	A produktív szint elérésekor bekövetkezett iszapveszteség			
5	1943. 05. 01.	Gázkitörés	Körösszegapáti	Körösszegapáti-K-1	Öblítőiszap egy részét elnyelte			
6	1943. 06. 18.	Olajkitörés	Tótkomlós	Tótkomlós-I.	Béléscső sérülés miatt a cső mögül gázszivárgás jelentkezett			
7	1944. 10. 15.	Gázkitörés	Lovászi	Lovászi L-94	Kútmentési munkálatok közben történt			
8	1946. 06. 12.	Gázkitörés	Lovászi	Lovászi L-110	A kitörésgátlót nem lehetett elzárni			
9	1948. 12. 03.	Gázkitörés	Körösszegapáti	Körösszegapáti-K-9	Béléscső perforálása közben a földgáz kidobta az iszapot			
10	1949. 02. 07.	Gázkitörés	Lovászi	Lovászi L-150	A L-110 kitörésből származó „kóbor” gázok hatására keletkezett gázkifúvás			
11	1950. 01. 01.	Tartályrobbanás	Ormándlak	6-os tankállomás	Hegesztés	1	1	
12	1951. 07. 18.	Olajkitörés	Tótkomlós	Tótkomlós-7	Izapveszteség lépett fel			693 000
13	1953. 05. 23.	Gázkitörés	Mezőkeresztes	Mezőkeresztes Me-65	A cementdugó kifúrásakor teljes iszapveszteség			
14	1953. 12. 10.	Gázkitörés	Tótkomlós	Nádudvar-Nu-1	Fúrás közben történt gázkitörés			
15	1961. 08. 23.	Gázkitörés	Nagyhegyes	Hajdúszoboszló HSZ-36	Kitermelés során történt öngyulladás			
16	1961. 12. 29.	Gázkitörés	Battonya	Battonya-37	Megbontották a fúrólyuk egyensúlyi helyzetét			
17	1963. 01. 03.	Olajgázmelevíz	Üllés	Üllés-3	A túlnyomásos rétegek megfúrása			
18	1963. 01. 08.	Gázkitörés	Lovászi	Lovászi-453	A kitörésgátló üzemi képtelensége			
19	1963. 03. 18.	Gázos-olajnyomásos vízbetörés	Üllés	Üllés-4	A túlnyomásos rétegek megfúrása			
20	1963. 05. 09.	Gázkitörés	Hajdúszoboszló	HSZ-59	A biztonsági csőrakat alatt elhelyezkedő gázlencse megdugattyúzása			

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Sérült	Elhunyt	Anyagi kár
21	1965. 01. 23.	Gáz vadkitörés	Szank	Szank-4 EOVS X (m) 133899 Y (m) 698536	Fúróiszap-visszaáramlás			
22	1965. 07. 07.	Olajkitörés	Tápé	Tápé-1 hévízkút olajkitörése	Geofizikai kiértékelés minősége	-	-	
23	1966. 02. 04.	Fűtőolaj-kihabzás	Százhalombatta	Százhalombatta DKV AV	Gőzszelep hibás záródása			
24	1966. 05. 20.	Gázkitörés	Lovászi	Lovászi L-453	Felsőbb szintű átfejtődés			
25	1966. 10. 06.	Nyersolaj-gyulladás	Nagylengyel	Nagylengyeli főgyújtó állomás	Nyersolaj mérése közben			
26	1968. 10. 16.	Gázrobbanás	Százhalombatta	Százhalombatta DKV AV-II	Technológiai hiba	2+ 16	8	
27	1968. 12. 19.	Gázkitörés	Algyő	Algyő 168-as olajkút	Gázkitörés begyulladt			
28	1969. 01. 01.	Tartályrobbanás	Répcelak	Szénsavtermelő Vállalat telepen folyékony széndioxid tárolótartály	Hegesztési varrat melletti ridegtörés	6+ 13	9	
29	1970. 09. 17.	Kőolaj égett	Százhalombatta	MÁV Finomító állomás és Százhalombatta között	Szerelvénynek tehervonat ütközött	1		több 10 M Ft
30	1974. 08. 22.	Tartályégés	Százhalombatta	Százhalombatta DKV 20 000 m ³ -es úszótetes nyersolajtartály	Villámcsapás			
31	1977. 11. 15.	Tartályuszálytűzese	Százhalombatta	Tartályuszály a DKV kikötőben fennakadt, kilyukadt	100 méterre történt hegesztéstől a kifolyt benzin begyulladt			
32	1979. 01. 25.	Gázkitörés	Zsana	Északi 2-es kút	A gáz berobbant és meg kellett kezdeni a berendezés mentését			
33	1979. 07. 11.	Tartályrobbanás	Százhalombatta	DKV bitumentöltő parkjában az 559 sz. bitumentartály	A leürítés után a maradék bitumen túlhevült			191 327 Ft
34	1981. 12. 29.	Gázkitörés	Algyő	683-as fúráspon, Maroslele község határa	Kútjavítás során			
35	1982. 05. 29.	Tartályrobbanás	Százhalombatta	Felső tároló területén álló, 2014-es jelű 2000 m ³ -es toluol tartály	Villámcsapás			5,6 M Ft
36	1982. 06. 09.	Tócsatűz	Tiszaújváros	Tiszai Finomító 60.002-es számú tartály	Leszakadt keverőmotor szikrája	-	-	

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Sérült	Elhunyt	Anyagi kár
37	1982. 08. 07.	Gázkitörés	Szeghalom	Szeghalom térségében a csikéri részen 14-es számú kutatófúrás	Kútszerelvény beépítés közben			
38	1982. 10. 14.	Gázkifúvás	Szeged	Algyői 619-es számú vízviszanyomó kút	Szikkaképződés	-	-	
39	1983. 01. 30.	Gázkitörés	Hajdúszoboszló	Nagyhegyes, 77-es számú kút	Termelő gázkút kitört			
40	1983. 03. 22.	Gázkitörés, vizes	Battonya	Battonya mellett, 144-es föltáró kutatófúrás	Fúrócsere során			
41	1984. 06. 18.	CO ₂ -gázkitörés	Balatonmagyaród	és Zalakomár térsége, 18-as számú kút	A fúrószerszám kiépítése közben			
42	1985. 04. 01.	Gázkitörés	Biharkeresztes	19-es számú kút	Ismeretlen			
43	1985. 05. 08.	Tartályégés	Százhalombatta	Dunai Kőolajipari Vállalat	Villámcsapás			
44	1985. 05. 19.	Gázkitörés	Füzesgyarmat	Szeghalom 107-es számú gáz-, illetve olajkút	Kitörésgátlót leszerelték, és 60 centiméterre megemelték			
45	1985. 12. 16.	Gőzkitörés	Fábiánsebestyén	Fábiánsebestyén-4 jelű kutatófúrás lemélyítése	Kúttalpi nyomásegyensúly megbomlott		1	
46	1986. 05. 28.	Tócsatűz	Százhalombatta	Dunai Kőolajipari Vállalat benzínfrakció üzem	Refluxszivattyú hibája			
47	1986. 06. 10.	Gázkitörés	Balatonmagyaród	Balatonmagyaród és Zalakomár között, olajkutató terület	Fúrószerszám kiépítése közben			
48	1987. 01. 24.	Gázkitörés	Szeghalom	Szeghalom 107-es számú kút	Leszerelt kitörésgátló			
49	1987. 08. 03.	Gázkitörés	Hajdúszoboszló	Hajdúszoboszló 163-as fúráspontra	Béléscső beépítés közben			
50	1995. 03. 31.	Gázömlés	Százhalombatta	Dunai Finomító	Gázömlés			
51	1997. 04. 30.	Tűzeset	Százhalombatta	Dunai Finomító 5 helyszínen 3 tűzeset	Áramkimaradás			
52	1997. 06. 03.	Olajömlés	Százhalombatta	Dunai Finomító	Töltés közben elmozdult			

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Sérült	Elhunyt	Anyagi kár
53	1997. 08. 15.	Körgyűrűtűz	Százhalombatta	Körgyűrűtűz alakult ki a 40.002-es számú úszótetős tartályon	Villámcsapás	–	–	
54	1998. 07. 28.	Körgyűrűtűz	Százhalombatta	Részleges körgyűrűtűz a 40.001-es számú úszótetős tartályon	Szabálytalan munkavégzés	–	–	
55	1998. 11. 14.	Gázkitörés	Nagy-lengyel	282/A jelű olajkút	A karbantartási munkafázis szünetében			
56	2000. 08. 18.	Olajos gázkitörés	Pusztaszőlős	Pusztaszőlős-Kaszaper, Psz-34-es kút	Kútfej javítása közben keletkezett		3	6 M Ft
57	2001. 01. 01.	Gázvezeték-robbanás	Tornyiszentmiklós	Tornyiszentmiklós határában	Ismeretlen			
58	2002. 01. 22.	Gázömlés	Nova	Nova, Szilvágy 31-es kút	Két 17 éves felgyűjtotta			
59	2002. 12. 08.	Gázrobbanás	Százhalombatta	Dunai Finomító	Fűtőgáz elegy megváltozása	2	2	
60	2003. 10. 29.	Gázrobbanás	Százhalombatta	Dunai Finomító Petróleum Hidrogénező Üzem	Gázkifújás			
61	2004. 04. 18.	Tócsatűz	Százhalombatta	Dunai Finomító AV-3 üzem	Tömítési hiba			
62	2004. 10. 04.	Füstölés	Százhalombatta	Dunai Finomító 5 helyszínen anyagfolyások, füstölések	Áramkimaradás			
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 ³ -es benzintartály	Szabálytalan munkavégzés	–	1	
66	2012. 05. 18.	Palást felhasadása	Zalaegerszeg	Zalai Finomító T1006-os tartály-robbanás	Technológiai hiba	–	–	

Sorszám	Időpont	Esemény	Település	Helyszín, kiegészítés	Káresemény oka	Sérült	Elhunyt	Anyagi kár
67	2012. 06. 26.	Palást felhasadása	Zalaegerszeg	Zalai Finomító T506-os tartályának felrobbanása	Technológiai hiba	-	-	
68	2013. 09. 04.	Gázkitörés	Biharkeresztes	Biharkeresztes és Berekböszörmény között	Gázkút csővezetékének felrobbanása			
69	2016. 03. 17.	Szigetelés begyulladása	Komárom	Komárom Telep 5014 jelű tartálya úszótető-szigetelésének begyulladása	A tömítés lecsúszása okozta			
70	2018. 07. 09.	Tartály szigetelése égett	Zalaegerszeg	Zalai Finomító területén telephellyel rendelkező vállalkozás területén	Tartálytöltés			
71	2018. 11. 20.	Tűzeset	Nagyhegyes	Magyar Földgázróló Zrt. földalatti gáztároló üzem	Technológiai meghibásodás			
72	2019. 11. 18.	Gázvezeték robbanás	Püspökkladány	Hajdúszoboszló-Endrőd között 800 milliméteres gázvezeték	Gázvezeték hasadt fel			

3. A szénhidrogén-bányászat káreseményeinek elemzése

A legtöbb komoly és hosszan tartó káreset a kőolaj- és földgáztermeléshez kapcsolódik. A föld mélye a geológusok előkészítő munkája ellenére is rengeteg meglepetést tartogat, súlyos káresemények forrása lehet. Elsősorban a fúrás, a kútkiképzés és a próbaüzem során keletkezhetnek előre nem látható, nehezen elhárítható események. Jelen fejezet az elkészült adatbázis alapján mutatja be a szénhidrogén-bányászat legnagyobb káreseményeit.

Az adatbázis eseménysorában többfajta esemény megnevezése található, de a keletkezés fő oka szerint kőolaj-, földgáz-, melegvíz- és gőzkitöréseket különböztünk meg. A gázkitörések rendszerint kőolajat, meleg vizet és gőzt is szállíthatnak/ szállítanak magukkal, és ez valamennyi formációra igaz. Ritka a pusztán olaj-, gáz- vagy melegvízkitörés, kisebb-nagyobb százalékban a szénhidrogéngáz és a vízgőz mindig jelen van. Az első és legfontosabb, hogy a kitörések keletkezésének alapjaival, főbb típusaival megismerkedve, a védekezés fortélyait ellesve, megtanulva, az olajipari szakemberek a kitörésekre utaló helyzeteket és állapotokat időben fel tudják ismerni és a kútkitörést meg tudják előzni, akadályozni.

Simon Norbert mérnök¹⁴ szerint a kitorések vizsgálatára önként adódó módszer, ha a kitorést előidéző okokat típusonként részletesen elemezzük, és e köré csoportosítjuk a bekövetkezett kitoréseket. Az egyes csoportokba sorolt gázkitörések keletkezésének megismerése után azok elkerülésének érdekében következtetéseket vonhatunk le. Ilyen következtetés lehet többek közt a biztonsági előírások revíziója.

A gázkitörések megállapított általános okai:

1. A fúrási folyadékok vagy rétegfolyadékok ellenőrizetlen áramlása miatt következett be.
2. A harántolt¹⁵ rétegekből a rétegtartalom a lyukba belépve azonos térfogatú öblítőiszapot szorít ki.
3. A fúrólyukba történő rétegtartalom-beáramlás, illetve lökés okozta nyomáshullám akkor válik kitoréssé, ha az alábbiakban felsorolt négy fő ok közül egy vagy több fennáll:
 - a) nem észlelik idejében;
 - b) elmulasztják a kezdeti intézkedéseket;
 - c) hiányoznak az ellenőrző műszerek;
 - d) az ellenőrző műszerek nem működnek tökéletesen.

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

1. gázátfejtődés¹⁶ következtében nem hidrosztatikus nyomású réteget harántolnak át;
2. a lyuktöltést elmulasztják;
3. a lyuktalpra ható hidrosztatikus nyomás a gyors kiépítés következtében csökken;
4. a hidrosztatikus nyomás iszapvesztés miatt csökken (részleges vagy teljes iszapvesztés);
5. túlnyomásos, jó áteresztőképességű rétegeket harántolnak.

4. A jelentősebb kútkitorések, olaj- és gázkúttüzek hazánkban

4.1. Gőzkitörés

A geotermikus energia kiaknázása szervesen kapcsolódik a geológiához és földtanhoz, valamint a szénhidrogén-bányászathoz. A megfelelő mélységű és anyagösszetételű kőzetrétegek megfúrása kevés szénhidrogén-tartalmú melegvizet szolgáltat. Az adatbázisban regisztrált egyetlen és legnagyobb gőzkitörés 1985-ben Fábiansebestyénél következett be.

¹⁴ Simon Norbert: Néhány gázkitörés elemzése. *Kőolaj és Földgáz*, 102. (1969), 2. 1–64. 56–59.

¹⁵ Átfúrt réteg.

¹⁶ A bélésűcsövön, a bélésűcső mögötti tartományban a cementezésben kialakult csatornákon vagy repedéseken, valamint a termelőcsövön bekövetkező sérüléseken gázszivárgás lép fel.

1985. Fábiansebestyén

A Fábiansebestyén–4 jelű kutatófúrás lemélyítését egy magas hőmérsékletű, túlnyomásos geotermikus rezervoár¹⁷ feltárására végezték, amikor súlyos üzemi baleset történt, ami jelentős környezeti károsodással járt. A fúrólukban éppen fúrócsere miatti kiépítés folyt, amikor a kúttalpi nyomásegyensúly megbomlott, és jelentős iszaptúlfolyás keletkezett. A lefúvató rendszer elzárásakor a kútban kialakuló nyomáshullám a szerszámot és a súlyosbítót nagy erővel lökte a kitörésgátlóhoz,¹⁸ és az a biztonsági tolózárat letörte, a baleset elhárításán dolgozó főfúrómester halálosan megsebesült. A kitörés hamarosan kitermelte a kutat megtöltő iszapmennyiséget, és az iszap elfogytával gőzkitöréssé alakult, vízgőzkeveréket kilövellve.¹⁹ A hazai és amerikai kitörés-elhárítási szakemberek többszöri sikertelen próbálkozást követően hagyományos kúttelfojtási műveleteket alkalmaztak.

4.2. Gázkitörések

A kútkitörések jellemző gáza a földgáz, amely szénhidrogén-alapú gázok gyűlékony elegye. Fő összetevője a metán, mellette magasabb szénatomszámú szénhidrogéneket (etán, propán, bután, pentán, hexán), illetve éghetetlen alkotókat (szén-dioxid, nitrogén) is tartalmaz.

1950. Gellénháza

A zalai olajmezőn sem volt ritka esemény a baleset. A Gellénháza tankállomás főgyűjtőjének közelében a 28-as kúton kútjavítás közben, a felszivárgó kőborgáz robbanása következtében egy ember meghalt.²⁰

1961. Nagyhegyes

1391 m elérésekor augusztus 23-án a bélésűcső beépítése közben nagy gázkitörés, kráterképződés keletkezett, majd másnap egy 30 m hosszú K–NY-irányú repedés keletkezett a fúrás körüli mezőn, kőborgázok törtek felszínre, és meggyulladt a kiömlő gáz, 200 m magas lángtenger alakult ki. Egyre nagyobb kráter nyílt a fúrás körül, amely végül elnyelte a fúróberendezést. A kiszórt kőzettörmelék 1,5 km sugarú körben szóródott szét. Augusztus 26-án kialudtak a gázfáklyák, augusztus 29-én megszűnt a kitörés. A kitörés helyén 6,5 m magas kráterperem és körülötte 34-55 m széles külső lejtő

¹⁷ Gyűjtőtartály, tározó.

¹⁸ A kútfej szerelvényhez vagy a karácsonyfához csatlakozó szerkezet, amely lehetővé teszi a kút lezárását abban az esetben is, ha a kútban fúró, termelő, bélésűcső, kábel vagy dróthuzal van.

¹⁹ Bobok Elemér – Tóth Anikó: *Túlnyomásos tárolók művelésének lehetőségei*. Miskolci Egyetem, 2010.

²⁰ Jáni János nyugdíjas gellénházi olajipari szakemberrel történt telefonos megbeszélés a robbanásról. Feljegyzés, 2019. 09. 18.

maradt. A krátert 13 m mély tó töltötte ki, számítás szerint 712 m³ úrtartalmú volt a kráter, amely később csökkent a partjainak csuszamlása következtében.²¹

1965. Szank

A szanki kutatási területen a 4. számú fúrásnál, január 23-án gáz vadkitörés keletkezett, ahol a vártnál hamarabb befűrtak a túlnyomásos tárolórétegbe, a biztonsági csőszakat sérülése miatt a kitörésgátlókat nem tudták bezárni, és a nyitott felső szintű laza rétegek iszapvesztesége következtében az iszapfajsúlyt sem tudták növelni.²²

1963. Lovászi

A Lovászi 453. számú kút január 8-i gázkitörését, egy felső szinttájon elhelyezkedő, átfejtődésből származó gáz kitörését nem tudták megakadályozni a kitörésgátló üzemképtelensége miatt.²³

1985. Füzesgyarmat

Füzesgyarmat határában a Szeghalom 107-es számú gáz-, illetve olajkút május 19-i lezárása során a technológiai eljárást szabályosan befejezték, majd a kitörésgátlót leszerelték és megemelték. Ekkor a kútból váratlan gyorsasággal éghető gáz- és kőolajtermék, valamint paraffin áramlott ki, mintegy 250 bar nyomással. A kiáramló anyag a kitörésgátló szerkezetnek ütközve, szórt sugarat képezve 10 méter magassáig lövellt fel. A kút környékén folytatott mentési tevékenységeket rendkívüli módon nehezítette a nagy területre kiszóródó gazolin, valamint az átlagosnál nagyobb mennyiségű eső.²⁴

1963. Üllés

Az Üllés 3-as számú kútnál a túlnyomásos rétegek megfúrását követően január 3-án olaj-gáz-melegvív-Kitörés történt. Az Üllés 4-es számú kútnál a gázos-olajnyomos vízbetörés-folyamat játszódott le március 3-án. Az olajjal és vízzel kevert gáz mintegy 40 méteres sugárban lövellt a magasba. A gázkitörések katasztrófális méretűek voltak, és a berendezés részleges elvesztését eredményezték. Az alsópannon márga, mészmárga jól záródó rétegei alatt 60%-os túlnyomás jelentkezett, ez okozta a két fúrásnál a vadkitörést.²⁵

²¹ Körössy László: Az Észak-Tiszántúli kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. *Általános Földtani Szemle*, 31. (2014), 51–178. 64.

²² Simon Norbert: Gázkitörések elemzése, kitörés elleni védelem. *Földtani Kutatás*, 11. (1968), 3–4. 1–81.

²³ Uo.

²⁴ Kincses Gyula: Újabb gázkitörés Füzesgyarmaton. *Tűzvédelem*, (1985), 9. 22. Katasztrófavédelem Központi Múzeuma.

²⁵ Körössy László: Az Alföld délkeleti része kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. I. rész. *Általános Földtani Szemle*, 29 (2005), 41–132. 95.

1963. Hajdúszoboszló

Hajdúszoboszló HSZ-59-es számú kútjának május 9-i kitörését a biztonsági csőszakat alatt elhelyezkedő gázlencse megdugattyúzása okozta. A kiépítés utolsó szakaszában, amikor a lyukban már csak a súlyosbító²⁶ és két szakasz fúrórúd volt, a kút termelni kezdett. A kitörésgátlókat bezárták, és pár perc múlva az aknában és tornyon kívül a felszínen gáz jelentkezett. A kitörésgátlókat kinyitották a lyuk tehermentesítése érdekében, azonban a kúton kívüli gázkifúvás egyre erősebbé vált, majd kráter keletkezett, és a fúrótorony a gépi egységekkel együtt a kráterba süllyedt.²³

1968. Algyő

Az ország egyik legnagyobb gázkitörésének elfojtásáért majd egy hónapon át megfeszített küzdelem zajlott. A kitörés előzménye, hogy az Algyő 168. fúrás befejezett rétegvizsgálatok eredménye alapján olajtermelőnek minősült, de termelésbe állítása nem történt meg. A leművelési tervnek megfelelően a kút kettős kiképzésén dolgoztak, két termelőcsövet építettek be. Az egyikben olajat termeltek, a másikon földgázt vagy vizet sajtoltak volna vissza valamelyik rétegbe, hogy az olaj kiszorításához szükséges rétegnomást és az olaj felszínre emelését biztosító rétegenergiát fenntartsák. 1968. december 19-én reggel a Szeged 1. szint ismételt rétegvizsgálata után a kutat el akarták fojtani. Elfojtáskor a termelőcsőfej köztulózára tisztázatlan körülmények között leszakadt, vagy a téli hidegben elfagyott csőköztulót meleg vízzel próbálták kiolvasztani, ezért szakadt le, és a 2"-os közdarabján keresztül kitört az olaj és gázugár, amely begyulladt. Az alépítmény lehúzatásakor a karácsonyfa alsó közdarabja is kiszakadt a termelőcsőfej szögpereméből, ezáltal szabadabbá vált az út egy második gázugárnak. A két égő sugár spirális lángoszlopot alkotott, átmérője 10-15 méter volt, magassága pedig elérte az 50 métert. December 26-án délelőtt a terület és a láng lehűtésében már kellőképpen gyakorlatot szerzett 160 tűzoltó és 150 honvéd 42 darab, egyenként 500 l/perc teljesítményű kézi sugárral, két 4000 l/perc és hét 1500 l/perc teljesítményű vízágyúval előkészítette és biztosította a szovjet turboreaktív oltóberendezés²⁷ beállítását, amelyet a szovjetek is csak egyszer próbáltak ki, Lvov környékén. A berendezés a második oltási kísérletnél egy-másfél perc alatt eloltotta a termelőcső függőleges sugarát. Január 8-án a -18 °C fokos fagy megakadályozta az olaj visszacsorgását, emiatt este lezárták a függőleges sugarat, és ezzel meggátolták az olaj további és nagymértékű szét-szóródását. Több sikertelen elfojtási kísérlet következett, majd a gázmentes iszap felszínre jutásával a kút elcsitult.²⁸

²⁶ A súlyosbító a fúrósár eleme, a vastag falú fúrórúd átmenetet képez a fúrórúd és a súlyosbító között.

²⁷ Mobil, vízköddel oltó berendezés, terepjáró gépjárműre szerelt vízporlasztású repülőgép sugárhajtómű.

²⁸ Dobai Gábor: A magyar olaj és földgáz története XI. *Víz, Gáz, Fűtéstechnika és Hűtő, Klíma, Légtéchnika szaklap*, (2014), 3.

1979. Zsana

A Zsana E-2 fúrás óriási gázkitörést okozott. 1979. január 24-én kiépítés közben gázos iszapot termelt a fúrás, a gáznyomás felerősödött, és az utolsó öt rakatot és a súlyosbítót hatalmas erővel kilökte. A kitörésgátlót sikerült lezárni, de a gőznyomás a lefúvatóhoz csatlakozó csövet leszakította, az eközben keletkezett szikrától belobbant a gáz, és két 90–60 m magas lángoszloppal égett.²⁹ A hatalmas gázfáklyával 23 napig küzdöttek a tűzoltók: „locsolták” vízzel, lötték tankkal, valamint turboreaktív oltóberendezés, eróziós csövágó is segítette a küzdelmet, végül a lángoszlop eloltását követően, kitörésgátló ráhelyezésével fojtották el a kutat. Az óriási költségeken kívül más kár nem keletkezett.³⁰

1998. Nagylengyel, CO₂-gázkitörés

1998. november 14-ről 15-re virradó éjszaka Zala megyében a nagylengyeli kőolajmező 282/A jelzésű kútja az egyik karbantartási munkafázis közben tartott szünetben meghibásodott. A kútból jelentős mennyiségű szén-dioxid gáz áramlott a felszínre. A szén-dioxid és a gázban jelen lévő kénhidrogén mérgező tulajdonsága miatt a környéket lezárták, és elrendelték a levegőnél nehezebb fajsúlyú CO₂ által az alacsonyabban fekvő terület leginkább veszélyeztetett három községének, Bak, Sárhida és Bocfölde lakosságának azonnali kitelepítését. A hatóságok a tűzoltósággal, a rendőrséggel és a polgári védelemmel szoros együttműködésben a települések mintegy 3000 fős lakosságának tájékoztatását, elszállítását, elhelyezését, ételmezését és megnyugtatótást hajtották végre. A MOL Rt. szakemberei végezték a kútkitörés megszüntetését célzó munkát.³¹

2000. Pusztaszőlős

A Pusztaszőlős Psz–34. számú kút 2000. augusztus 18-án, a homokszűrő szerelvényének cseréje közben kitört, és a kiáramló gáz rövid időn belül belobbant. A kitörés elfojtására 2000. november 16-án került sor. A Környezetgazdálkodási Intézet mobil mérőállomása folyamatosan mérte a Psz–34. számú gázkút környezetének levegőminőségi, valamint a légkör fizikai állapotának jellemző paramétereit. A mérési eredmények értékelése során több szempont alapján próbálták meghatározni a gázkitörés környezetre gyakorolt hatását. A kitörés főként a levegő- és vízminőségre, valamint a zajszintre jelentett terhelést.³²

²⁹ Körössy László: A Duna–Tisza-köze kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. *Általános Földtani Szemle*, 26. (1992), 3–162. 143.

³⁰ Tokovics József et alii: *A Magyar Honvédség képességei és a katasztrófaelhárítás kihívásai 2000–2011*. Budapest, Zrínyi, 2012. 51.

³¹ Bencsik István – Dercsényi László: Szén-dioxid gáz kitörésének elhárítása és tapasztalatai. *Kőolaj és Földgáz*, 33. (133.) (2000), 5–6. 49–55.

³² Kovács Gábor – Szalay Ilona: *A pusztaszőlősi PSZ–34. sz. kút kitörésének hatása a környezetre*. Szeged, Földrajzi Konferencia, 2001. 1.

A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal a Kőolajkutató Vállalat mulasztását állapította meg: a súlyos üzemzavar azért következett be, mert a kúton bekövetkezett gázkifúvás a kitörésgátló bezárásával nem volt megszüntethető, és a további zárási műveleteket a kútbeindulás késői észlelése és az ilyenkor szükséges intézkedések elmaradása miatt kialakult körülmények lehetetlenné tették.³³

5. A kútkitörések megelőzése, elhárítása és vizsgálata

5.1. A kitörések megelőzése

Az 1960-as évek közepén a kitörések megelőzése érdekében az alábbi intézkedések történtek:

- A vadkitörések elkerülése érdekében felülvizsgálták az alföldi kutatási területeken a talaj laza szerkezetű felső szintjeit rétegrepesztési szempontból, és a biztonsági csőrákat olyan saruállással helyezték el, ahonnan már a rétegek felrepesztésének és ezzel együtt a kráterképződésnek a veszélye nem állt fenn.
- A túlnyomásos rétegek megfúrásához a kutakat úgy képezték ki, hogy az iszapvesztésre hajlamos rétegeket további béléscsövek mögé tették, és ezzel megteremtették a túlnyomásos rétegek hidrosztatikus ellennyomását.
- A kitörések megelőzésére, a ki-, beépítések okozta nyomáshullámok elkerülésére szolgálati utasításokat készítettek.
- A kútfej³⁴ szerkezetét módosították, mindenütt megszüntették a kifolyóra szerelt kitörésgátlót, amely csak komplikáltabb zárási lehetőséget és felesleges hibaforrást jelentett. A berendezéseket mindenütt korszerű távműködtetésű kitörésgátlókkal szerelték fel: 2 500 méterig 2 db, ennél mélyebb fúrásoknál pedig 3 db kitörésgátlót alkalmaztak. Nagy mélységű és túlnyomásos fúrásaiknál harmadik kitörésgátlóként mindenütt hydrill rendszerű kitörésgátlót szerelnek fel.
- Az alföldi és dunántúli Kőolaj Fúrási Üzemeknél kitörésvédelmi brigádokat hoztak létre. Ezek rendszeres elméleti és gyakorlati oktatásban részesültek, és korszerű mentőfelszereléssel voltak ellátva. A kitörések elfojtásához szükséges anyagok tárolására külön raktárak létesültek.
- A fúrási tevékenység műszerezettségének fejlesztése és megvalósítása folyamatban volt.

Simon szerint³⁵ a kútkitöréseket a rövid vagy sérült biztonsági béléscsőrákat, hiányzó cementpalást, a tömítetlenség és az üzemképtelen kitörésgátló idézte elő. Egyetlen esetben sem tapasztalták a biztonsági csőrákat vagy lyukfejszerelvény felrepedését a kitörést követően. Megállapította, hogy sok esetben a pontos és szakszerű emberi tevékenység hiánya vezetett a kútkitörésekhez. Később észlelték a rétegtartalom kútba

³³ A Bányászati Hivatal a Kőolajkutató mulasztását határozta meg a pusztaszőlősi gázkítörés okaként. MOL Médiaszoba, 2000.

³⁴ A kiképzett és termelésre alkalmassá tett kútra felszerelt elzáró szerelvények együttese.

³⁵ Simon (1969) i. m.

történő belépését, és nem tudták megakadályozni a kitorés kifejlődését. A fúrási tevékenység műszerezettségének fejlesztését szorgalmazta, amivel a kitorések időben észlelhetők. Azt vallotta, hogy a technológiai fegyelem további szilárdításával, valamint az utasítások maradéktalan betartásával, illetve betartatásával elkerülhetők a kitorések, és a fejlődő kutatási tevékenység negatív jelenségei megszüntethetők.

5.2. Iszaptartálysint és folyadékszállítást mérő műszerek

A rétegfuidumnak a kútba lépését, vagy öblítőiszapnak a rétegbe való elvesztését jelző vagy mutató műszerek tartoznak ebbe a csoportba. Néhány nagy jelentőségű fúrási feladatot ellátó berendezés már rendelkezik olyan műszerrendszerrel, amely elektromos vagy pneumatikus közvetítéssel mutatós vagy digitális kijelzőműszeren mutatja az öblítőrendszerben keletkezett iszapszaporulatot vagy iszapfogyást, a legexponáltabb fúrásoknál ezt az adatot is jelzi, és regisztrálja a fúróberendezés mellé telepített műszerkabin (Data Unit, Geo-service, MIKI).

A fúró-, lyukbefejező és kútjavító berendezések zöme az 1960-as években azonban még nem volt ellátva iszapmennyiség-összegző műszerrendszerrel, és megoldásként elektromos dudát működtető maximum-minimum kapcsolókkal rendelkező úszók adtak tájékoztatást a már veszélyesnek minősíthető öblítőiszapmennyiség-változásról.¹⁵

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt kitorés-elhárítási mentőszervezete a hazai gáz- és olajkútkitorések tapasztalataira támaszkodva egyrészt a KGST Kitoréselhárítási Koordinációs Centrum segítségével az akkori Kitoréselhárítási Egyezmény tagországaiban (Bulgária, Csehszlovákia, Német Demokratikus Köztársaság, Lengyelország) bekövetkezett kútkitorések eseményeiből, illetve a nyugati országok vagy fejlődő államok olajiparában bekövetkezett kútkitorések tapasztalatainak közleményeiből, másrészt a Szovjetunióban vagy Romániában bekövetkezett kitorések ismertté vált adataiból gyűjtött össze tapasztalatokat, jó gondolatokat, amelyeket a műszaki fejlesztésben fel tudott használni.³⁶

5.3. A kútkitorések elhárítása

Az Algyő 168-as számú kút olaj- és gázkitorésénél a volt Szovjetunió grozniji kőolajbányászati kitoréselhárítási mentőszakemberei és a moszkvai olajkúttűzoltási szakemberek vettek részt az akkori hazai eszközökkel megoldhatatlannak látszó algyői olajtűz oltásában és a kitorés elhárításában. Ugyancsak szovjet olajkúttűzoltási egységek nyújtottak segítséget a lengyelországi Daszewo és a szlovákiai Hrušky olaj-, illetve gázkúttűzének oltásánál és felszámolásánál. A volt szovjet fúrasi trösztöknél és geológiai kutatóvállalatoknál területenként külön-külön megszervezett, rendkívüli tapasztalatokkal és gyakorlattal rendelkező félkatonai kitoréselhárítási és kúttűzoltási alakulatok végezték, a trösztök dolgozóival, a kitorések és kúttűzök felszámolását.

³⁶ Buda Ernő: A magyar kitoréselhárítás műszaki fejlesztése a zsanai gázkitorés megfékezése után. *Földtani Kutatás*, 24. (1981), 4. 84–90.

Az óceánon túl, az Amerikai Egyesült Államokban néhány olyan kitoréselhárítási és olajkúttűzoltási vállalkozó van, akinek a neve világhírűvé vált. Közülük fogalommá vált a fél lábát kitoréselhárítás közben elvesztett, de ennek ellenére továbbra is tevékeny Myron Macy McKinly neve; a legutóbbi időkig a legismertebb volt a legkomplikáltabb feladatok megoldását is vállaló Red Adair Company neve, és az ebből a vállalkozásból kivált mentési szakemberek által létrehozott Roots & Boots International Well Control Inc. cég. A fentiekben megnevezett vállalatok, cégek mentőcsoportjainak tagjai hívásra a világ bármely pontjára elmennek, ők rendkívüli műszaki háttérrel rendelkező kúttűzolt és -kitorést megfékező profik. Munkájukat a világ számos nagy fúrési és kutatási vállalata vette igénybe.³⁷

A szerzők véleménye szerint az 1960-as évek lezárásaként 1970-nél húzzunk egy határvonalat. Az 1960-as évek olaj- és gázkitorései arra készítették az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztöt, hogy az Országos Tűzoltó Parancsnoksággal és a Miskolci Egyetem 1964-ben megalakult Olajmérnöki Tanszékével közösen megkezdjék a felkészülést a nagy kútkitorések elhárítására. A Magyar Néphadsereg alakulatának első lépése a szovjet mintára kifejlesztett, de tökéletesített turboreaktív oltóberendezés gyártása volt. A mérnökök egy VK-1 típusú hajtóművet szereltek fel egy terepjáróra. A Big Wind néven híressé vált gép utolsó verziója két MIG-21 hajtóműből áll, amelyeket egy T-34-es harckocsi alvázára szereltek (2. ábra).

Második lépésként az algyői olajmezőn egy speciális gyakorlóteret alakítottak ki, ahol lehetővé tették a kitorések leképezését, egy az egyben, élesben, kontrollált körülmények között az algyői olajkitoréshez nagyon hasonló komplikációt tudtak előidézni.

Közel száz méteres, betonozott gyakorlókút épült, ahová aggregátorokkal gázt és olajat pumpálhattak, a kitorés mértékét akár 800 ezer köbméter/nap (gáz) és 5000 köbméter/nap (olaj) mennyiségig tudták fokozni. Az első kútkitorés-elhárítási gyakorlat 1970. május 11-én zajlott le, teljes sikerrel.³⁸



2. ábra

A Big Wind (nagy szél) kuvaiti bevetésen

Forrás: Galambos Sándor: *Birodalmi lépegető*. Honvédelem, 2019.

³⁷ Buda Ernő: Tapasztalatok hasznosítása néhány magyarországi és külföldi gázkitorés elhárításából. *Földtani Kutatás*, 27. (1984), 2. 55–69.

³⁸ Heizler Zoltán: *A Magyar Tűzoltó Szövetség százötven éve (1870–2020)*. Magyar Tűzoltó Szövetség, 2019.

5.4. A kútkitörések vizsgálata

A Bánya Főfelügyelőség a Miskolci Egyetem Olajmérnöki Tanszékének kitorésvédelmi szakembereit, Szepesi Józsefet, Féderer Imrét és Szabó Tibort kérte fel, hogy vegyen részt a pusztaszőlősi gázkitorés okainak vizsgálatában. A MOL a diákoknak is lehetővé tette, hogy szakmai kirándulást tegyenek Pusztaszőlősen, és élőben tanulmányozzák ezt a ritka esetet.

A kitorések számának csökkentésében nagy szerepe volt az Olajmérnöki Tanszéknek, ahol 1980 óta folyik kitorésvédelmi oktatás. A nappali tagozatos hallgatók fél évig tanulják a kitorésvédelmet, az ipari szakemberek pedig egyhetes tanfolyamokon vehetnek részt. A mélyfúrásban szerzett tapasztalatok, az oktatási tapasztalatok és az oktatók nemzetközi vizsgája alapján az itt folytatott oktatási tevékenység megfelel az amerikai és az északi-tengeri rendszereknek: a kitorés megelőzését mélyfúrási szimulátoron gyakorolhatják az oktatás során; a kitorésvédelmi laboratóriumban érzékeltetni lehet a kitorés kezdetét, így a hallgató meg tudja tenni a megfelelő lépéseket, hogy a kitorés ne következzen be, ha mégis megtörténik a baj, akkor élethű hangeffektusok hallhatók; a külföldön dolgozó szakembereknek az előírások szerint részt kell venniük az egyhetes tanfolyamon.³⁹

A szénhidrogén-bányászat fénykorában előforduló kútkitörések összefoglalását Buda Ernő végkövetkeztetéseivel zárjuk:

1. „Bár a felsorolt magyarországi gázkitorések oka és a kitorésselhárítás menete esetenként más és más volt, az esetek zöme alaptípusokra vezethető vissza.
2. Bebizonyosodott, hogy a kitorések legnagyobb része megakadályozható vagy megelőzhető lett volna gondosabb előkészítéssel, a berendezés előírás szerinti kitorésmegelőzési ellenőrzésével, a veszély pillanataiban a veszély helyes felismerésével az előírászerű vagy elvárható magatartással.
3. Jóllehet a magyar kőolajbányászat kellő rutinnal bíró »kitorésselhárítási mentőcsapattal« rendelkezik, a kitorések számának jövőbeli csökkentése csak a prevenció és az ellenőrzés útján érhető el.”⁴⁰

6. Következtetések

Az olajipar magyarországi katasztrófáinak feldolgozása, egy csokorba gyűjtése és rendszerezése hiánypótló vállalkozásnak tűnt a szerzők számára. A káreseményeket feldolgozva lehet megérteni és leírni az okokat, majd elgondolkodni a felkészülés és a megelőzés lehetőségén, ahogyan azt az olajipari szakemberek anyagi javakat, technikai eszközöket nem kimélve az 1970-es évek elején megtették a kitorésselhárítás gyakorlatának fejlesztése érdekében.

³⁹ Kocsor (2000) i. m.

⁴⁰ Buda Ernő: Kőolaj-, földgáz- vagy vízkitorések a magyar szénhidrogénfúrások mélyítése és termelése közben. *Kőolaj és Földgáz*, 19. (119.) (1986), 11. 339–343. 342.

A kőolajbányászat, szénhidrogén-feldolgozás közel 140 éve alatt a geológusok, szakemberek, olajipari mérnökök folyamatosan tanultak az itt feldolgozott káresemények különböző fajtáiból.

A védekezések során láttuk a szakembergárda és a honvédség, valamint a korábbi eseteknél a tűzoltóság és a polgári védelem együttes munkáját és a munka sikeres eredményét. A cikksorozat második részében a szénhidrogén-feldolgozás és -szállítás káreseményeit, valamint a megelőzés és a rendkívüli esetek kezelését tekintjük át, és teszünk összegző következtetéseket.

Felhasznált irodalom

A Magyar Tudományos Akadémia keretében folyó munkálatok, Bányagéptan, műszaki mechanika, szénhidrogén-termelés. In Bekény István – Dányi Dezső – Kollega Tarsoly István: *Magyarország a XX. században*. IV. kötet. Szekszárd, Babits, 1996–2000. Elérhető: <http://mek.oszk.hu/02100/02185/html/903.html> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 13.)

A Bányászati Hivatal a Kőolajkutató mulasztását határozta meg a pusztaszőlősi gázkitörés okaként. MOL Médiaszoba, 2000. Elérhető: <https://mol.hu/hu/molrol/mediaszoba/2151-a-banyaszati-hivatal-a-koolajkutato-mulasztas-at-hatarozta-meg-a-pusztaszolosi-gazkitores-okakent/> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 26.)

Bencsik István – Dercsényi László: Szén-dioxid gáz kitorésének elhárítása és tapasztalatai. *Kőolaj és Földgáz*, 33. (133.) (2000), 5–6. 49–55. Elérhető: www.ombkenet.hu/bkl/koolaj/2000/bklkoolaj2000_0506_01.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 21.)

Bobok Elemér – Tóth Anikó: *Tűlnyomásos tárolók művelésének lehetőségei*. Miskolci Egyetem, 2010. Elérhető: http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/boboke_totha_tulnyomasos_tarolok_muv_lehet_.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 15.)

Buda Ernő: A magyar kitoréselhárítás műszaki fejlesztése a zsanai gázkitörés megfékezése után. *Földtani Kutatás*, 24. (1981), 4. 84–90. Elérhető: http://epa.oszk.hu/02700/02732/00103/pdf/EPA02732_foldtani_kutatas_24_4_84-90.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 21.)

Buda Ernő: Kőolaj-, földgáz- vagy vízkitörések a magyar szénhidrogénfúrások mélyítése és termeltetése közben. *Kőolaj és Földgáz*, 19. (119.) (1986), 11. 339–343. Elérhető: http://mandadb.hu/common/file-servlet/document/436259/default/doc_url/bklkoolajesfoldgaz_1986_11.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 24.)

Buda Ernő: Tapasztalatok hasznosítása néhány magyarországi és külföldi gázkitörés elhárításából. *Földtani Kutatás*, 27. (1984), 2. 55–69. Elérhető: http://epa.oszk.hu/02700/02732/00111/pdf/EPA02732_foldtani_kutatas_27_2_055-070.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 22.)

Csath Béla: *Combíg a Kis-Balatonban hegesztették az első kőolajvezetékét*. Magyar Olaj- és Gázipari Szakszervezet. Elérhető: <https://molbanyasz.hu/2017/10/25/combig-a-kis-balatonban-hegesztettek-az-első-koolajvezeteket/> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 22.)

- Csíky Gábor: A magyar kőolaj- és földgázkutatások története kezdettől 1918-ig (II. rész). *Földtani Kutatás*, 32. (1989), 1. 23–40. Elérhető: http://epa.oszk.hu/02700/02732/00127/pdf/EPA02732_foldtani_kutatas_32_4_023-040.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 14.)
- Dobai Gábor: A magyar olaj és földgáz története XI. *Víz, Gáz, Fűtéstechnika és Hűtő, Klíma, Légtechnikai szaklap*, (2014), 3. Elérhető: www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2014/marcius/3273-a-magyar-olaj-es-foldgaz-tortenete-xi (A letöltés dátuma: 2020. 06. 18.)
- Galamboš Sándor: *Birodalmi lépegető*. Honvédelem, 2019. Elérhető: <https://honvedelem.hu/hatter/multidezo/birodalmi-lepegeto.html> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 25.)
- Heizler Zoltán: *A Magyar Tűzoltó Szövetség százötven éve (1870–2020)*. Magyar Tűzoltó Szövetség, 2019. Elérhető: www.tuzoltoszovetseg.hu/letoltes/document/429-az-mts-150-eve---bemutatkozo-fuzet.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 23.)
- Kincses Gyula: Újabb gázkitörés Füzesgyarmaton. *Tűzvédelem*, (1985), 9. 22. Katasztrófavédelem Központi Múzeuma.
- Kocsor Judit: *Egyetemünk szakértői Pusztaszőlősen*. Miskolci Egyetem, 2000. Elérhető: www.uni-miskolc.hu/uni/news/mertarchivum/2000/2000.09.27./kar3.html (A letöltés dátuma: 2020. 06. 17.)
- Kovács Gábor – Szalay Ilona: *A pusztaszőlősi PSZ–34. sz. kút kitörésének hatása a környezetre*. Szeged, Földrajzi Konferencia, 2001. Elérhető: <http://geography.hu/mfk2001/cikkek/KovacsSzalay.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 22.)
- Kovács Ferenc: *Közeledéstan jegyzet, 16. Csővezetékesszállítás*. Győr, Széchenyi István Egyetem. Elérhető: <https://ko.sze.hu/catdoc/list/cat/7086/id/7090/m/4974> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 16.)
- Kőrössy László: Az Alföld délkeleti része kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. I. rész. *Általános Földtani Szemle*, 29 (2005), 41–132. Elérhető: http://epa.oszk.hu/02700/02751/00029/pdf/EPA02751_alt_foldt_szemle_29_041-132.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 17.)
- Kőrössy László: Az Észak-Tiszántúl kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. *Általános Földtani Szemle*, 31. (2014), 51–178. Elérhető: www.epa.hu/02700/02751/00031/pdf/EPA02751_alt_foldt_szemle_31_2014_051-178.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 16.)
- Kőrössy László: A Duna–Tisza-köze kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. *Általános Földtani Szemle*, 26. (1992), 3–162. Elérhető: www.epa.hu/02700/02751/00026/pdf/EPA02751_alt_foldt_szemle_1993_26_003-161.pdf (A letöltés dátuma: 2020.06.19.)
- Pápay József: Konvencionális és nem konvencionális kőolaj-és földgázkitermelő eljárások és várható szerepük az energiaellátásban. *Magyar Tudomány*, 176. (2015), 11. 1285–1294. Elérhető: www.matud.iif.hu/2015-11.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 14.)
- Simon Norbert: Gázkitörések elemzése, kitörés elleni védelem. *Földtani Kutatás*, 11. (1968), 3–4. 1–81. Elérhető: http://epa.oszk.hu/02700/02732/00063/pdf/EPA02732_foldtani_kutatas_11_3-4.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 29.)

- Simon Norbert: Néhány gázkitörés elemzése. *Kőolaj és Földgáz*, 102. (1969), 2. 1–64. 56–59. Elérhető: https://mandadb.hu/common/file-servlet/document/458981/default/doc_url/bklkoolajfoldg_1969_02szpdf.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 30.)
- Tokovicz József – Kádár Pál – Süle Attila – Borsos József – Juhász László – Petneházi Ferenc – Molnár László: *A Magyar Honvédség képességei és a katasztrófaelhárítás kihívásai 2000–2011*. Budapest, Zrínyi, 2012. Elérhető: https://hmvedelmiigazgatas.kormany.hu/download/0/33/41000/01_2011_Katasztrofavedelem.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 20.)
- Tóth András – Siposné Kecskeméthy Klára: Magyarország legjelentősebb természeti katasztrófái – Online katasztrófatérkép. *Műszaki Katonai Közlöny*, 27. (2017), 4. 148–169. Elérhető: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2017_4sz.pdf#page=153 (A letöltés dátuma: 2020. 06. 11.)
- Tóth András – Endrődi István: A katasztrófavédelem komplex feladatrendszere föld alatti gáztároló üzemek esetén. *Hadmérnök*, 14. (2019), 2. 143–156. Elérhető: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/218> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 12.)

Internetes forrás

- Az ArcMap és Desktop ArcGIS térinformatikai alkalmazások. Elérhető: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 18.)

Eszter Katalin Bognár¹

Novel IT Technologies on the Digital Battlefield: The Application of Big Data and Data Mining Technologies²

Korszerű eszközök a digitális harcmezőn: Big Data és adatbányászati technológiák alkalmazása

In modern warfare, the most important innovation to date has been the utilisation of information as a weapon. The basis of successful military operations is the ability to correctly assess a situation based on credible collected information. In today's military, the primary challenge is not the actual collection of data. It has become more important to extract relevant information from that data. This requirement cannot be successfully completed without necessary improvements in tools and techniques to support the acquisition and analysis of data. This study defines Big Data and its concept as applied to military reconnaissance, focusing on the processing of imagery and textual data, bringing to light modern data processing and analytics methods that enable effective processing.

Keywords: Big Data, data analytics, digital image processing, text mining

A modern hadviselés kapcsán leginkább szembetűnő változás az információ mint fegyver megjelenése. A katonai műveletek alapját a megszerzett információ révén elérhető helyzetértékelési képesség adja. Manapság a katonai műveletek során nem elsősorban az adatok megszerzése jelenti a fő kihívást, sokkal fontosabbá vált az adatokból a parancsnoki döntéshozatal számára hasznos és releváns információ kinyerése. Ez az igény csak az adatok megszerzésére és elemzésére szolgáló technológiák fejlesztése révén érhető el. A tanulmány ismerteti a Big Data definícióját

¹ University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, PhD student, e-mail: bognarek@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3697-7871>

² This article was prepared by the Ministry of Human Resources with the support of New National Excellence Program ÚNKP-18-3-I-NKE-3. – A tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3-I-NKE-37 kód-számú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

és jellemzőit a katonai felderítési adatok vonatkozásában, valamint feltárja a képi és szöveges adatok elemzésére alkalmazható technológiákat.

Kulcsszavak: Big Data, adatelemzés, digitális képfeldolgozás, szövegbányászat

1. Introduction

In modern warfare, an obvious change is the emergence of information as a weapon. The basis of military operations is the ability to assess the situation, made possible by relevant collected information. Nowadays, there is an increasing number of military data that can be easily collected, but the real challenge is to extract the useful information from the collected data, which can be converted to helpful reconnaissance data, a necessary knowledge for command decision making.³ While half a decade ago the time lapse for processing data and then determining the target was as much as two days, command decision-making today requires real-time processing, while the volume of reconnaissance data has grown exponentially (see Figure 1).

Since each activity is organised around collected information, the defensive sphere is paying particular attention to the newest technologies which help to develop information processing, especially regarding the acquisition of information and its procession more efficiently and quickly. The computerised command and control function supported by reconnaissance makes it possible to collect differently structured high volumes of data, but at the same time makes it very difficult to process it in an efficient and expeditious manner. A modern system based on data analytics can integrate the data provided by various reconnaissance data sources. Current data-mining technology helps manage information overload. The recognition of the different patterns of data, and diverse data reduction and filtering methods would produce timely, wide-ranging, and accurate reconnaissance information. The solution to the problem can be through modern Big Data technologies, data-mining algorithms, and machine learning.

From an operational point of view, it has become more important for the intelligence-gathering element to process massive datasets, identify specific signatures, and take appropriate action. It must be done in seconds rather than hours or days, since it requires continuous rapid data analysis. This requirement cannot be accomplished without necessary improvements in tools and techniques to support the acquisition and analysis of data. To find necessary information in a flood of real-time data is crucial. At the same time, collection, storage, and processing must conform to applicable laws and regulations protecting the rights of citizens.

The study defines 'Big Data' as applied to military reconnaissance data and focuses on the processing of imagery and textual data, revealing the modern data processing and analytics methods which help process them effectively.

³ Zs. Haig, *Információs műveletek a kibertérben* (Budapest: Dialóg Campus, 2018). 346 p.

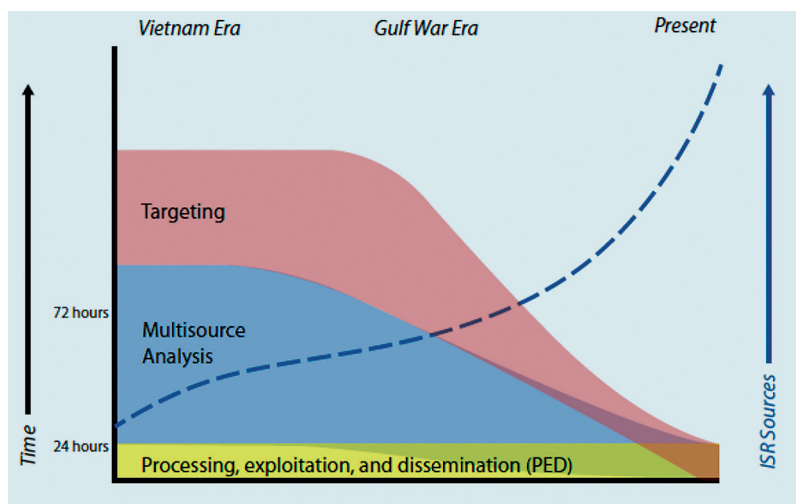


Figure 1

The impact of information revolution on collection, analysis and targeting

Source: P. S. Hamilton and P. M. Kreuzer, 'The Big Data Imperative. Air Force Intelligence for the Information Age,' *Air & Space Power Journal* 32, no 1 (2018), 4–20.

2. Big Data and data analytics

Today the term 'Big Data' receives much attention. The growth of Big Data is the result of the ever-increasing channels and variety of data in today's world. There are many definitions of Big Data, but the easiest way to imagine it is an extremely huge amount of data from various sources in an unstructured format which cannot be easily managed (store, search, share, visualise, and analyse) with traditional technologies.

According to most definitions: Big Data is a large pool of data that can be captured, communicated, aggregated, stored, and analysed, but for these we need novel technologies instead of the traditional ones.⁴

The characteristics of Big Data are usually described by the so-called four Vs: volume, velocity, variety, and value.⁵ Volume and velocity can be defined as data growing significantly in volume with extremely high speed. Variety means that the generated data comes from multiple sources, thus it is in various and diverse formats and structures. It causes considerable problems, because the unstructured data is difficult to process with traditional relational databases. This issue has brought about new database technologies like NoSQL databases. Value means that there is a vast amount of data, but only a small part of it has any value useable to make informed business decisions.

⁴ *National and Transnational Security Implications of Big Data in the Life Sciences*, American Association for the Advancement of Science, 2014.

⁵ 'Big Data for defence and security,' Royal United Services Institute, occasional paper, 2013.

In the area of military surveillance, Big Data refers to the following types of data:

- machine-generated /sensor data – data collected by different types of military sensors (imagery, seismic, magnetic, infrared and so on). Today, machine data is generated by the movement of ships, aircraft and vehicles, satellites in space, drones, unmanned aerial vehicles (UAVs), reconnaissance aircraft, sensors, and battlefield surveillance radars (BFSR);
- open source intelligence (OSINT) data – data from any publicly-available data source: online news, posts on micro-blogging sites like Twitter and social media platforms like Facebook.

The application of Big Data tools helps to gain big advantages in national defence. For example, a medium-altitude long-endurance system such as the MQ-9 Reaper in the UK can collect ca. 20 laptops' worth of data per sortie.⁶ The US Argus autonomous real-time ground ubiquitous surveillance imaging system collects more than 40 GB of information per second. It has a 1.8 gigabyte pixel video camera taking 12 frames per second (fps) and touts 368 sensors. It collects 6,000 terabytes of data/imagery per day and feeds it to Homeland Security. In the armed forces it became a burning issue how to interpret and derive value from the large volumes and rapid flow of real-time data within their operations.⁷ Telemetry, surveillance, and military sensors bring the internet of things to the battlefield as well as operational areas.⁸

Big Data analytic technologies are a fast-developing field and are crucial components in dealing with the information overload they face. In these usage areas, security and real-time processing of data are extremely important. That is why the military is keenly aware of the importance of the different Big Data issues and are working to discover and implement these new technologies in processes.

2.1. Infrastructure Requirements

The Big Data processing pipeline usually consists of three main steps: acquisition, organisation, and analysis.⁹ At each step, different technologies must be utilised to maximise the speed and effectiveness of the data being processed. I will examine these three steps and explore the latest technologies and frameworks to be used to get the most out of the data, together with the required security and privacy considerations.

Data acquisition refers to the collection and storage of data. Since Big Data usually comes from different sources and in various formats, it is important to handle the acquisition process efficiently. The environment in which Big Data is generated and collected is dynamically changing and has a major impact on the data structure.

⁶ 'Big Data for defence and security.'

⁷ M. Haridas, 'Redefining military intelligence using big data,' *Scholar Warrior*, Autumn 2015, 72–78.

⁸ F. Loaiza, J. Shah and R. Rolfe, 'Real-Time Information Extraction from Big Data,' Institute for Defence Analysis, Virginia, 2015.

⁹ Bao En ME4 Toh, 'Swimming in Sensors, Drowning in Data – Big Data Analytics for Military Intelligence,' *Pointer, Journal of The Singapore Armed Forces* 42, no 1 (2016), 51–65.

In addition, in most of the cases, particularly in case of military surveillance data, it must be collected and processed with the least possible delay, preferably in real time.

Instead of traditional relational database management systems for the acquisition of Big Data, the use of distributed NoSQL (non-SQL) databases are the most suitable method. NoSQL databases do not have any predefined structure; thus, they are perfect for the collection and storage of the unstructured data. In comparison with traditional relational database systems, most NoSQL databases store data in simple key-value pairs, column, graph or document-based data structures so there is no need to precisely identify the connection between data attributes; it simply captures all data without categorising and parsing it into fixed schema. This simple and dynamic structure allows changes to take place without costly reorganisation in the storage layer. The simplicity of design, flexibility, scalability and application of distributed storage and file systems such as HDFS¹⁰ (Hadoop Distributed File Systems) make these databases more suitable for storing Big Data than traditional database management systems. There are many different types of NoSQL databases to choose from; one of the most popular implementations is MongoDB.¹¹

Moving forward, organisation of Big Data refers to data integration. Integration of data involves data preprocessing: filtering, transforming, and sorting of data that comes from various sources and in various formats and structures to achieve the final integrated, consistent, and structured input dataset for further analysis. It is desirable to organise data at its original storage location to avoid moving large volumes of data in and out of the storage system. Apache Hadoop¹² is a free Java-based programming framework that enables the collection, storage, and organisation of data in a distributed computing environment.

Another useful tool from Apache is MapReduce,¹³ a software framework for processing vast amounts of data in parallel across a distributed cluster of processors or stand-alone computers to speed up execution of operations on data.

The last step in Big Data processing is data analysis and visualisation. Analysis is used to obtain insights into the data, discover primary patterns and create value from the data set. After discerning hidden correlations between records, it can be used to make more accurate decisions.

The analysis of Big Data must be done within the distributed environments, preferable at the location of the data (in-database analytics) and the tools must allow deeper analysis of data using statistical methods, data mining, and so on. The biggest challenge is to speed up processing time. Statistical tools like Python¹⁴, R¹⁵ and Tableau¹⁶ for visualisation can be integrated with the above-mentioned Big Data solutions.¹⁷

¹⁰ For HDFS see https://hadoop.apache.org/docs/r1.2.1/hdfs_design.html (30. 05. 2020).

¹¹ For MongoDB see www.mongodb.com/ (30. 05. 2020).

¹² For Apache Hadoop see <https://hadoop.apache.org/> (30. 05. 2020).

¹³ For Apache MapReduce see <https://hadoop.apache.org/docs/r2.8.0/hadoop-mapreduce-client/> (30. 05. 2020).

¹⁴ For Python see www.python.org/ (30. 05. 2020).

¹⁵ For R see www.r-project.org/ (30. 05. 2020).

¹⁶ For Tableau see www.tableau.com/ (30. 05. 2020).

¹⁷ 'Big Data for the Enterprise,' Oracle White Paper, June 2013.

2.2. Data security and privacy concerns

In the case of Big Data, the diversity of data sources and the special infrastructural requirements imply new security and privacy challenges. Security and privacy must be seen from different perspectives according to the dynamically changing environments in which data is collected, stored, processed, and analysed.

According to the Cloud Security Alliance,¹⁸ the security challenges of Big Data are divided into four categories. The top ten security and privacy issues for Big Data processing according to the work of Duygu Sinanc Terzi, Ramazan Terzi and Seref Sagioglu are listed below:¹⁹

- infrastructure security: secure computing in distributed programming frameworks and security practices in nonrelational data stores;
- data privacy: privacy-preserving analytics, cryptographically enforced data-centric security and granular access control;
- data management: secure data storage and transaction logs, auditing, and data provenance;
- data integrity and reactive security: end-point validation and filtering, real time monitoring.

During data acquisition, proper input validation and filtering must be applied. In the case of storage, nonrelational databases were designed for superior performance and scalability prioritised over proper security standards. Thus, nonrelational databases lack many of the security features of traditional database management systems, causing much critical security flaws in NoSQL. To overcome them, the best practices for nonrelational data stores must be utilised, such as data encryption, better control between clusters, security policies for middleware, and so on. By organising and preprocessing the data, secure computing must be applied; while in the analysis stage, privacy-preserving data mining (for example anonymised datasets) should be used to preserve the privacy of individuals.

Beside these, proper data management must be ensured during all stages through granular auditing, access control, real-time security monitoring and data provenance.

In this chapter, the definition and main characteristics were introduced together with the most recent technologies that can be used in the different stages of processing Big Data. Based on the above, we can see that Big Data and associated technologies play an important role in today's connected world. To handle vast amounts of unstructured data, the appropriate IT technologies must be utilised with consideration of the increased security and privacy scenarios. Figure 2 shows the Big Data infrastructure, together with proposed security and privacy solutions.

¹⁸ 'Expanded Top Ten Big Data Security and Privacy Challenges,' Cloud Security Alliance, April 2013.

¹⁹ Duygu Sinanc Terzi, Ramazan Terzi and Seref Sagioglu, 'A survey on security and privacy issues in big data,' *Proceedings of the 2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, London, 2015. 202–207.

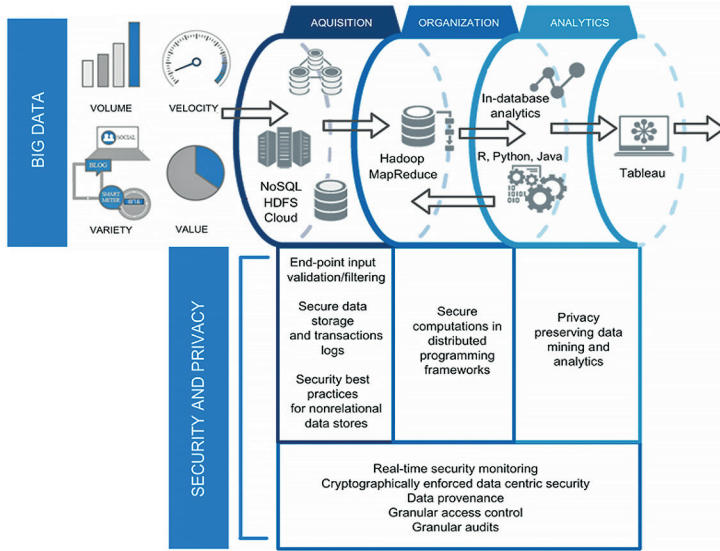


Figure 2

Big Data infrastructure with security and privacy recommendations

Source: edited by the author

3. Data mining for military intelligence analysis

In today's information-saturated battlespace, Big Data represents a process for rapidly compiling, storing and accessing large amounts of data and information from numerous sources using varying structures.

With an ever-growing reliance on network-centric operations, governments have paid significantly more attention to improving their ability to collect and analyse intelligence data. Big Data analytics represent the tools and processes that can transform Big Data into insights; from intelligence preparation of the operational environment to threat warning, predictive battlespace awareness or targeting. These insights in turn shape decision-making across the range of military and diplomatic operations, from strategic deterrence operations to near real-time tactical engagements.²⁰

Different intelligence sources (the INTs – signals intelligence [SIGINT], geospatial intelligence [GEOINT], imagery intelligence [IMINT], human intelligence [HUMINT], open-source intelligence [OSINT], and measurement and signals intelligence [MASINT]) enable the delegation of effort into separate data issues that could be analysed individually in their parts by specialists, with all source intelligence answers produced by combining component parts. The conceptual layout of a Big Data application-based intelligence gathering system can be seen in Figure 3.

²⁰ R. D. Thiele, 'Mit Daten siegen – Big Data verändert Wirtschaft und Streitkräfte,' ISPSW Strategy Series: Focus on Defense and International Security, No. 393 (2015), 1–7.

Most of the intelligence data comes from IMINT and OSINT. The next part of this chapter will explore the most important technologies of image and text data mining.

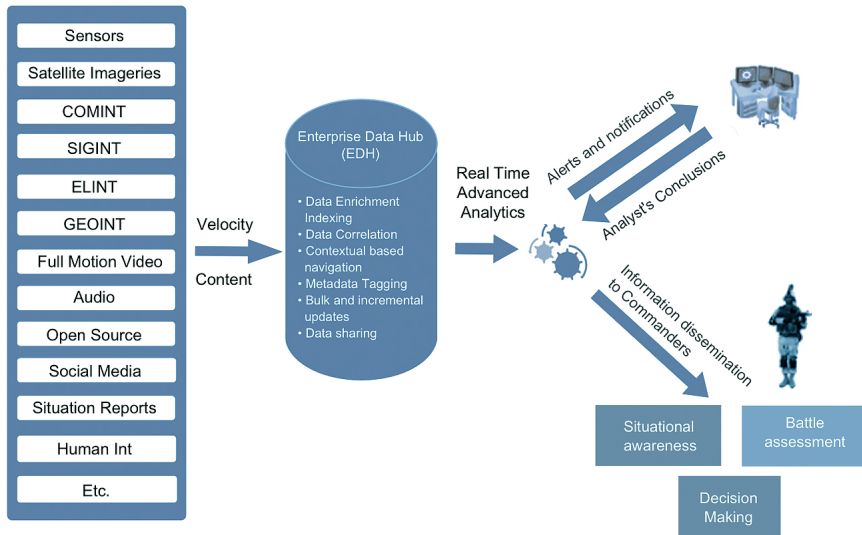


Figure 3

Conceptual layout of Big Data application-based intelligence gathering system

Source: Haridas, 'Redefining', 76.

3.1. Processing imagery intelligence (IMINT) data

Image data are collected by high resolution satellites, large manned aircraft and by smaller unmanned platforms, tiny handheld devices and unattended ground sensors.

Today, the high-definition digital electro-optic and infrared sensors are creating more and more data on the battlefield and these devices can provide more detailed imagery at longer ranges than was possible before.

How can soldiers get that information quickly enough to act on it in a timely manner? The urgent need for clear, actionable imagery intelligence demanded the application of real-time digital image processing techniques on the battlefield, so fighters could obtain the situational awareness they need to protect themselves and to act decisively against threats within tactical timelines.

3.1.1. Digital image processing

The images collected by different platforms may be distorted as a result of the sensor's motion, vibration from the engine carrying the device, flight maneuvers and

turbulence. To get the most accurate result, the target must be consistently and accurately tracked.

Today, analogue imagery sensors have mostly been replaced by high-resolution digital devices. A big advantage of digital imagery is that it does not have to be converted and can be immediately processed by the computer to enhance image quality. The capabilities of visual surveillance can be extended and enhanced in challenging lighting and weather conditions by either improving the hardware, primarily the camera, or digitally processing the resulting images to enhance their quality. Sophisticated processing is still necessary to collect, stabilise, track and compress this digital video imagery so that it can be transmitted to users without overwhelming data links.²¹

In this chapter, I will discover the most often used image processing techniques, starting with the different preprocessing techniques such as filtering, stabilisation and so on, to enhance image quality, and the most sophisticated techniques to interpret the images and get the most accurate result of the actual battlefield situation.

Without attempting to be comprehensive, this chapter focuses on the most important digital image processing techniques without discussing the algorithms themselves in depth.

Image enhancement techniques

The goal of image enhancement techniques is to process images so that the result is more suitable than the originals for a specific application. This can dramatically improve visual appearance and gain the most useful information from collected images by analysing the preprocessed, enhanced images.

In particular, the following image enhancement techniques can be used:²²

- Histogram equalisation: the process of adjusting the intensity values of the image to enhance the images' contrast. Occasionally, images contain disproportionate values in the dark or bright ranges. By stretching the range of intensity values, image quality can be significantly improved. Figure 4 shows enhancement options of an infrared image using histogram equalisation methods.
- Filtering and morphological operations: filtering is a technique for modifying or enhancing an image. Different filter masks can be used to emphasise certain features or remove other features in the images. Image processing operations implemented with filtering include smoothing, sharpening, and edge enhancement. Morphological operations include erosion, dilation and opening process images based on shapes. In a morphological operation, each pixel in the image is adjusted based on the value of other pixels in its neighborhood.
- Distortion correction: digitally eliminating image distortion caused by analogue imaging optics.
- Stabilisation: the removal of random camera shaking from video footage.
- Mosaicking: the process of combining images to get a larger field of view.

²¹ V. V. D. Shah, 'Image Processing and its Military Applications,' *Defence Science Journal* 37, no 4 (1987), 457–468.

²² 'Use real-time HD image processing for military and civilian surveillance,' EDN, 2013.

- Fusion: combining images from different and complementary wavebands, using image fusion techniques, to yield a single composite image that maximises relevant information.

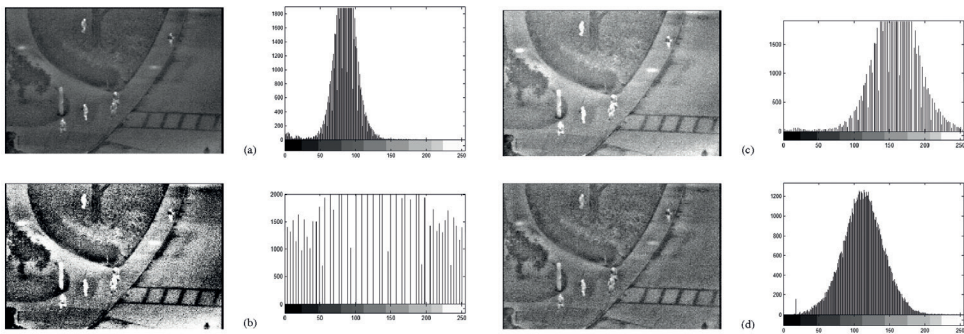


Figure 4

Enhancement of infrared image by applying different histogram equalisation algorithms

Source: S. Erturk, 'Improved Region of Interest for Infrared Images Using Rayleigh Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization,' 2013.

3.1.2. Sophisticated image processing techniques

With advancements in computer storage capacity and parallel processing, Big Data has become omnipresent. Related to Big Data, the application of artificial intelligence (AI), particularly different machine learning (ML) algorithms, has become very popular performing sophisticated analyses on images to better assess activity on the depicted scene.

After preprocessing images applying basic digital image enhancement techniques, these algorithms can be used to recognise and track objects, the primary purpose of military surveillance. To achieve comprehensive situational awareness, actions and interactions, as well as a given series of actions and interactions (pattern of life), can be also identified.

The most important techniques according to the work of Dijk et alii are:²³

- Object detection: object detection is the process of finding real-world objects such as people, vehicles and buildings in images or videos.
- Tracking: tracking keeps the target within the center of the sensor's field of view by sending steering commands to the gimbal, based on target information derived from the sensor data, using object recognition algorithms. Objects can be tracked throughout the video sequence by making use of their position,

²³ Judith Dijk, Adam W. M. van Eekeren, Olga Rajadell Rojas, Gertjan J. Burghouts and Klamer Schutte, 'Image processing in aerial surveillance and reconnaissance: From pixels to understanding,' Proceedings of SPIE (The International Society for Optical Engineering), Electro-Optical Remote Sensing, Photonic Technologies, and Applications VII; and Military Applications in Hyperspectral Imaging and High Spatial Resolution Sensing, 88970A (15 October 2013).

movement, and possible appearance. Tracking will provide an association of multiple detections belonging to a single entity and will designate the path that the entity has followed in the scene.

- Change detection: its goal is to identify changes in multi-temporal data sets. It is commonly used for identifying changes in surveillance data such as the appearance or disappearance of vehicles and individual persons.
- Activity and interaction recognition: recognising human actions and interactions during surveillance. Figure 5 shows an example of activity recognition in images.
- Pattern of life: action and interaction detection data can be used for event detection and for providing situational awareness. Detected objects and actions are used to see a certain event and identify habits to better assess what is occurring. Pattern-of-life analysis works on the assumption that if behavior patterns of, for example, a population, town or street are continuously observed, regular patterns can be identified and deviations (or anomalies) to this pattern can also be detected. The challenge for airborne systems is that the period of time they can observe a certain area is limited, which makes it challenging to determine the normal pattern.

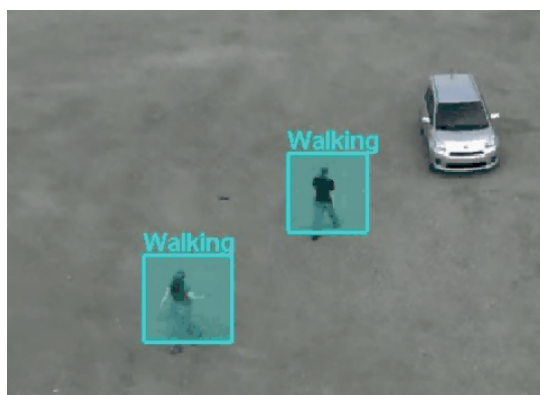


Figure 5

Activity recognition in images

Source: Dijk, Eekeren, Rojas, Burghouts and Schutte, 'Image processing.'

3.2. Processing open source intelligence (OSINT) data

OSINT is a new intelligence discipline that appeared as the result of the proliferation of the internet and social media. Today, the number of publicly available data sources like high resolution Google Earth satellite imagery of nearly the entire planet, Google Street View covering many countries, people's posts on Twitter and other social media platforms allow endless possibilities for data collection.

The information revolution has led to a new online culture of sharing. Through Twitter, Facebook, Snapchat, blogs, and numerous social media sites, intelligence has access to tens of millions of passive collectors all over the world.

In this chapter, the analytics of open source information will be introduced, focusing on the algorithms used for processing textual data.

Information in news/documents related to a specific person or topic – for example, new articles, publications, white papers, updates on social media – comprise inputs that will be of great help in planning intelligence strategy at a higher level.

Prime topics/concepts being discussed in social media can be monitored and studied specifically, by geography, persons, organisations and so on. Analytics of information sources – for example, affinity of information sources to a specific user group, geography and so on – will have great intelligence value. The sentiments of people regarding a policy or concept can be known and proactive actions taken, as required. Social media graphs identifying users' groups active on a website can be analysed.

3.2.1. Text mining

Text mining is the process of deriving high-quality information or actionable knowledge from textual data while minimising human effort. Text mining usually involves the process of structuring the input text (usually parsing, along with the addition of some derived linguistic features and the removal of others, and subsequent insertion into a database), deriving patterns within the structured data, and finally, evaluation and interpretation of the output. Typical text mining tasks include text categorisation, text clustering, concept/entity extraction, production of granular taxonomies, sentiment analysis, document summarisation, and entity relation modeling (that is, learning relations between named entities). There has been much research done in this field; to mention some, Parekh, Amarasingam, Dawson and Ruths²⁴ identified terrorist groups on Twitter, Harb and Becker²⁵ performed sentiment analysis regarding terrorism using tweets, and Vasileios²⁶ identified sentiments towards refugees.

Text mining involves information retrieval, lexical analysis to study word frequency distributions, pattern recognition, tagging/annotation, information extraction, data mining techniques that include link and association analysis, visualisation, and predictive analytics. The overarching goal is, essentially, to turn text into data for analysis, via application of natural language processing (NLP) and analytical methods.

²⁴ Deven Parekh, Amarnath Amarasingam, Lorne Dawson and Derek Ruths, 'Studying Jihadists on Social Media: A Critique of Data Collection Methodologies,' *Perspectives on Terrorism* 12, no 3 (2018), 3–21.

²⁵ Johathas D. G. Harb and Karin Becker, 'Emotion analysis of reaction to Terrorism on Twitter,' *Proceedings of the SBC 33rd Brazilian Symposium on Databases*, 2018, Rio de Janeiro, Brazil, 97–108.

²⁶ L. Vasileios, *Comparative analysis of the hashtags #RefugeesWelcome and #StopRefugees*. Master thesis, Korinth, 2017. 62.

Without attempting to be comprehensive, the most important text preprocessing and analysing techniques will be covered based on the book of D. Tikk.²⁷

3.2.2. Text preprocessing techniques

- Text filtering: To normalise text for further analysis, some filtering should be applied. Punctuation and whitespaces should be removed. In most cases the removal of numbers is advisable, too, if they are not relevant to the analyses. Usually, regular expressions are used to remove unnecessary characters and numbers. Mostly, removal of the most common words in a language like 'the', 'a', 'on', 'is', 'all' is also performed, since these words do not carry important meaning and are usually removed from texts. That is called stop-word filtering.
- Tokenisation: Tokenisation is the process of splitting the given text into smaller segments, called tokens. Words, numbers, punctuation marks, and others can be considered as tokens.
- Stemming: Stemming is the process of reducing words to their word stem, base, or root form (for example, books – book, looked – look). The most common algorithm is the Porter Stemming Algorithm, but there are special stemming algorithms for different languages, for instance, for the Hungarian language, the Snowball Stemmer.
- Part of speech (POS) tagging: Part-of-speech tagging aims to assign parts of speech to each word of a given text (such as nouns, verbs, adjectives, and others) based on its definition and its context.
- Named entity recognition (NER): Named-entity recognition aims to find named entities in text and classify them into pre-defined categories (names of persons, locations, organisations, times and so on). The identified entities should be correlated with other sources of data, such as images of a building at a given location.
- Computation of term frequency–inverse document frequency (tf-idf): it is a numerical statistic that is intended to reflect how important a word is to a document in a corpus (collection of documents). The tf-idf value increases proportionally to the number of times a word appears in the document and is offset by the number of documents in the corpus that contains the word, which helps to adjust for the fact that some words appear more frequently in general. Term frequencies can be used for example for word cloud creation using the most frequent terms or for classifying documents.

3.2.3. Sophisticated text processing techniques

- Natural language processing (NLP): it is a technique that allows a computer to make sense of spoken and written words, including even their nuances. This

²⁷ D. Tikk, *Az informatika alkalmazásai: Szövegbányászat* (Budapest: Typotex, 2007). 300.

technology could be used to transcribe communication intercepts, audio/video clips, news reports and handwritten or hardcopy documents; data with key words could be flagged for a human analyst's attention.

- Sentiment analysis (SA): Sentiment analysis is a type of data mining that measures the inclination of people's opinions through natural language processing (NLP), computational linguistics and text analysis, which are then used to extract and analyse subjective information from the Web – mostly social media and similar sources. The analysed data quantifies the general public's sentiments or reactions toward certain products, people or ideas and reveals the contextual polarity of the information. Sentiment analysis is also known as opinion mining. Figure 6 shows the tag cloud of the most frequent positive and negative words regarding the fire at Notre Dame Cathedral.



Figure 6

Tag cloud of the most common positive and negative words connected to the fire in Notre Dame Cathedral

Source: edited by the author

- Social network analysis (SNA): Social network analysis is the process of investigating social structures using networks and graph theory. It characterises networked structures in terms of nodes (individual actors, people, or things within the network) and the ties, edges, or links (relationships)

or interactions) that connect them. These networks are often visualised through sociograms in which nodes are represented as points and ties are represented as lines. These visualisations provide a means of qualitatively assessing networks by varying the visual representation of their nodes and edges to reflect attributes of interest. Figure 7 shows the pro- and anti-ISIL metacommunities on Twitter.

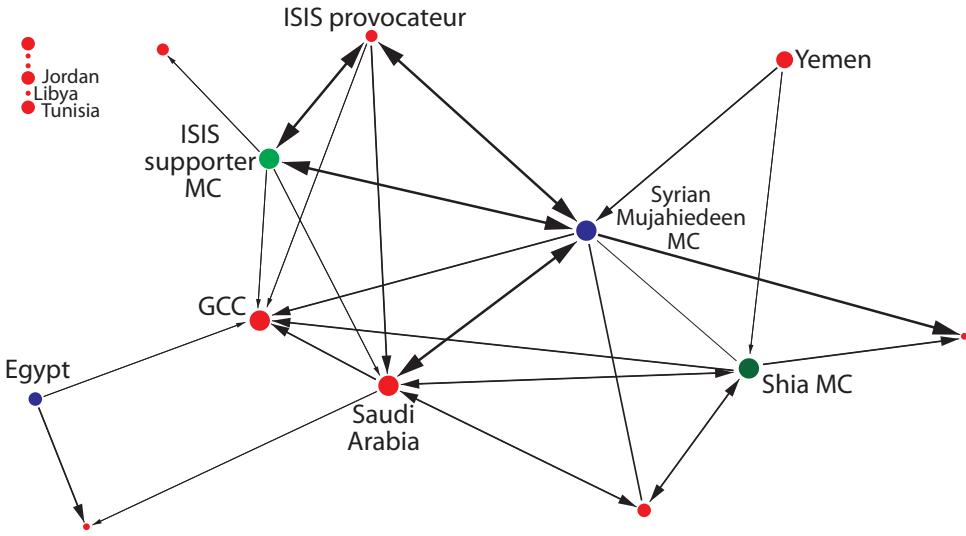


Figure 7

Pro- and anti-ISIL metacommunities and their interactions on Twitter

Source: W. Marcellino et alii, *Monitoring social media*, RAND Corporation, 2017, 34.

- Document clustering: Document clustering involves the use of descriptors and descriptor extraction. Descriptors are sets of words that describe the contents within the cluster. Document clustering is generally considered to be a centralised process. Examples of document clustering include web document clustering for search users.

It can be clearly seen that digital image processing and text mining plays an important role to extract meaning from the vast amount of surveillance data that the defence sector must deal with. Of course, the algorithms cannot work properly without the appropriate underlying infrastructure (database, hardware, analytical tools) that is capable of processing Big Data. A summary of processing techniques for imagery and textual data can be seen in Figure 8.

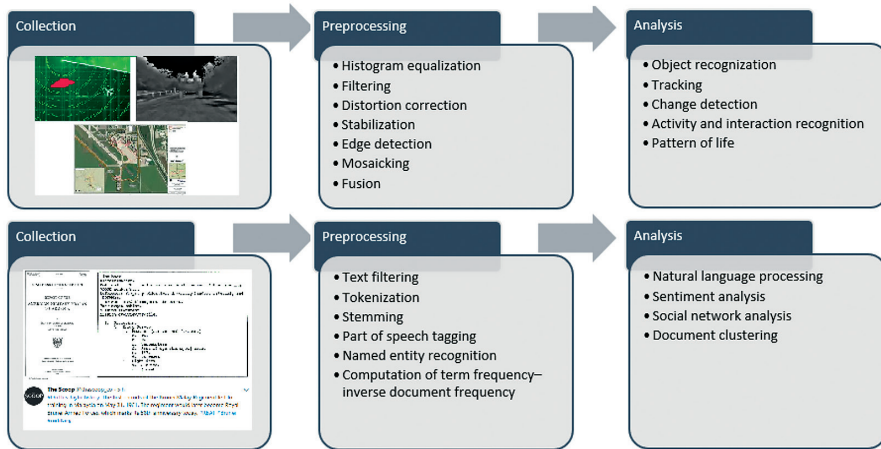


Figure 8
Processing imagery and textual data
 Source: edited by the author

4. Summary

Big Data is creating the military of the future. In modern warfare, the most remarkable change is the appearance of information as a weapon. The basis of military operations is the ability to assess a situation made possible by accurate collected information. In today's military operations, the primary challenge is not the collection of data. It has become more important to retrieve relevant information from the collected data, which then can be converted to helpful reconnaissance data, knowledge for the command decision-making process.

With the ever-increasing amount of surveillance data that comes from the variety of sources in mostly unstructured formats, it becomes necessary to leverage the latest advances in information technology to successfully handle the vast amount of data. Without Big-Data analytic solutions, it would be impossible for analysts to sort through the billions of data points available (volume, variety, and velocity), identify the relevant and irrelevant pieces of data (veracity), safeguard the rights of citizens and follow other applicable laws and regulations, and discover relevant intelligence insights.

Big Data analytic technologies are a fast-developing field, and these tools are crucial components in dealing with the information overload they are facing. In these usage areas, security and real-time processing of data are extremely important. That is why the military sector is acutely aware of the importance of the different Big Data solutions and intends to access and implement these new technologies in their existing processes.

Most of the intelligence data is collected from high resolution satellites, large manned aircraft, smaller unmanned platforms, tiny handheld devices, unattended ground sensors and from different social media sources: online news, posts on micro-blogging sites like Twitter and social media platforms like Facebook.

The study presented the definition of Big Data and its application to military reconnaissance data and its focus on the processing of imagery and textual data, revealing modern data processing and analytics methods which help process them effectively.

The most often used image processing techniques were introduced, beginning with the different preprocessing techniques such as filtering, stabilisation and so on, to enhance image quality, and also the most sophisticated techniques to interpret the images and get final accurate results from the actual battlefield. In the case of textual data, the most important text mining techniques were discussed, including information retrieval, lexical analysis to study word frequency distributions, pattern recognition, tagging/annotation, information extraction, data mining techniques (including link and association analysis), visualisation, and predictive analytics.

References

- 'Big Data for defence and security.' Royal United Services Institute, occasional paper, 2013. Available: www.slideshare.net/emcademics/big-datafordefenceandsecurityreportfinal (30. 05. 2020.)
- 'Big Data for the Enterprise.' Oracle White Paper, June 2013. Available: www.oracle.com/us/products/database/big-data-for-enterprise-519135.pdf (30. 05. 2020.)
- Dijk, Judith – Eekeren, Adam W. M. van – Rojas, Olga Rajadell – Burghouts, Gertjan J. – Schutte, Klamer: 'Image processing in aerial surveillance and reconnaissance: From pixels to understanding.' Proceedings of SPIE (The International Society for Optical Engineering), Electro-Optical Remote Sensing, Photonic Technologies, and Applications VII; and Military Applications in Hyperspectral Imaging and High Spatial Resolution Sensing, 88970A (15 October 2013). DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2029591>
- Erturk, S.: 'Improved Region of Interest for Infrared Images Using Rayleigh Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization.' 2013. Available: <http://world-comp-proceedings.com/proc/p2013/IPC2477.pdf> (30. 05. 2020.)
- 'Expanded Top Ten Big Data Security and Privacy Challenges.' Cloud Security Alliance, April 2013. Available: https://downloads.cloudsecurityalliance.org/initiatives/bdwwg/Expanded_Top_Ten_Big_Data_Security_and_Privacy_Challenges.pdf (30. 05. 2020.)
- Haig, Zs.: *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest, Dialóg Campus, 2018.
- Hamilton, P. S. – Kreuzer P. M.: 'The Big Data Imperative. Air Force Intelligence for the Information Age.' *Air & Space Power Journal* 32, no 1 (2018), 4–20.
- Harb, Johathas D. G. – Becker, Karin: 'Emotion analysis of reaction to Terrorism on Twitter.' Proceedings of the SBC 33rd Brazilian Symposium on Databases, 2018, Rio de Janeiro, Brazil, 97–108. Available: http://sbbd.org.br/2018/wp-content/uploads/sites/5/2018/08/097-sbbd_2018-fp.pdf (30. 10. 2020.)

- Haridas, M.: 'Redefining military intelligence using big data.' *Scholar Warrior*, Autumn 2015, 72–78.
- Loaiza, F. – Shah, J. – Rolfe, R.: 'Real-Time Information Extraction from Big Data.' Institute for Defence Analysis, Virginia, 2015. Available: www.researchgate.net/publication/305827265_Real-Time_Information_Extraction_from_Big_Data (30. 10. 2020.)
- Marcellino, W. et alii: *Monitoring social media*. RAND Corporation, 2017. Available: www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1700/RR1742/RAND_RR1742.pdf (04. 02. 2021.)
- ME4 Toh, Bao En: 'Swimming in Sensors, Drowning in Data – Big Data Analytics for Military Intelligence.' *Pointer, Journal of The Singapore Armed Forces* 42, no 1 (2016), 51–65.
- National and Transnational Security Implications of Big Data in the Life Sciences*. American Association for the Advancement of Science, 2014. Available: www.aaas.org/sites/default/files/AAAS-FBI-UNICRI_Big_Data_Report_111014.pdf (30. 05. 2020.)
- Parekh, Deven – Amarasingam, Amarnath – Dawson, Lorne – Ruths, Derek: 'Studying Jihadists on Social Media: A Critique of Data Collection Methodologies.' *Perspectives on Terrorism* 12, no 3 (2018), 3–21. Available: www.universiteitleiden.nl/binaries/content/assets/customsites/perspectives-on-terrorism/2018/issue-3/01--studying-jihadists-on-social-media-a-critique-of-data-collection-methodologies.pdf (30. 10. 2020.)
- Shah, V. V. D.: 'Image Processing and its Military Applications.' *Defence Science Journal* 37, no 4 (1987), 457–468. DOI: <https://doi.org/10.14429/dsj.37.5932>
- Terzi, Duygu Sinanc – Terzi, Ramazan – Sagiroglu, Seref: 'A survey on security and privacy issues in big data.' *Proceedings of the 2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, London, 2015. 202–207. DOI: <https://doi.org/10.1109/icitst.2015.7412089>
- Thiele, R. D.: 'Mit Daten siegen – Big Data verändert Wirtschaft und Streitkräfte.' ISPSW Strategy Series: Focus on Defense and International Security, No. 393 (2015), 1–7. Available: www.files.ethz.ch/isn/195104/393_Thiele.pdf (30. 05. 2020.)
- Tikk, D.: *Az informatika alkalmazásai: Szövegbányászat*. Budapest, Typotex, 2007.
- 'Use real-time HD image processing for military and civilian surveillance.' EDN, 2013. Available: www.edn.com/Pdf/ViewPdf?contentItemId=4424095 (30. 05. 2020.)
- Vasileios, L.: *Comparative analysis of the hashtags #RefugeesWelcome and #StopRefugees*. Master thesis, Korinth, 2017.

Deák Veronika¹

A közszolgálati kiberbiztonsági képzés helye nemzetközi viszonylatban

The Place of Public Service Cyber Security Training in International Context

Naponta követnek el kibertámadásokat a különféle bizalmas információk megszerzése érdekében, állami és nem állami szervezeteket egyaránt célozva. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján elmondható, hogy a közszolgálat kiemelt célpontja a kibertámadásoknak, így különösen nagy hangsúlyt kell fektetni a szervezeti és személyi kiberbiztonság folyamatos fejlesztésére. Ennek részeként értelmezhető a lehetséges támadási alternatívák megismerését és alkalmazhatóságát célzó közszolgálati kiberbiztonsági képzés megalkotása.

A képzési program meghatározása során fel kell tárnunk a jelenleg elérhető nemzetközi kibervédelemmel és kiberbiztonsággal kapcsolatos felsőoktatási képzéseket a hasonlóságok feltérképezése és az esetleges „jó gyakorlatok” átvétele érdekében. Jelen tanulmány a nemzetközi kiberbiztonsági, kibervédelmi képzéseket, ezen belül azok tartalmát, összetevőit, valamint a NICE Keretrendszer elemeinek nemzetközi képzésekben való megjelenését vizsgálja annak érdekében, hogy a nemzetközi tapasztalatok elemzése során feltárt gyakorlatok átültetése megvalósulhasson a hazai oktatásban.

Kulcsszavak: közszolgálat, kiberbiztonság, mesterképzés, nemzetközi, jó gyakorlatok, NICE, oktatás

Cyber attacks are executed on a daily basis against private companies and government bodies; they aim at accessing to confidential data. Based on the events that happened in the past few years, public service has been a key target of cyber attacks. Hence organisations should continuously develop their defence capabilities. As part

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktoranda, e-mail: deak.veronika@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9220-2002>

of this development, the public service cyber security training programme aims at learning about possible cyber attack alternatives.

During the specification of the programme, international cyber security programmes should be explored in order to show the relevance of such a training and to adopt possible 'best practices'.

In this paper, I proposed a selection and a comparison strategy to evaluate the international cyber security and cyber defence programmes including their content, key elements, relations with the NICE framework and possible shortcomings.

Keywords: public service, cyber security, master programme, international, best practices, NICE, education

1. Bevezetés

A különféle infokommunikációs technológiák mai modern társadalmunk nélkülözhetetlen alkotóelemét képezik. Ennek következményeként a közszolgálatban is megfigyelhető ezen eszközök, technológiák alkalmazásának térhódítása. Azonban ezek használata és az egyre növekvő függőség számos kockázatot rejthet magában.

A kibertámadások gyakran célozzák a közszolgálatot, azok hálózatait, illetve infokommunikációs eszközeit annak érdekében, hogy hozzáférjenek például az állampolgárok, az alkalmazottak bizalmas, személyes adataihoz, védett szoftverekhez, alkalmazásokhoz, stratégiai tervekhez vagy bármilyen más egyéb, a támadó szempontjából fontos információhoz. Éppen ezért különösen nagy hangsúlyt kell fektetni a lehetséges támadási alternatívák megismerésére és alkalmazhatóságára a hatékony védelem kialakítása érdekében.

A megfelelő szintű kiberbiztonság megteremtése komoly kihásként jelentkezik napjainkban, a kibertámadások számának folyamatos növekedésének és a támadások egyre újabb eszközeinek, alternatíváinak köszönhetően. A támadások folyamatosan változnak, fejlődnek és a támadók egyre kifinomultabban használják ki a különféle információs rendszerek, valamint az emberi tényező sebezhetőségeit, illetve egyre komplexebb támadások jelennek meg. Ezen okokból kifolyólag létfontosságú a kibervédelem folyamatos fejlesztése, a kibervédelmi képesség, valamint a kiberbiztonság erősítése.

A közszolgálat kiemelt kibertámadási célpontnak tekinthető, ezért a szervezet egészét – a rendszer legkisebb elemétől kezdve, az információs rendszereken át, egészen az ott dolgozóig – fel kell készíteni egy esetleg támadás megelőzésére, illetve a már bekövetkezett eseményekre való reagálásra. A támadások jelentős része a felhasználók felkészületlenségét és biztonságtudatosságának hiányát célozza, éppen ezért az elsődleges cél a közszolgálatban dolgozók tudatosságának, kibervédelmi képességének kialakítása és folyamatos fejlesztése, amely eléréséhez elengedhetetlen egy olyan képzési forma megalkotása, aminek segítségével ezek a célok megvalósíthatók. Ezt szolgálja a közszolgálati kiberbiztonsági képzés megalkotása, amely a közszolgálatban dolgozó személyek kibervédelmi képességének kialakítására irányul, a közszolgálati kiberbiztonság fejlesztése érdekében. Krasznay Csaba cikke is rávilágít a kiberbiztonsági szakember képzésének szükségességére,

és rámutat számos olyan, a kibertérben történő eseményre, amelyek kétségkívül hatással vannak a fizikai világra.²

Korábbi tanulmányomban³ azonosítottam a közszolgálati kiberbiztonsági képzés célcsoportját, valamint az e képzés során elsajátítandó ismerethalmazt, amely tartalmazza a NICE⁴ Keretrendszerben előírt tudás-, feladat-, készség- és képesség-halmazt, valamint egyéb ismeretköröket egyaránt. Ezt követően megvizsgáltam a hazai kiberbiztonsággal, információbiztonsággal kapcsolatos képzéseket, végül pedig definiáltam a közszolgálati kiberbiztonsági képzést, annak elemeit, követelményeit.

Ennek folytatásaként, jelen tanulmány célja a képzés meghatározásának nélkülözhetetlen elemeként értelmezhető hasonló nemzetközi képzések feltérképezése, e képzések kiválasztására és összehasonlítására alkalmazott módszer definiálása, valamint annak elemzése, hogy a feltárt nemzetközi képzésekben hogyan és milyen szinten jelennek meg a korábban a NICE Keretrendszer segítségével meghatározott ismeretek, az esetleges jó gyakorlatok átvétele érdekében.

1.1. Hipotézisek

A nemzetközi képzések feltárása és a jó gyakorlatok hazai képzésbe való átültetése érdekében az alábbi hipotéziseket állítottam fel:

H1. Definiálható egy kiválasztási módszer és összehasonlítási stratégia, amely alapján azonosíthatók a közszolgálathoz kapcsolódó nemzetközi kiberbiztonsági képzések, és vizsgálható a hazai közszolgálati kiberbiztonsági képzés relevanciája nemzetközi szinten.

H2. A hazai közszolgálati kiberbiztonsági képzés releváns felsőoktatási képzés lehet nemzetközi szinten is.

H3. Fellelhetők olyan nemzetközi jó gyakorlatok, amelyeket érdemes átültetni a hazai képzésbe.

1.2. Kutatási módszertan

A fentebb említett hipotézisek megválaszolására a következőkben bemutatott módszereket használtam fel, amelyeket az alábbiakban részletezek.

A H1 hipotézis esetén arra a kérdésre kerestem a választ, hogyan, milyen technikák segítségével célszerű azonosítani a nemzetközi képzéseket. E kiválasztási módszer meghatározását követően azt vizsgáltam, hogy milyen szempontok, elvárások, követelmények alapján érdemes összehasonlítani a feltárt nemzetközi képzéseket.

² Krasznay Csaba: A kiberbiztonság stratégiai vetületeinek oktatási kérdései a közszolgálatban. *Nemzet és Biztonság*, 10. (2017), 3. 38–53.

³ Deák Veronika: A közszolgálati kiberbiztonsági képzés lehetősége Magyarországon. *Hadmérnök*, 15. (2020), 3.

⁴ A NICE Keretrendszer a NIST (*National Institute of Standards and Technology*) egy speciális kiadványa, amely a kiberbiztonsághoz kapcsolódó munkaköröket kategorizálja, valamint többek között kifejti és leírja a kiberbiztonsági munkakörök tartalmát és e munkakörök betöltéséhez szükséges képességeket, készségeket, továbbá elsajátítandó ismeretköröket. Bővebb információ a következő weboldalon található: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-181.pdf>

Ennek érdekében definiáltam egy összehasonlítási stratégiát, illetve annak tartalmát, elemeit. Ezen belül megvizsgáltam, hogy jelenleg a nemzetközi szinten milyen kiberbiztonsággal, kibervédelemmel, illetve információbiztonsággal kapcsolatos képzések léteznek, ezt követően azonosítottam azokat, és feltérképeztem ezek tartalmát, alapvető elemeit, követelményeit, valamint azt, hogy mennyiben fedeli le a NICE Keretrendszerben rögzített kiberbiztonsági munkakörhöz kapcsolódó ismerethalmazt, valamint milyen további ismeretköröket tartalmaz.

A H2 hipotézis esetén a H1 hipotézisben meghatározott keresési stratégia alapján kiválasztott képzéseket a H1 hipotézisben meghatározott összehasonlítási szempontok alapján hasonlítom össze. Amennyiben a korábban definiált hazai közszolgálati kiberbiztonsági képzés során átadandó tudáshalmaz legfeljebb az adott országra jellemző tudásanyagban tér el a nemzetközi képzések során átadandó tudáshalmaztól, a képzés nemzetközileg is relevánsnak tekinthető.

A H3 hipotézis esetén meghatároztam a H2 hipotézis során feltárt nemzetközi képzések azon elemeit, amelyek átvihetők a hazai közszolgálati kiberbiztonsági képzésbe.

2. Kapcsolódó munkák

Ahhoz, hogy a jelen tanulmányban ismertetett nemzetközi képzések tartalmának és összehasonlítása lehetőségeinek feltárása, továbbá a közszolgálati kiberbiztonsági képzés alapjául szolgáló NICE Keretrendszer elemzése megvalósulhasson, nélkülözhetetlen a releváns szakirodalom mélyebb vizsgálata.

2.1. Képzések összehasonlításával kapcsolatos tanulmányok

K. Cabaj és szerzőtársai tanulmánya összehasonlító elemzést nyújt számos kiberbiztonsági mesterképzésről, azok felvételi követelményeiről, alapadatairól, tartalmáról, valamint a kiberbiztonsági érettség lényegéről. A cikkben összesen 21 mesterképzést vizsgáltak meg, amelyek kiválasztási kritériumai a következők voltak: a mesterképzés elnevezésében szerepel a kiberbiztonság kulcsszó, valamint ezek a képzések a 2017-es QS Egyetemi Világranglista első 700 egyetemén elérhetők. A kiválasztás fontos további szempontja volt a földrajzi elhelyezkedés, amely alapján különböző országok képzéseit is összehasonlították, így tíz képzést az Egyesült Államokból, ötöt az Egyesült Királyságból, valamint egyet-egyét Ausztráliából, Új-Zélandról, Észtországból, Hollandiából, Izraelből és Spanyolországból elemeztek. Az összehasonlítás során megvizsgálták a képzések felvételi követelményeit, időtartamát, illetve struktúráját. Ez utóbbi során elemezték a képzések felépítését, a teljesítendő kreditek és kurzusok számát, azok típusait, tehát például azt, hogy van-e a hallgatónak lehetőségük szabadon választható kurzusok felvételére, vagy kizárólag kötelező tantárgyakat abszolválhatnak-e, továbbá fellelhető-e specializációk, szakirányok az egyes képzések esetében. Ezt követően a szerzők bemutatták a kurzusok tartalmát,

azokat a témákat, területeket, amelyeket az egyes képzések érintenek. Végezetül a képzések abszolválásához szükséges feltételek elemzését végezték el.⁵

Bogdana Bystrova tanulmányában az Ukrajnában és az Egyesült Államokban elérhető kiberbiztonsági felsőoktatási képzések általános összehasonlítását ismerteti, amelynek célja a hasonló oktatási programok szervezésével, megvalósításával, tartalmával és tanulmányi eredményeivel kapcsolatos alapképzések gyakorlati tapasztalatainak felhasználása az ukrán kiberbiztonsági oktatásban. A szerző az Észak-Karolinai Állami Egyetem kiberbiztonsági alapképzését és az ukrán kiberbiztonsági képzéseket általánosságban hasonlította össze. Az amerikai képzés esetében a kiválasztás fő szempontja az volt, hogy a vizsgált egyetem a U.S. News and World Report rangsorában az előkelő 31. helyet foglalta el a 150-ből. Bystrova ezt követően összehasonlította a képzéseket a teljesítendő kreditek száma, a tanulási és oktatásmódszertan, az értékelési folyamat, valamint a finanszírozási forma alapján. A szerző legfőbb célja az volt, hogy javaslatot tegyen az amerikai tapasztalatok alapján az ukrán kiberbiztonsági oktatás fejlesztésére, a hiányosságok és problémák orvoslására, az amerikai jó gyakorlatok átvételével.⁶

2.2. NICE Keretrendszer

A NICE Keretrendszer alapvető referenciaként szolgál olyan munkaerő támogatásához, amely képes kielégíteni a szervezet kiberbiztonsági igényeit egy közös, következetes „lexikon” segítségével, amely leírja a lehetséges kiberbiztonsági munkát kategóriánként, szakterületenként, illetve munkakörönként.⁷ Továbbá meghatározza az elsajátítandó kiberbiztonsági tudást, készségeket, képességeket és feladatokat az egyes munkakörökhöz. E keretrendszer kiváló alapként szolgálhat az általunk átadni kívánt tudás, készségek, képességek meghatározására, a kiberbiztonsági tantervek, tantárgyi adatlapok kidolgozására.

Alsmadi tanulmánya rámutat a jelenlegi kiberbiztonsági munkaerőhiány jelenlegére, valamint arra, hogy folyamatos növekedés figyelhető meg a kiberbiztonsági szakemberek és készségek iránti igények tekintetében.⁸ A cikk kiemelt hangsúlyt fektet a NICE és az ehhez hasonló keretrendszerek alkalmazására, továbbá azonosítja azokat a tényezőket, amelyek bizonyítják ezek szükségességét. Ilyen tényezőnek tekinthetők például az elméleti és gyakorlati képességek közötti egyensúly hiánya, az akadémia és az ipar közötti szakadék.⁹

Adriane C. Estes és szerzőtársai tanulmányukban feltárják, hogy a NICE kiberbiztonsági munkaerőrendszere hogyan igazítja és hangolja össze a kiberbiztonsági

⁵ Krzysztof Cabaj et alii: Cybersecurity education: Evolution of the discipline and analysis of master programs. *Computers & Security*, 75. (2018), 24–35.

⁶ Bogdana Bystrova: Comparative Analysis of Curricula for Bachelor's Degree In Cyber Security in the USA and Ukraine, *Comparative Professional Pedagogy*, 7. (2017) 4. 114–119.

⁷ William Newhouse et alii: *National Initiative for Cybersecurity Education (NICE) Cybersecurity Workforce Framework*. U.S. Department of Commerce, 2017.

⁸ Steve Morgan: Cybersecurity Jobs Report: A Special Report From the Editors at Cybersecurity Ventures, Cybersecurity Ventures, 31 May 2017.

⁹ Izzat Alsmadi: Cybersecurity Education Based on the NICE Framework: Issues and Challenges. *ISACA Journal*, 3. (2018), 1–6.

munkákat a potenciális jelöltekkel. A szerzők bemutatják, milyen előnyei vannak egy szervezet számára a NICE Keretrendszer alkalmazásának, illetve hogyan segít azonosítani a kiberbiztonsági képességeket és megoldást találni e képességek hiányára, valamint folyamatos fejlesztésére nemcsak szervezeti, hanem globális szinten is.¹⁰

Herman és szerzőtársai arra keresik a választ, hogyan értelmezik a hallgatók a kiberbiztonság egyes fogalmait, illetve hogy a kiválasztott egyetemeken tanuló hallgatók milyen kiberbiztonsági ismeretekkel rendelkeznek. A tanulmány célja továbbá az esetleges hiányok feltérképezése interjúk segítségével. Az interjú elkészítésével a szerzők célja a hallgatók tudásának mérése, a hiányosságok feltárása, azok okainak azonosítása, valamint hosszú távon az oktatás fejlesztése.¹¹

3. A közszolgálati kiberbiztonsági képzés és a NICE Keretrendszer

Korábbi tanulmányomban¹² már definiáltam a közszolgálati kibervédelmi képesség fejlesztését célzó közszolgálati kiberbiztonsági képzés fogalmát, illetve meghatároztam a képzés definiálásához elengedhetetlen kibervédelmi képességet, amelyeket jelen tanulmány teljes megértéséhez szükséges megismételni:

- a) *kibervédelmi képesség*: azon személyes kibervédelmi képességek összességét jelenti, amely a kibertérből érkező jelenleg ismert vagy ismeretlen fenyegetések és támadások megelőzésére, felismerésére és megakadályozására irányul;
- b) *közszolgálati kiberbiztonsági képzés*: a közszolgálatban dolgozó személyek kibervédelmi képességének kialakítására irányul a közszolgálati kiberbiztonság fejlesztése érdekében. A képzés jelen esetben egyfajta tudásátadás a közszolgálatban dolgozó személyek, döntéshozók számára, hogy a kibertérből érkező jelenleg ismert vagy ismeretlen fenyegetéseket és támadásokat képesek legyenek megelőzni, felismerni és megakadályozni;
- c) *közszolgálati kiberbiztonsági képzés célja*: a közszolgálatban dolgozó személyek, döntéshozók ismeretének módszeres kiterjesztése a kibervédelmi képességhez szükséges tudással, amelynek segítségével a kibertérből érkező jelenleg ismert vagy ismeretlen fenyegetések és támadások kockázatát azonosíthatják, esetlegesen a végrehajtás során kisebb mértékben beavatkozhatnak.

Fontos volt meghatározni azokat az általános kiberbiztonsági feladatokat is, amelyeket a közszolgálati dolgozóknak szükséges végrehajtani akár a mindennapi munkájuk során, akár egy esetleges kibertámadás esetén. E feladatokat a korábban említett NICE Keretrendszer segítségével azonosítottam korábbi tanulmányomban,¹³ és ezeket az alábbiakban ismertetem újra. E feladatok meghatározása elengedhetetlen volt

¹⁰ Adriane C. Estes et alii: *Exploring How the NICE Cybersecurity Workforce Framework Aligns Cybersecurity Jobs with Potential Candidates*, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Education: Computer Science & Computer Engineering, Las Vegas, Nevada, CSREA, 2018.

¹¹ Travis Scheponik et alii: *How Students Reason about Cybersecurity Concepts*. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1. (2016), 1–5.

¹² Deák Veronika: *A közszolgálati kiberbiztonsági képzés lehetősége Magyarországon*. *Hadmérnök*, 15. (2020), 3.

¹³ Uo.

a képzés tartalmának kialakításához, így a nemzetközi jó gyakorlatok feltárásához is szükséges, amely már jelen tanulmány célja.

1. táblázat

A közszolgálati kiberbiztonsági képzés során elsajátítandó tudáshalmaz

Forrás: a szerző szerkesztése

NICE által meghatározott tudáshalmaz (K)
<ul style="list-style-type: none"> • számítógéphálózatokhoz kapcsolódó alapfogalmak ismerete • kockázatkezelési folyamatok ismerete • kiberbiztonsági, adatvédelmi jogszabályok, irányelvek, alapelvek ismerete • kibertérből érkező fenyegetések ismerete • vezeték nélküli technológiák ismerete
NICE által nem definiált, de szükséges tudáshalmaz (K*)
<ul style="list-style-type: none"> • az állami kibervédelmi rendszer ismerete • a szervezeten belüli kiberbiztonsági és adatvédelmi felelős pozíciók ismerete • a kibertámadások esetén alkalmazható technikák, eljárások ismerete • az emberi tényező és a kiberbiztonság kapcsolódási pontjainak ismerete • A kibertámadások mögött rejlő motivációk és pszichológiai tényezők ismerete.

4. A képzések kiválasztásának módszere és az összehasonlítási stratégia

A közszolgálati kiberbiztonsági képzés hazai megvalósításához mindenképp szükséges feltérképezni és megvizsgálni a nemzetközi oktatásban megjelenő kiberbiztonsággal, információbiztonsággal kapcsolatos képzéseket. Ezen belül e képzések rendszerét, struktúráját, felépítését és tartalmát, annak érdekében, hogy a nemzetközi tapasztalatok vizsgálata során feltárt jó gyakorlatok esetleges átültetése megvalósulhasson a hazai oktatásban. Ennek keretében jelen pontban ismertetek néhány külföldi, a kibervédelmi képesség fejlesztését, illetve közszolgálati ismeretek átadását célzó képzési programot. Ezt követően az előző pontban felvázolt tudáshalmaz alapján összehasonlítom a kiválasztott nemzetközi példákat aszerint, hogy milyen mértékben jelenik meg a képzésben ezen ismeretek átadása.

4.1. A képzések kiválasztásának módszere

Ahhoz, hogy bizonyítsam a közszolgálati kiberbiztonsági képzés fontosságát, szükségességét és relevanciáját hazánkban, a nemzetközi képzések több típusát is megvizsgáltam, majd ezeket összevettem egy általam kialakított szempontrendszer alapján. A képzések kiválasztásának módszere a következőkben és az 1. ábrán ismertetett lépésekből állt.



1. ábra

A képzések kiválasztásának módszere

Forrás: a szerző szerkesztése

A képzések három csoportját különítettem el. Az első csoportba sorolhatók a kiberbiztonsággal, kibervédelemmel foglalkozó, informatikai előképzettségre épülő mesterképzések. A második kategóriát a közigazgatási mesterképzések alkotják. A harmadik csoport esetén olyan képzéseket kívántam megvizsgálni, amely az általam a korábbiakban felvázolt, közszolgálatban dolgozó személyek számára biztosítja a kibervédelmi képesség kialakítását. Olyan egyetemi szintű kiberbiztonsági mesterképzések, szakirányú továbbképzések után kutattam, amelyek konkrétan a közszolgálatban dolgozó személyeknek szólnak. Olyan képzést, amely teljesen megfelelt ezen elvárásoknak nem találtam, ezért olyan képzéseket kerestem, amelyek a kiberbiztonság és a közigazgatás elemeit együttesen tartalmazzák, így e képzések alkotják a harmadik csoportot.

A képzések felkutatására a QS World University Rankings által felállított világszintű egyetemi rangsort használtam. Ez a ranglista a Quacquarelli Symonds (QS) által évente kiadott, a világ egyetemeinek rangsorát tartalmazó kiadványában is fellelhető. Honlapjukon megtalálható a világ egyetemeinek összesített rangsorolása, valamint a témánkénti és régiók szerinti rangsorok egyaránt. Ezenkívül a regisztrált felhasználók további információkhoz, elemzésekhez és közvetlen egyetemi összehasonlításokhoz is hozzáférhetnek.¹⁴ Ezeknek köszönhetően a QS általános és téma szerinti rangsorait használtam a megfelelő képzések kiválasztásához. Ennek keretében bármely csoportot is vizsgáltam, megnéztem az általános és téma szerinti (például informatikatudomány) rangsort, és növekvő sorrendben elemeztem az egyetemeket azzal kapcsolatban, hogy található-e a képzési repertoárjukban az általam éppen vizsgálni kívánt képzés. Ennek célja az volt, hogy mindig az adott ország azon képzését válasszam ki,

¹⁴ Bővebb információ a következő weboldalon található: *University Rankings*.

amely megfelel az általam támasztott elvárásoknak és a ranglistának megfelelően a legjobbnak minősül az adott országban. Ennek érdekében kilistáztam az általános és a téma szerinti rangsort, sorban haladva megvizsgáltam az országok egyetemait, és minden országból egyet választottam ki, amely megfelel a feltételeknek. Minden csoporthoz három egyetemet társítottam a könnyű áttekinthetőség érdekében, majd pedig egy általam felvázolt szempontrendszer szerint vizsgáltam meg a képzéseiket. Minden egyetem esetében a feltételeknek leginkább megfelelő képzést választottam ki bővebb ismertetés céljából. Az adott képzések konkrét vizsgálatánál az egyetemek honlapjai és az azokon megtalálható tantervek, tájékoztatóanyagok szolgáltak információval.

4.2. Összehasonlítási stratégia

A kiválasztást követően a képzések összehasonlítására, a NICE Keretrendszer segítségével meghatározott tudáselemek képzési programban történő megjelenésére, a jó gyakorlatok azonosítására, valamint következtetések levonására az alábbi összehasonlítási stratégiát alkalmaztam.



2. ábra

Összehasonlítási stratégia

Forrás: a szerző szerkesztése

A képzések kiválasztását követően minden egyes képzést ugyanazon szempontrendszer szerint vizsgáltam meg, annak érdekében, hogy áttekinthetőbbek legyenek, illetve a képzések bemutatását követően össze is lehessen hasonlítani sajátosságait és meg lehessen határozni előnyeiket, hátrányaikat. Minden képzés esetében

vizsgáltam a képzés rangsorban betöltött helyét, pontos nevét, időtartamát, illetve a költségtérítés formáját. Ezt követően elemeztem a képzés feltételeit, a bemeneti követelményeket. Ez azért rendkívül fontos, mert például az első csoportban szereplő képzésekre kizárólag az informatikai, matematikai tudományok vagy ezekhez szorosan kapcsolódó tudományok képzési területén, alapképzésben szerzett oklevél birtokában lehet jelentkezni. Ezen kívül számos, a nemzetközi képzésekre jellemző egyéb feltételt határoztak meg, mint például az igazolt angol nyelvtudás, GRE/GMAT teszt,¹⁵ a közigazgatási mesterképzések esetében pedig a munkatapasztalat és ajánlólevél. Ezenkívül megvizsgáltam a képzés típusát, az oktatott tantárgyakat, valamint azok tartalmát, elsajátítandó készségeket, képességeket. Ezután összehasonlítottam a képzéseket az alapján, hogy tantárgyi programjuk milyen mértékben tartalmazza a korábban a NICE Keretrendszer segítségével definiált tudáshalmazt. A vizsgálat során a képzés weboldalán található információkat, tematikát és elérhető oktatási anyagokat elemeztem, és egy táblázat segítségével szemléltettem, hogy az egyes képzések melyik tudáselemet tartalmazzák.

5. Nemzetközi képzések összehasonlítása

Jelen fejezet bemutatja a kiválasztási módszer segítségével feltárt kiberbiztonsággal kapcsolatos nemzetközi képzéseket, azok csoportosítását, tartalmát, alapvető elemeit és követelményeit. Ezt követően szemléltetem, hogy a korábban definiált tudáshalmaz egyes elemei megjelennek-e az egyes képzésekben.

5.1. A nemzetközi képzések feltérképezése

Három csoportot azonosítottam a nemzetközi képzések feltérképezése során. Az első csoportba az informatikai alapképzetségre épülő, kiberbiztonsággal foglalkozó mesterképzések tartoznak. A második csoportba a klasszikus közigazgatási mesterképzések sorolhatók. A harmadik csoport esetén olyan képzéseket kutattam, amelyek az általam felvázolt közszolgálati kiberbiztonsági képzéssel hasonlóságot mutatnak.

5.1.1. Informatikai alapképzetségre épülő kiberbiztonsággal foglalkozó mesterképzések

A képzések felkutatásához a QS informatikatudományok alapján történő rangsorolását vettem figyelembe. A ranglista 17. helyén a *University College of London (UCL)* található, amely a ranglista első, informatikai alapképzetségre épülő kiberbiztonsági képzéssel rendelkező egyeteme. Ezen a képzésen kiberbiztonsági szakértők a tudományosan alátámasztott elméleti ismereteket és a legmodernebb gyakorlati tudás

¹⁵ A nemzetközi egyetemeken felvételi kritériumként alkalmazott szabványosított tesztek, amelyek az alkalmaság felmérésére szolgálnak.

egyensúlyát tanítják az újdonsült szakemberek számára.¹⁶ A rangsorban a 18. helyet elfoglaló *Washingtoni Egyetem (University of Washington – UW)* a következő olyan egyetem, amely rendelkezik az informatikai előképzettség meglétéhez kötött kiberbiztonsággal foglalkozó mesterképzéssel. Kétéves kiberbiztonsági mérnök mesterképzésre jelentkező az, aki kiberbiztonsági szakemberré szeretne válni, és aki a technológia fejlődésével lépést tartva kívánja kombinálni az informatikai alapismereteket a modern kiberbiztonsági technológiák elméleti ismereteivel és gyakorlati tapasztalataival.¹⁷ A rangsor 51–100. helyei közé sorolt hollandiai *Eindhoveni Műszaki Egyetem (Eindhoven University of Technology)* szintén kétéves mesterképzést biztosít az érdeklődők számára. Az információbiztonsági technológiák néven futó mesterképzés partnerintézményen, a Radboud Egyetemen keresztüli együttműködés keretében valósul meg. Ez a program széles körű áttekintést nyújt az információbiztonsági technológiák módszereiről, és magában foglalja a jog, a kiberbiztonság, az etika és az üzleti tevékenységek egyes szempontjait is.¹⁸

5.1.2. Klasszikus közigazgatási mesterképzések

E képzések kutatására a közpolitika és közigazgatás téma szerinti rangsort alkalmaztam. A ranglista 1. helyén álló amerikai *Harvard Egyetem tagintézménye, a Harvard Kennedy School* egy kétéves, szakmai tapasztalatra épülő közigazgatási mesterképzést indít, amely során a hallgatók egyéni tanulmányi terv segítségével fejleszthetik tudásukat, összpontosíthatnak személyes és szakmai törekvéseikre, valamint ismereteket szerezhetnek a különféle tudományágokról. A Harvard kurzusain a kibervédelem számos területével találkozhatnak a hallgatók, többek között a digitális kormányzattal, a kiberbiztonság technológiai, politikai és jogi aspektusával, valamint a kibertér és az információs műveletek kapcsolatának vizsgálatával is.¹⁹ A ranglista 3. helyén található angliai *London School of Economics and Political Science*, rövidebben *London School of Economics* egy 19 hónapos közigazgatási mesterképzést biztosít az érdeklődők számára. A képzés célja a kormányzati és állami szervek, közintézmények és a magán-szektor szakemberei számára olyan tudásfejlesztés megvalósítása, amely ötvözi az egyéni és csoportos munkatapasztalon alapuló problémamegoldást a közzférában és a politikában. A képzés tantervében kibervédelmi vonatkozások is megfigyelhetők, de kizárólag a kiberbiztonság jogi hátterének vizsgálatával kapcsolatban.²⁰ A rangsor első tíz helyén egy kivétellel angol és amerikai egyetemek váltakoznak. A 7. helyen a *Tokiói Egyetem* áll, amely kizárólag közpolitika témájú angol nyelvű mesterképzéssel rendelkezik. A 11. helyet az *Ausztrál Nemzeti Egyetem (The Australian National University)* foglalja el. Kétéves mesterképzés teszi lehetővé a tágan értelmezett közigazgatás megismerését azok számára, akik az állami, kormányzati szervezetekben szeretnének elhelyezkedni. A képzés kurzusai között kiberbiztonsági vonatkozásúról nem esett

¹⁶ *Information Security MSc.* University College of London.

¹⁷ *Master of Science in Cybersecurity Engineering.* University of Washington.

¹⁸ *Mastertrack Information Security Technology.* Eindhoven University of Technology.

¹⁹ *Master in Public Administration.* Harvard University.

²⁰ *Executive Master of Public Administration (EMPA).* London School of Economics and Political Science.

szó, de az ANU Kibervédelmi Intézete ilyen lehetőséget biztosít a kiberbiztonsággal mélyebben foglalkozni kívánó hallgatók számára.²¹

5.1.3. Közigazgatási és kiberbiztonsági ismereteket egyaránt tartalmazó képzések

Végül olyan képzéseket kutattam, amelyek az általam felvázolt közszolgálati kiberbiztonsági képzéssel hasonlóságot mutatnak, tehát a közszolgálatban dolgozó szakemberek számára nyújtanak kibervédelmi ismereteket. Összességében megállapítható, hogy az ehhez hasonló képzések száma rendkívül alacsony, konkrét közszolgálati dolgozók számára kiberbiztonsági felsőoktatási képzést nem találtam, ezért olyan képzéseket kerestem, amelyek együttesen ötvözik a közigazgatási és kiberbiztonsági ismeretek elsajátítását. Éppen ezért, az ebbe a csoportba tartozó képzéstípusok alacsony számának köszönhetően nem volt lehetőség eltérő országok képzéseit vizsgálni. Az első ilyen képzés az amerikai *Arizonai Állami Egyetem (Arizona State University – ASU)* kiberbiztonsági politika és menedzsment online elvégezhető mesterképzése, amely egyaránt ötvözi a kiberbiztonsági és a közigazgatással, közpolitikával kapcsolatos ismereteket.²² A következő ilyen a San Bernardinó-i *Kaliforniai Állami Egyetem (California State University, San Bernardino – CSUSB)* olyan kétéves közigazgatási mesterképzést nyújt, amelyen kiberbiztonsági szakirány választható, és amelynek célja, hogy a közszolgálatban vezető szerepek betöltésére készítse fel a hallgatókat.²³ Ezt követi a szintén amerikai *Carnegie Mellon Egyetem*, ahol információbiztonsági politika és menedzsment szakirányú továbbképzéssel biztosítják az információbiztonsági és közigazgatási, közpolitikai ismeretek elsajátítását. Jelen képzés célja, hogy olyan szakembereket képezzen, akik képesek lesznek az állami és magánszféra szervezeteit, valamint más személyeket biztonságosabbá, biztonság tudatosabbá tenni. Míg más programok az információbiztonság technikai mérnöki megközelítéseit hangsúlyozzák, addig jelen képzés a technikai készségeket a közpolitikai, szakpolitikai, stratégiai és menedzsmentkurzusok széles körével ötvözi.²⁴

5.2. Nemzetközi képzések alapadatainak vizsgálata

Az összehasonlítás során a képzések alapadatait vizsgáltam meg, amelyeket a 2. táblázat szemléltet. A táblázatban látható az egyes képzések időtartama (I.) években megadva; a rangsorban betöltött helyezés (R), amely szám mögött található a rangsor típusa, amely lehet *informatikai tudományok (I)*, *közigazgatás és közpolitika (K)*, esetleg *általános (Á)*; a finanszírozási forma (Fin.), amely alapján a képzés lehet *állami ösztöndíjjal támogatott (öszt.)*, *önköltséges (önk.)* vagy *mindkettő (öszt./önk.)*; végül a bemeneti követelmények.

²¹ *Master of Public Administration*. Australian National University.

²² *Cybersecurity policy and management (MA)*. Arizona State University.

²³ *Master of Public Administration*. California State University, San Bernardino.

²⁴ *Information Security Policy & Management (MSISPM)*. Carnegie Mellon University.

2. táblázat

A vizsgált nemzetközi képzések alapadatai

Forrás: a szerző szerkesztése

	Képzés	I.	R.	Fin.	Bemeneti követelmény
Informatikai alapképzett-ségre épülő kiberbiztonsági képzések	UCL	1	17 (I)	önk.	Informatikai, elektronikai mérnöki és matematikai területeken alapképzésben szerzett oklevél, angol nyelvtudás (pl. IELTS, TOEFL)
	UW	2	18 (I)	önk.	Informatikai területen alapképzésben szerzett oklevél, angol nyelvtudás, 3,0 feletti görgetett átlag
	EUT/RU	2	51-100 (I)	önk.	Informatikai, matematikai, információbiztonsági vagy kapcsolódó területeken alapképzésben szerzett oklevél, külföldi hallgatók esetében az alapképzésben szerzett oklevelet egyedileg bírálják el, személyes interjú
Klasszikus közigazgatási mesterképzések	HU HKS	1	1 (K)	önk.	Alapképzésben szerzett oklevél + 4 mesterképzési szakon indított kurzus teljesítése/ mesterképzésben szerzett oklevél, 3 év szakmai tapasztalat, GRE/GMAT-teszt, angol nyelvtudás
	LSE	1,5	3 (K)	önk.	Alapképzésben szerzett oklevél, 2 ajánlólevél, magas szintű angol nyelvtudás, 5 év munkatapasztalat
	ANU	2	11 (K)	önk.	Alapképzésben szerzett oklevél, szakmai tapasztalat, 7 pontos GPA, angol nyelvtudás
Közszolgálat + kiberbiztonság	CMU HC	2	48 (Á)	önk.	Alapképzésben szerzett oklevél, szakmai tapasztalat, angol nyelvtudás (TOEFL, IELTS), GRE-teszt
	ASU	2	215 (Á)	önk.	Kriminológia, igazságügyi igazgatás, közigazgatás, közszolgálat, szociológia, közbiztonsági/tűzvédelmi menedzsment, környezetvédelem, közegészségügy, alkalmazott tudományok, földrajz vagy más szorosan kapcsolódó területen alapképzésben szerzett oklevél, 2 éves szakmai tapasztalat, 2 ajánlás, 3,00 GPA, angol nyelvtudás
	CSUSB	2	–	önk.	Alapképzésben szerzett oklevél, szakmai tapasztalat, statisztikai előképzettség (bevezető statisztikai kurzus)

Fontos kiemelni, hogy természetesen léteznek egyéb, a közszolgálatban dolgozó személyek számára elérhető továbbképzések, tréningek, különféle oktatások, azonban jelen tanulmány célja e vonatkozásban kizárólag a felsőoktatási képzési rendszerbe illeszkedő képzéstípusok elemzése.

5.3. Nemzetközi képzések ismerethalmazának vizsgálata

Miután bemutattam a nemzetközi felsőoktatásban elérhető kiberbiztonsággal foglalkozó képzéseket, szeretném megvizsgálni, hogy létezik-e olyan képzés, amely fedi a 3. fejezetben azonosított ismeretek körét. Ehhez megvizsgáltam, hogy az egyes képzések oktatási anyaga tartalmaz-e részletes képzési anyagot a K1–K5 és K1*–K5* tudáshalmazzal kapcsolatban.

A vizsgálat során a képzések weboldalán található információkat, tematikákat és elérhető oktatási anyagokat vizsgáltam meg. A vizsgálat eredményét a 3. táblázat tartalmazza, ahol a sorok az egyes képzéseket, az oszlopok az azonosított tudáshalmazt jelölik. Egy cellába akkor került ✓ jel, ha az adott sorban található képzés oktatja az adott oszlopban található ismeretanyagot. Ha egy cellába – jel került, akkor nem található információ azzal kapcsolatban, hogy az adott ismeretkört is oktatják az adott képzésen.

3. táblázat

A vizsgált nemzetközi kiberbiztonsággal kapcsolatos képzések összehasonlítása tudáselemek szerint

Forrás: a szerző szerkesztése

Képzési forma	Képzés rövidítése	K1	K2	K3	K4	K5	K1*	K2*	K3*	K4*	K5*
BSc/ BA	NKE KNY	✓	–	✓	✓	✓	✓	–	✓	–	✓
	ÓE BM	✓	✓	✓	✓	–	–	–	✓	✓	✓
MSc/MA	NKE KB	✓	✓	✓	✓	–	–	–	–	✓	–
	NKE VIKR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
Szak- irányú tovább- képzés	NKE EIB	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–
	ELTE ASZ	✓	–	✓	✓	–	–	✓	✓	–	–
	ÓE KSZ	✓	–	✓	✓	✓	–	–	–	–	–
	ÓE ISZ	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	✓	–
	GDF AIM	✓	–	✓	–	–	–	–	✓	–	–
	NKE EUA	–	✓	✓	–	–	✓	✓	–	–	–

A vizsgált képzések közül egyik képzés tantervében sem jelent meg az állami kibervédelmi rendszer, valamint a szervezeten belüli kiberbiztonsági és adatvédelmi felelős pozíciók ismerete. Ennek oka lehet, hogy ezen ismeretkörök egyediek, országonként változhatnak, ezért olyan általános képzések esetében, mint amelyeket jelen vizsgálat tartalmaz, nem indokolt nemzetspecifikus ismeretek átadása.

A vizsgált képzések közül a University College of London információbiztonsági mesterképzése, az Eindhoven University of Technology információbiztonsági technológiák mesterképzése, a California State University közigazgatási mesterképzés kiberbiztonsági szakiránya, valamint a Carnegie Mellon University Heinz College információbiztonsági politika és menedzsment mesterképzése fedi le a legtöbb korábban meghatározott tudáshalmazt. Több különböző ország képzése is kifejezetten nagy mértékben tartalmazza a vizsgált témaköröket, ami azt jelenti, hogy egy kiberbiztonsági

képzés, amely ezen ismereteket tartalmazza, nemcsak hazánkban, hanem nemzetközi szinten is relevánsnak tekinthető.

A nemzetközi szinten elérhető klasszikus közigazgatással kapcsolatos mesterképzések többségében nem tartalmaznak kiberbiztonsági ismereteket. Ez azt a nemzetközi gyakorlatot szemlélteti, hogy a kiberbiztonsági ismereteket nem a klasszikus közigazgatási mesterképzésekbe kell integrálni, hanem külön kiberbiztonság-specifikus képzéseket kell létrehozni, amely ötvözi a közszolgálati és kiberbiztonsági ismereteket egyaránt.

Összességében megállapítható, hogy a korábban meghatározott tudáselemek jelentős része (két elem kivételével az összes) megjelenik valamely vizsgált képzés képzési tervében, ami azt mutatja, hogy ezen ismeretkörök a közszolgálati kiberbiztonsági képzés szempontjából is relevánsnak tekinthetők. A táblázat alapján egyébként az is látható, hogy nincs olyan tudáselem, amely minden vizsgált képzés tantárgyi programjában szerepelne. Ez mutatja a képzések felépítésének, meghatározott előképzettségeinek, feltételeinek és típusainak különbségét.

Fontos kiemelni, hogy a jelenlegi képzési rendszer fázisaiban átadott ismeretek mennyisége és mélysége eltérő, jelentősen befolyásolja azt a képzési forma struktúrája, követelményei, időtartama, valamint a képzés során elsajátítandó készségek, képességek, ismeretek halmaza. Ezenkívül befolyásoló tényezőnek tekinthető a képzés munkarendje is, tehát hogy a hallgatók nappali, levelező vagy online munkarendben teljesítik az adott képzést.

6. Nemzetközi jó gyakorlatok azonosítása

A közszolgálati kiberbiztonsági képzés hazai megvalósításához elengedhetetlen feltérképezni és megvizsgálni a nemzetközi oktatásban megjelenő kiberbiztonsággal, információbiztonsággal kapcsolatos képzéseket, azok struktúráját, tartalmát és tapasztalatait. Az előző pontban bemutatott képzések összehasonlító elemzése során számos jó gyakorlatot azonosítottam, amelyeknek átültetése a hazai képzésbe jelentősen hozzájárulhat a nemzetközi szintű képzés definiálásához. A feltárt jó gyakorlatokat a következőkben ismertetem.

A cél az volt, hogy olyan nemzetközi gyakorlatokat azonosítsak, amelyek bizonyíthatóan hozzájárulnak az adott felsőoktatási intézmény minőségi színvonalának emeléséhez. Éppen ezért olyan eljárásokat, eszközöket, módszereket és egyéb gyakorlatokat kerestem, amelyek pozitívan képesek befolyásolni a hatékony elméleti és gyakorlati tudásátadást. A nemzetközi tapasztalatok implementálásának előnye, hogy ezek már olyan nemzetközi szinten kipróbált és bevált gyakorlatok, amelyek hatékonyságát az egyetemek eredményei is igazolnak. Fontos azonban megemlíteni, hogy komplex oktatási rendszerek integrálása nem minden esetben valósítható meg egy az egyben, mivel minden országnak, így azok felsőoktatási rendszereinek is más és más sajátosságai, hátterei, követelményei és társadalmi-gazdasági viszonyai vannak. Éppen ezért fontos, hogy a saját körülményeinket, felsőoktatási rendszereink felépítését, működését figyelembe véve szükséges e tapasztalatokat adaptálni. A jó gyakorlatok implementálása során kiemelt figyelmet kell fordítani azok technikai,

szervezési és anyagi feltételeire is, csak ezek tisztázását követően kezdődhet meg ezek alkalmazása. A nemzetközi gyakorlatok átültetését követően kulcsfontosságú ezek hatékonyságának ellenőrzése és értékelése, valamint a tapasztalatok folyamatos rögzítése.

Az azonosított jó gyakorlatok az alábbiak:

- a) hallgatók és tanárok, karok, intézetek közötti szoros kapcsolattartás;
- b) hallgatók közötti együttműködés;
- c) gyakorlati oktatás, labor;
- d) gyakorlati projektmunka;
- e) esettanulmányok segítségével történő oktatás;
- f) állami vagy magánszférában dolgozó, kiberbiztonsággal foglalkozó szakértők meghívott előadóként való részvétele az oktatásban.

A jó gyakorlatok közé tartozik a hallgatók és a tanárok, karok, illetve intézetek, tanszékek közötti szoros kapcsolattartás elősegítése, folyamatos biztosítása. Ennek célja, hogy a hallgatók félévi munkája során felmerülő problémák, nehézségek leküzdésében, valamint a munka folytatásában megfelelő szakmai segítséget kaphassanak.

A következő tapasztalat szorosan kapcsolódik az előbb említetthez, hiszen lényege, hogy a hallgatók megfelelő támogatást kapjanak tanulmányaikhoz. A hallgatók közötti együttműködés erősítésének célja, hogy fejlessze a hallgatók együttműködő-képességét, valamint a saját ötletek csoportban való megosztásával hozzájáruljon a gondolkodás és a megértés elmélyítéséhez.

A gyakorlati oktatás, illetve labormunkák előnye, hogy a hallgatók a magán- és állami szférában felmerülő konkrét problémákkal, feladatokkal találkozhatnak, így valódi és releváns szakmai tapasztalatot szerezhhetnek. Ezenkívül a kiberbiztonsággal összefüggő ismeretek elsajátítása során elengedhetetlen a különféle infokommunikációs technológiák, támadási és védelmi alternatívák konkrét műszaki környezetben való szimulálása. Így a gyakorlati feladatok és laborgyakorlatok nélkülözhetetlen részét képezik a kiberbiztonsági oktatásnak.

A gyakorlati projektmunka lényege egy informatikára, kiberbiztonságra specializálódott projekt végrehajtása a képzés végén, amely során egy valós ügyféllel, szervezettel együttműködés keretében egy aktuális problémára, kihívásra keresik a hallgatók a választ.

Az esettanulmányok segítségével végzett oktatás számos egyetemre jellemző sajátosság, amelynek lényege, hogy egy konkrét, gyakorlati példa segítségével szemléltesse az átadni kívánt ismeretanyagot, valamint egy adott kihívás, probléma megoldásának lehetőségeit a hallgatók számára. Ezen oktatási módszer előnye, hogy fejleszti a hallgatók problémamegoldó, analitikus, érvelési és együttműködési képességeit, továbbá hozzájárul valós gyakorlati problémák megismeréséhez.

Az aktuális kiberbiztonsági kihívások szemléltetését számos egyetem állami vagy magánszférában dolgozó kiberbiztonsággal foglalkozó szakértők meghívott előadóként való részvételével biztosítja. E módszer szintén hozzájárul a valós, gyakorlati problémák és azok megoldásainak megismeréséhez, valamint a munkaerőpiacon szerzett tapasztalatok megosztásához.

7. Következtetések

Az előző fejezetek egyfajta előkészítései és egyben bizonyításai voltak a hipotézisek megválaszolásának. Jelen fejezet célja, hogy az első fejezetben megadott hipotézisekre egyértelmű választ adhassak.

Ezek alapján a H1 hipotézis helyes, és ennek bizonyítása a 3. fejezetben meghatározott keresési stratégia és összehasonlítási szempontrendszer, amely alapján kiberbiztonsággal kapcsolatos nemzetközi képzések a célnak megfelelően összehasonlíthatók.

A H2 hipotézis teljesülését bizonyítja az 5. fejezetben található, a vizsgált nemzetközi képzések ismerethalmazának vizsgálatán alapuló összehasonlítás (3. táblázat), amelynek eredményeként megállapítható, hogy egy hazai közszolgálati kiberbiztonsági képzés a nemzetközi szinten is releváns képzésnek minősül, hiszen a korábban meghatározott tudáselemek jelentős része (két elem kivételével az összes) megjelenik valamely vizsgált képzés képzési tervében. Csak azon ismeretkörök nem jelennek meg (K1* és K2*), amelyek országonként eltérőek.

Végül a H3 hipotézis szintén igaznak bizonyult, ennek bizonyítása a 6. fejezetben található meg, vagyis fellelhetők olyan nemzetközi jó gyakorlatok, amelyeket érdemes átültetni a hazai képzésbe.

8. Összegzés és jövőbeni tervek

A kiberbiztonság egy gyorsan változó, folyamatosan fejlődő és bővülő terület, amely egyre újabb és újabb kihívásokat, illetve fenyegetéseket tartogathat számunkra. A közszolgálati kiberbiztonsági képzés megvalósítására a közszolgálati kiberbiztonság fejlesztése érdekében van szükség, hiszen a kibertér és ennek következtében a kibertérből érkező fenyegetések a mindennapi élet természetes velejárójává váltak.

Jelen tanulmányban bizonyítottam, hogy a közszolgálati kiberbiztonsági képzés nemzetközi szinten is releváns képzésnek tekinthető. A vizsgált képzések képzési tervében szinte az összes korábban definiált tudáselem megjelenik, amely azt mutatja, hogy ezen ismeretkörök a közszolgálati kiberbiztonsági képzés esetében is helytállóak.

A bizonyítás során az alábbi lépéseket hajtottam végre:

- Definiáltam a nemzetközi képzések feltérképezéséhez szükséges kiválasztási módszert, amelynek segítségével azonosíthatók a közszolgálati kiberbiztonsági képzés szempontjából releváns felsőoktatási képzések. A módszer három lépésből áll, az első lépésben határoztam meg a kiválasztási kritériumot, amelynek felkutatása a QS World University Rankings által felállított világszintű általános és téma szerinti egyetemi rangsor segítségével valósult meg. A harmadik lépésben az adott kiválasztási kritériumnak megfelelően három képzést választottam ki.
- Meghatároztam a képzések összehasonlító elemzésére szolgáló összehasonlító stratégiát, amelyet a NICE Keretrendszer segítségével meghatározott tudáselemek képzési programban való megjelenésére, a jó gyakorlatok azonosítására, valamint következtetések levonására alkalmaztam. Ennek keretében a kiválasztott képzéseket ugyanazon szempontrendszer szerint vizsgáltam meg. Minden

képzés esetében azonosítottam a képzés rangsorban betöltött helyét, pontos nevét, időtartamát, illetve a költségtérítés formáját. Ezt követően elemeztem a képzés feltételeit, a bemeneti követelményeket, a képzés típusát, az oktatott tantárgyakat, valamint azok tartalmát, elsajátítandó készségeket, képességeket. Ezután összehasonlítottam a képzéseket az alapján, hogy tantárgyi programjuk milyen mértékben tartalmazza a korábban a NICE Keretrendszer segítségével definiált tudáshalmazt.

- Megvizsgáltam a feltárt nemzetközi képzések tartalmát, elemeit és követelményeit, ez alapján pedig azonosítottam e képzések jó gyakorlatait, amelyeknek átültetése a hazai képzésbe jelentősen hozzájárulhat a nemzetközi szintű képzés definiálásához. A nemzetközi tapasztalatok implementálásának előnye, hogy ezek már olyan nemzetközi szintűen kipróbált és bevált gyakorlatok, amelyek hatékonyságát az egyetemek eredményei is igazolták.

A kutatás folytatásaként szükséges még a képzés konkrét tematikájának kidolgozása, a számonkérések típusának meghatározása az egyes témakörökhöz, végül a képzési célok támogatásához szükséges műszaki környezet definiálása.

Felhasznált irodalom

- Alsmadi, Izzat: Cybersecurity Education Based on the NICE Framework: Issues and Challenges. *ISACA Journal*, 3. (2018), 1–6.
- Bystrova, Bogdana: Comparative Analysis of Curricula for Bachelor's Degree In Cyber Security in the USA and Ukraine. *Comparative Professional Pedagogy*, 7. (2017), 4. 114–119. DOI: <https://doi.org/10.1515/rpp-2017-0058>
- Cabaj, Krzysztof – Dulce Domingos – Zbigniew Kotulski – Ana Respício: Cybersecurity education: Evolution of the discipline and analysis of master programs. *Computers & Security*, 75. (2018), 24–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2018.01.015>
- Cybersecurity policy and management (MA)*. Arizona State University. Elérhető: <https://asuonline.asu.edu/online-degree-programs/graduate/cybersecurity-policy-and-management-ma/> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Deák Veronika: A közszolgálati kiberbiztonsági képzés lehetősége Magyarországon. *Hadmérnök*, 15. (2020), 3. DOI: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.3.9>
- Estes, Adriane C. – Dan J. Kim – Andrew T. Yang: *Exploring How the NICE Cybersecurity Workforce Framework Aligns Cybersecurity Jobs with Potential Candidates*. Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Education: Computer Science & Computer Engineering, Las Vegas, Nevada, CSREA, 2018.
- Executive Master of Public Administration (EMPA)*. London School of Economics and Political Science. Elérhető: www.lse.ac.uk/school-of-public-policy/empa (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Information Security MSc*. University College of London. Elérhető: www.ucl.ac.uk/prospective-students/graduate/taught-degrees/information-security-msc (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

- Information Security Policy & Management (MSISPM)*. Carnegie Mellon University. Elérhető: www.heinz.cmu.edu/programs/information-security-policy-management-master/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Krasznay Csaba: A kiberbiztonság stratégiai vetületeinek oktatási kérdései a közszolgálatban. *Nemzet és Biztonság*, 10. (2017), 3. 38–53.
- Master in Public Administration*. Harvard University. Elérhető: www.hks.harvard.edu/educational-programs/masters-programs/master-public-administration (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Master of Public Administration*. Australian National University. Elérhető: <https://programsandcourses.anu.edu.au/program/MPUAD> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Master of Public Administration*. California State University, San Bernardino. Elérhető: <https://jhbc.csusb.edu/mpa> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Master of Science in Cybersecurity Engineering*. University of Washington. Elérhető: www.uwb.edu/cybersecurity (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)
- Mastertrack Information Security Technology*. Eindhoven University of Technology. Elérhető: www.tue.nl/en/education/graduate-school/mastertrack-information-security-technology/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)
- Morgan, Steve: *Cybersecurity Jobs Report: A Special Report From the Editors at Cybersecurity Ventures*, Cybersecurity Ventures, 31 May 2017.
- Newhouse, William – Stephanie Keith – Benjamin Scribner – Greg Witte: *National Initiative for Cybersecurity Education (NICE) Cybersecurity Workforce Framework*. U.S. Department of Commerce, 2017. DOI: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-181>
- Scheponik, Travis – Alan T. Sherman – David DeLatte – Dhananjay Phatak – Linda Oliva – Julia Thompson – Geoffrey L. Herman: How Students Reason about Cybersecurity Concepts. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1. (2016), 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757363>
- University Rankings*. Elérhető: www.topuniversities.com/university-rankings (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

Gulyás Attila¹

Egyes modulációs eljárások vizsgálata az ötödik generációs vezeték nélküli hálózatok műszaki követelményeinek támogatására

Review of Some Modulation Methods in Support of the Technical Requirements of Fifth Generation Wireless Networks

Az ötödik generációs vezeték nélküli hálózatok fejlesztésének adventje időszakában érdemes megvizsgálni az IMT-2020 ajánlásaiban megfogalmazott hálózati paraméterek elérését lehetővé tevő modulációs eljárásokat az átfogó hálózati megközelítés érdekében. E tudományos közlemény a jelenlegi szabványok és ajánlások alapján üzemben lévő QAM-eljárásokat veszi górcső alá annak érdekében, hogy jobban feldolgozhatóvá váljanak az 5G-hálózatok alapját képező modulációs megoldások a magas adatsebesség, a nagyobb sávszélesség és az optimalizált teljesítményfelvétel biztosítására.

Kulcsszavak: IMT-2020, 5GN, QAM

In the advent of the development of fifth-generation wired and wireless networks, it is worth examining the achievement of the network parameters set out in the IMT-2020 recommendations, enabling modulation procedures for a comprehensive network approach. This scientific paper examines the existing QAM procedures run by current standards and recommendations in order to make the modulation solutions underlying the 5G networks plannable, to ensure high data rates, higher bandwidth, and optimised power consumption.

Keywords: IMT-2020, 5GN, QAM

¹ Többnemzeti Hadosztály Parancsnokság (HQ MND-C), ezredes, Infokommunikációs főnök, e-mail: attila.gulyas@mil.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5774-5757>

1. Bevezetés

A társadalmi igény a nagy sáv szélességű, multimédiás tartalomletöltést és az ipari technológiai változásokat is támogatni képes vezeték nélküli infokommunikációs hálózatok kialakítására új lendületet kapott a 2019-ben kialakult koronavírus-pandémia miatt elrendelt otthoni munkavégzési szabályzók bevezetése és a lakóhelyelhagyást korlátozó intézkedések miatt. E megnövekedett adatátviteli igény szintnek a kielégítésére a műszaki oldalról adható válaszok egyike lehet az újabb, rendszertechnikailag a korábbi vezeték nélküli adatátviteli hálózatokat integráló, ugyanakkor az állami, a polgári kereskedelmi ajánlásokban megfogalmazott rendszerkövetelmények teljesítésére hivatott hálózatok szabványosítása, illetve e folyamatok felgyorsítása. Az ötödik generációs (*Fifth Generation Networking, 5GN*) vezeték nélküli ajánlásokban (*International Mobile Telecommunications – Advanced 4G LTE-A és IMT-2020 5G*) rögzítették azokat a rendszerparamétereket, amelyeknek teljesülniük kell annak érdekében, hogy ezeket a megnövekedett igényeket kielégítsék.

Az ötödik generációs hálózati követelmények vizsgálatához objektív forrás a Nemzetközi Távközlési Egyesület Infokommunikációs Szakcsoportjának (ITU-R) hálózatspecifikáció-összefoglalója; e követelményeket a nemzetközi telekommunikációs fejlesztések irányának kijelölése érdekében fogalmazták meg,² kutatási-fejlesztési célokra létrehozott polgári vállalkozásokkal támogatva.³ Az IMT-2020 a következő ajánlásokat hangsúlyozza az 5GN kialakítása érdekében. Először is, az új hálózati szabványnak integrálnia kell a már meglévő, üzemelő adatátviteli rendszerek szabványait (GSM/GPRS/EDGE/UMTS/LTE-A/IEEE802.11 szabványcsalád), azok műszaki paramétereinek többszörözésével. Másodsorban az új, a kitűzött hálózat-specifikus célok elérése érdekében az adatátviteli sebesség növelését a gyakorlatban mérhető 10-50 Mb/sec-ről néhányszor 10 Gb/sec értékre, a jelkésleltetési időintervallumot 70-50 ms-ről 10-1 ms-re (vagy annál még kisebbre) indokolt változtatni. Továbbá a hálózati végfelhasználói eszközök (*User Equipment, UE*) számát az LTE-A hálózatokhoz képest – a felhasználói igények kielégítésére, az adott cellás lefedettség keretein belül – százsorozni indokolt, az akkumulátorok üzemidőhosszában legalább tízszeres javulást kell (javasolt) elérni. E rendszerparaméterek teljesülése képezheti az alapját, illetve támogatja a Tárgyak Internete (IoT) és a Gép-Gép-összekapcsolások, a szenzorhálózatok integrációja,⁴ az okoseszközök (okosházak, önzetű/autonóm munkagépek és gépjárművek, funkcionális ipari robotok) adatcseréinek felgyorsítását is.⁵

A témához köthető tudományos közlemények eredményei, a létező szabványok és műszaki leírások egy része a digitalizált információnak az adatátviteli csatornák kialakítását követő átvitelével, csatornaképzési és csatornalyalábolási eljárások feldolgozásaival foglalkoznak. E kutatásokhoz szervesen kapcsolódik, illeszkedik annak vizsgálata, milyen módon alakítjuk át az analóg információinkat az optimális

² ITU-R: Recommendation ITU-R M.2021-3 (*IMT-Advanced*). January 2018. 4–23.

³ ITU-R: Recommendation ITU-R M.2021-4 (*IMT-Advanced*). November 2019. 16–23.

⁴ Károly Krisztián: LoRaWAN-technológia felhasználási lehetőségei a katonai alkalmazások tükrében. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 101–111.

⁵ Károly Krisztián: Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségei a perspektivikus erőkövetési rendszerekbe, különös tekintettel az egyéni egészségügyi adatokra. *Hadmérnök*, 14. (2019), 1. 260–270.

csatornaátvitel támogatására. A modulációs eljárások tehát ugyanolyan fontossággal jelentkeznek az 5GN kialakítása esetében, mint a digitális-analóg adatátviteli csatornák összeállítása.

Ebben a tudományos közleményben összefoglalom a már alkalmazásban levő egyes modulációs eljárásokat annak érdekében, hogy áttekintést nyújtsak az 5GN rendszerparamétereinek teljesebb megértéséhez.

2. Adatátviteli megoldások a rendszerparaméterek kialakítására

Ahogy a bevezetésben rámutattam, az 5GN rendszerparaméterek megközelítéséhez alapvetésként tekinthetünk a már üzemben lévő LTE-A és az IEEE 802.11 szabványcsaládban alkalmazott digitális modulációs eljárások alkalmazására, azok továbbfejlesztésének igényével. Mindezt annak érdekében, hogy az információátvitelre a már jelenleg is zsúfolt rádiófrekvenciás csatornában a legkevesebb bit/szimbólumtévészettel üzemelő, a mindenkori elektromágneses környezetváltozásra adaptív módon reagáló hálózatokat képezzünk. A szoftverfejlesztési alapokon nyugvó kognitív hálózatok (*Software Defined Network SDN*) kialakítása tehát alapvető rendszerkövetelmény.

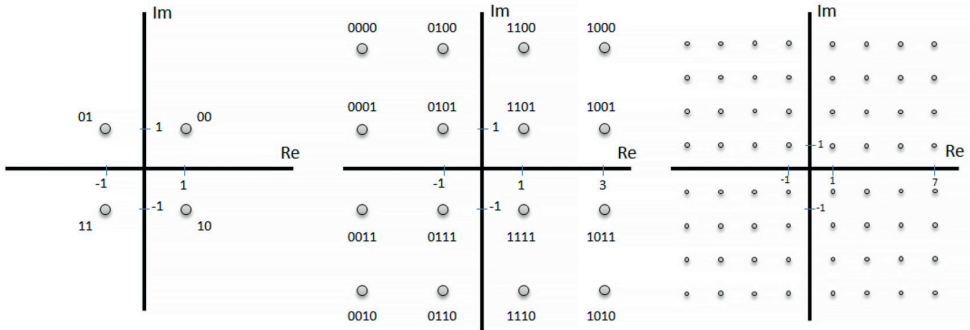
Általános megközelítés alapján a digitális modulációs eljárások jellemezhetők az adatbitek/adatszimbólumok meghatározott időegység alatt továbbított mennyiségével és az átviteli csatornához illesztettség szintjével (sávszélesség, a csatornateljesítmény értéke és annak hatékonysága, zavarállóság stb.). Hálózattervező mérnökök alapvető tevékenysége megtalálni – a tervezési eljárások folyamán – az egyensúlyt a legkisebb komputációs igényű modulációs eljárás kiválasztása és a csatorna sávszélességének tervezése között a csatornateljesítmény optimumának az elérése céljából. Kijelenthető, hogy ezen adatátviteli optimum kialakítása jelentős, az egyik vagy másik adatösszetevő változtatására vonatkozó kompromisszumokat igényel.

Az alapokról indulva, az információ rádiófrekvenciás csatornán való átvitelére a legegyszerűbb megoldás lehet a bitek egyesével, egymás után történő továbbítása a meghatározott frekvencián (csatornán): az 1 bitnyi információt továbbítjuk, rendszerspecifikációtól függően várunk a fogadó visszajelzésére az átvitel sikerességéről (szinkron üzemmódban), majd ennek függvényében újraküldjük az adott biteket, vagy folytatódik a kisugárzás/továbbítás a következő bittel. Mindezt addig folytatjuk, amíg a bitekre bontott információt teljes mennyiségében átvittük (és visszaigazolták). Kiváló példa lehet az ilyen adatátvitelre az amplitúdó-billentyűzés (*Amplitude Shift Keying, ASK*) gyakorlati megvalósítása.

Jelentős előrelépés a biteknek előre definiált paraméterek alapján történő csoportosítását követő továbbítása. Az így kialakított bitscsoportokat, a szimbólumokat az adott csatornán egymást követően továbbítjuk. Példa erre az adatátviteli eljárásrendre a kvadratúra fázisbillentyűzés (*Quadrature Phase Shift Keying, QPSK*) és a kvadratúra amplitúdó moduláció (QAM). E fenti modulációs eljárásokból fejlesztették az Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) eljárást, amelynek alkalmazásakor a szimbólumokat, szimbólumcsoportokat többszörös átviteli csatornán (alcsatornákon), közel azonos időben továbbítják. Az OFDM ortogonális összetevőinek előállítását digitális modulációs eljárások végzik el a szinuszos jelek valamely (amplitúdó, frekvencia, fázis)

összetevőjének módosításával. A gyakorlatban a leginkább elterjedt műszaki megoldások a már hivatkozott ASK és QAM, amelyek közül leginkább ez utóbbi a használatos. A QAM-eljárás keretében az információátvitelre a vivők/alvivők fázisát és amplitúdóját változtatjuk, azaz a csatornában továbbítandó jelet szinuszos (a QAM szinuszos összetevője – In-Phase) és koszinuszos (a QAM koszinuszos összetevője – Quadrature Phase) taggal szorozzuk fel (biztosítva az ortogonalitást).⁶

A komplex számok síkján e fázis- és amplitúdószorzás tehát komplex (valós és imaginárius összetevőjű) számot eredményez, amely – egy lehetséges ábrázolásmód szerint – a konstellációs diagramban értelmezhető (1. ábra).



1. ábra

QAM (általános) konstellációs diagramjai

Forrás: Suketu Naik: *EE4900/EE6720 Digital Communications Lecture 9, Digital modulation-demodulation Part 3. Tutorial presentation, Weber State University, Slide No. 9.*

Az egyszerűsített témafeldolgozás érdekében, a 1. ábra bal oldalán tanulmányozható 4QAM (más megnevezésben QPSK) a QAM különleges változata, ahol a rögzített jelamplitúdó (értéke 1) négyféle fázisállapottal jellemezhető (45-135-225-315 fokos fázisok), azaz az egységnyi amplitúdójú impulzusunk egy-egy fázisváltozása 2-2 bit információt továbbíthat.⁷

A magasabb adatátviteli sebesség (adatsűrűség) eléréséhez komplexebb QAM indokolt (1. ábra középső és jobb oldali diagramjai), ugyanakkor a QAM helyes választásakor figyelemmel kell lenni a modulációs komplexitásból származtatható jeltovábbítási és a visszaalakítási kihívásokra is. Ezzel együtt is, vélhetően a QAM lesz/lehet – elsősorban az ortogonális eljárások alkalmazása esetében – az a modulációs eljárás,⁸ amely perspektivikusan megvalósíthatja az IMT-2020 ajánlásokban rögzített rendszerparamétereket a követelmények vonatkozásában.⁹ A bit/szimbólumok száma

⁶ *What is QAM?* Electronics Notes.

⁷ Robert Keim: *Understanding Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) Modulation*. EETech Media LLC, 2016.

⁸ Mádi Gábor: *LTE uplink rádiós interfész szimulációs vizsgálata*. Szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos és Informatikai Kar, Híradástechnikai Tanszék, 2009. 25.

⁹ Julie Sheridan – Chris Kocot: *Quadrature Amplitude Modulation*. Optical Fiber Telecommunications (Sixth edition) 2013.

és a komplex modulációs mód összefüggése az 1. táblázatba szervezett összefüggésekből tanulmányozható.

1. táblázat

Az alkalmazott modulációs módok áttekintése

Forrás: John Houghton: *Calculating QAM Bandwidth Gains*. NeoPhotonics Review, 12 December 2017. 15.

modulációs mód	bitek száma	bit/szimbólum	példa
ON-OFF keying (ASK)	2^1	1	0
QPSK	2^2	2	01
16QAM	2^3	4	0101
32QAM	2^4	5	01010
64QAM	2^5	6	010101
128QAM	2^6	7	0101010
256QAM	2^7	8	01010101
512QAM	2^8	9	010101010
1024QAM	2^9	10	0101010101

Általánosságban kijelenthető, hogy magasabb szintű moduláció alkalmazásával – azonos csatornaparaméterek mellett – nő a csatorna kihasználási szintje, ezzel együtt az adatátviteli sebesség növelhető.¹⁰ A továbbiakban azt vizsgálom, magasabbrendű QAM alkalmazásával hogyan növekszik a modulációs komplexitás, illetve arra keresek választ, hol lehet meghúzni a határvonalat a komplexebb moduláció és a számítási igények optimuma között, az IMT-2020 ajánlásban rögzített 5GN-rendszerparaméterek elérésére.

3. Quadratura amplitúdómoduláció az 5GN rendszerparaméterek támogatására

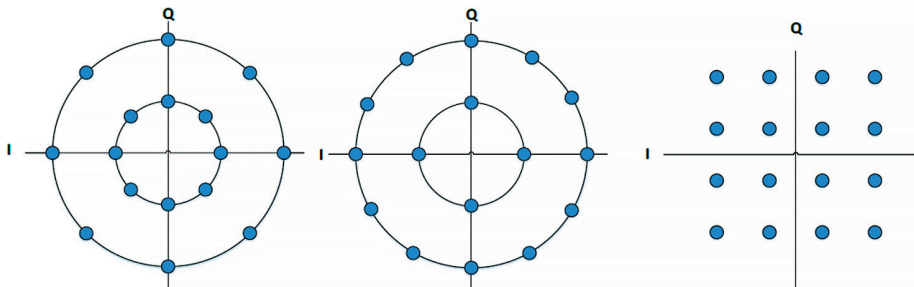
Az előző fejezetben már részletezett ASK és PSK a tudományos hivatkozások felsorolásában mint lineáris moduláció szerepelnek, mivel viszonylagos egyszerűségükből adódóan teljesítik a szuperpozíció és a skálázhatóság követelményeit,¹¹ számítási igényük alacsony (jelelőállítás adó/szoftveroldali követelményei egyszerűbben teljesíthetők). Előnyös tulajdonságaik teszik lehetővé az egyre nagyobb részarányú alkalmazásukat a vezeték nélküli átviteli rendszerekben is. A QAM ötvözi az alacsony számítási igényt a csatornahatékonyságra való törekvés és a csatornateljesítmény optimumával. Előretekintve, M -szeres QAM alkalmazása további előnnyel járhat

¹⁰ Károly Krisztián: Globális Műholdas Navigációs Rendszerek alkalmazási lehetőségei katonai és polgári célú flotta- és erőkötvetési rendszerekben (1.). *Honvédségi Szemle*, 146. (2018), 1. 83–97.

¹¹ Thomas A. Courtade – Jiadong Wang – Richard D. Wesel: *Superposition Coding to Support Multiple Streams, Priorities and Channel Capabilities in the Context of GMSK*. Military Communications Conference, Department of Electrical Engineering, University of California, Los Angeles, 2011. 605.

az átviendő szimbólumok nagy mennyiségének egységnyi idő alatti továbbításának esetében, hiszen az 5G-rendszerekben a nagy adatátviteli sebesség (Gbit/s) igénye folyamatosan jelen van. Ugyanakkor a csatornateljesítmény egy rögzített Bit-Error-Ratio (BER) értékhez illesztve igényli az úgynevezett „adaptív moduláció” tervezését (figyelemmel a UE-k csatornateljesítményére, a rendelkezésre álló csatornák sávszélességére, a Signal-to-Noise-Ratio-ra [SNR] az optimalizált Quality of Service [QoS] elérése érdekében). Ebben az esetben a jelelőállító szoftver kognitív módon tervezi és alakítja ki a csatornához optimalizált modulációs módot. Az adaptív modulációs módok értelmezéséhez – a QAM fejlesztésének kronológiáját követve – a következőkben áttekintem a csillag-QAM (Star-QAM), a kereszt-QAM (XQAM) és a hexagonális (hatszögletű) QAM (HQAM) modulációs módokat a jelkialakítás tükrében. Az elnevezések a konstellációk kétdimenziós leképezéseire, alakfelvételeire utalnak.

Az 1950-es években a QAM a digitális amplitúdó- és fázismodulációs eljárások egyfajta kombinált alkalmazásaként jelent meg,¹² amelyet korán kiegészítettek amerikai kutatók révén (1-es és 2-es típusú QAM: Square QAM, SQAM).¹³ Alapelve, hogy a digitális impulzussorozat amplitúdóit és fázisszögeit azonos időben változtatjuk, a meghatározott amplitúdójú impulzusnak előre definiált fázisszögértéket jelölve ki. A moduláció (ábrázolás szempontjából egyszerűsített) cirkuláris kialakításának hatékonysága növelhető, ha úgynevezett konstellációs (vízszintes és függőleges tengelyek kvadránsaiban definiálható) pontokat jelölünk ki az ábrázolás koncentrikus köreire, ahol kevesebb pontot definiálunk az origóhoz közeli konstellációkban, míg több szegmenst jelölünk meg az origótól távolabb eső fázispontokon. Innen tovább lépve, amerikai kutatók 1962-ben négyszögletes konstellációs ábrában definiálták¹⁴ a magasabbrendű QAM (3. típusú SQAM) egy típusát. E három felosztást a 2. ábrán szemléltetem.



2. ábra

QAM impulzusértékek elhelyezkedése az 1–3. típusok esetében

Forrás: Praveen Kumar Singya et alii: *A Survey on Design and Performance of High-Order QAM Constellations*. 2019. 4–6.

¹² C. Cahn: Combined digital phase and amplitude modulation communication systems. *IEEE Transactions on Communications*, 8. (1960), 3. 150–155.

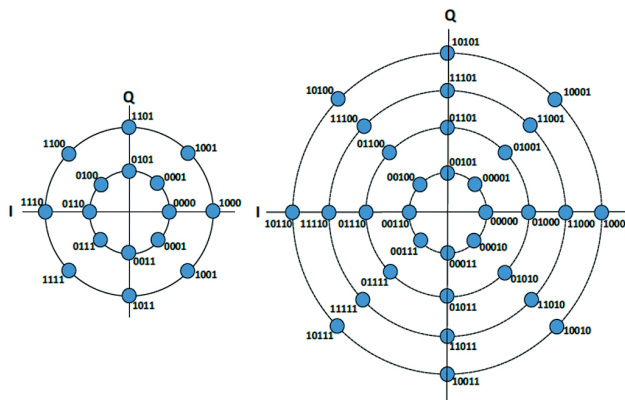
¹³ J. Hancock – R. Lucky: Performance of Combined Amplitude and Phase-modulated Communication Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 8. (1960), 4. 232–237.

¹⁴ C. Campopiano – B. Glazer: A Coherent Digital Amplitude and Phase Modulation Scheme. *IEEE Transactions on Communications*, 10. (1962), 1. 90–95.

A Bell-laboratórium kutatóinak további kutatási eredményeiképpen¹⁵ 1971-ben ajánlották a kettő vagy négy amplitúdó állapothoz tervezett négy vagy nyolc fázispozíciós elrendezéseket, majd Simon és Smith tettek javaslatot a kétdimenziós (2D – In-Phase and Quadrature Phase) struktúrájú HQAM-re a jelátvitel spektrális hatékonyságának növelésére.

SQAM-et jelentős mértékben alkalmaznak a vezeték nélküli távközlési rendszerek esetében, ahol – figyelembe véve Cahn és Lucky kutatási eredményeit az 1-es és 2-es típusú QAM-re vonatkoztatva – kisebb a bithibák valószínűsége az értelmezésük alapján szinte tökéletes köralakban kialakított amplitúdó- és fázispontokon (M= 4-16-64-256-1024-4096). M-szeres QAM jóval kevesebb vivőzaj-hibát eredményez a M-szeres PSK (QPSK)-nál.¹⁶ A 2. ábrának a jobb oldali részén a 16-SQAM konstellációja tanulmányozható.

Ugyanakkor figyelemmel kell lenni, hogy az SQAM optimuma Gaussi-csatorna rendelkezésre állása esetén valósul meg. Mivel a valós átviteli csatornánk nem teljesíti ezt a kitételeket, a vételi jelszintünk (a bithibák előfordulásával) bizonyosan eltér a kisugárzott szintektől (csatorna fading), azaz a vivőkorrekció műszaki megoldásaira ki kell dolgozni eljárásokat (offset eljárások). Ezek lehetnek a szoftveres vivőjel-korrekció/viszsaállítás és automatikus jelteljesítmény szabályzás (Automatic Gain Controlling, AGC), amelyek programozása természetesen növeli a komputációs komplexitást. A Star-QAM alkalmazása lecsökkenti a vivőjel-korrekció és az AGC alkalmazásának szükségességét, mivel az felfogható mint körcentrikus Amplitude-Phase Shift Keying (APSK) moduláció, amelynek többszörözött (az ábrázolás és az értelmezés szempontjából) amplitúdószint által definiált konstellációját optimalizált fázispontokra tervezik. A Star-QAM legalább 8 rögzített fázispontja (16 és 32 pontos konstellációk) periódikusan körbefordul a rögzített szögértékek alapján (3. ábra bal oldala a 16-Star-QAM szemléltetésére).



3. ábra

16- és 32-Star-QAM

Forrás: Praveen Kumar Singya et alii: *A Survey on Design and Performance of High-Order QAM Constellations*. 2019. 8.

¹⁵ C. Thomas – M. Weidner – S. Durrani: Digital Amplitude-Phase Keying with M-Ary Alphabets. *IEEE Transactions on Communications*, 22. (1974), 2. 168–180.

¹⁶ Ke-Lin Du – M. N. S. Swamy: *Wireless Communication Systems: From RF Subsystems to 4G Enabling Technologies*. Cambridge University Press, 2010. 197–199.

Jelelőállítás és demoduláció szempontjából komplexebb helyzetet eredményez, hogy e konstelláció esetében nem csak a vízszintes és a függőleges határolásra kell ügyelni. A 16-Star-QAM esetében a teljes konstellációt 8 régióra osztják fel, 4 bit szükséges a 16 konstellációs pont definiálására. Ez esetben is az utolsó 3 bit a konstellációs szögváltozást határozza meg, míg az első bit az amplitúdó értékét mutatja, annak változását jelzi. Demoduláció esetében a szimbólumok visszaalakítása egyfajta összehasonlítása az adott pillanatban értelmezhető és a megelőző szimbólum amplitúdó- és fázisszög-helyzetének. Az amplitúdók értékét az origóhoz közelebbi fázispontokon jelöljük r_i -vel, míg a távolabbi konstellációs pontokon r_o -val, a dekódolandó jelamplitúdó legyen r_t és r_{t+1} az idő függvényében. A visszaalakított jel értéke 1 (100%), ha teljesül az alábbi egyenletrendszer (1. egyenlet).¹⁷

$$\frac{r_t + 1}{r_t} > \frac{r_i + r_o}{2} \quad (1)$$

$$\frac{r_t + 1}{r_t} < \frac{2}{r_i + r_o}$$

Ha ϑ és $\vartheta+1$ az amplitúdóhoz tartozó szögérték az idő (t) függvényében, a demodulált fázisszög értéke az alábbi összefüggéssel számítható (2. egyenlet).¹⁸

$$\theta_{dem} = (\theta_{t+1} - \theta_t) \bmod 2\pi \quad (2)$$

Az immáron dekódolt szögérték (θ_{dem}) a meghatározott $\pi/4$ tartományban (kvadránsban) értelmezhető. A 3. ábrán tanulmányozható döntési pontok/régiók (amplitúdó- és szögértékek elméleti helyzetei) rendszerét alkalmazzák magasabbrendű Star-QAM esetében is.

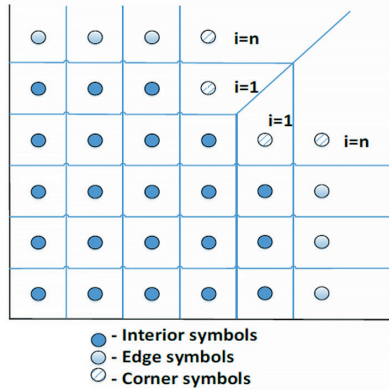
Csökkentett Peak-to-Average-Ratio (PAPR) és megnövelt csatornanyereség¹⁹ eléréséhez Simon és Smith XQAM-eljárást javasol.²⁰ Itt az M -szeres QAM 2^{2n} és 2^{2n+1} értékeket vehet fel, ahol n a bit/szimbólum mennyisége (száma). Az n bármely értéket felvehet, amely nagyobb vagy egyenlő kettőnél: $M = 2^{2n+1}$. M értéke tehát lehet 32-128-512-2048. Demodulációs tekintetben a vízszintes és függőleges kvadránsokban (döntési régiók) elhelyezett bitscsoportok (szimbólumok) az origóra szimmetrikusan három csoportosítást vehetnek fel. Ezek a belső szimbólumok csoportjai (*interior symbols*, IS), a sarokszimbólumok csoportosításai (*corner symbols* CS) és az élszimbólumok csoportjai (*edge symbols*, ES) (4. ábra).

¹⁷ Praveen Kumar Singya et alii: *A Survey on Design and Performance of High-Order QAM Constellations*. 2019. 6.

¹⁸ Uo. 6.

¹⁹ Nagendra Kumar – Praveen Kumar Singya – Vimal Bhatia: ASER Analysis of Hexagonal and Rectangular QAM Schemes in Multiple-Relay Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 67. (2018), 2. 1815–1819.

²⁰ M. Simon – J. Smith: Hexagonal Multiple Phase-and-Amplitude Shift-Keyed Signal Sets. *IEEE Transactions on Communications*, 21. (1973), 10. 1108–1115.

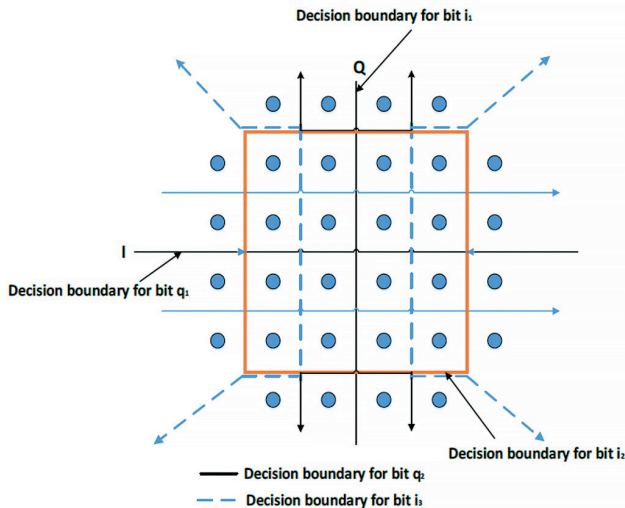


4. ábra

Kvadránskép 128-QAM esetén

Forrás: Singya et alii (2019) i. m. 9.

A jelfeldolgozás tekintetében az IS a két dimenzióban zárt körökként értelmezhető, ES vizsgálatában négyszögletes forma adódik, míg a CS 45° -os szöget zárnak be a vízszintes és függőleges tengelyekkel. Az ezen döntési régiókban elhelyezett szimbólumok sajátos elrendezése jellemző az alkalmazott QAM-re és biztosítja a magas bit (szimbólum) sűrűséget az ajánlásoknak megfelelően. A 5. ábrán követhetők a 32-QAM döntési régiói 5 bit (i_1 i_2 i_3 q_1 q_2) esetében. Az i_1 és q_1 bitek esetében a döntési régiók mind a vízszintes, mind a függőleges tartományban értelmezhetők, i_2 , i_3 és q_2 biteket azonban a korábbi döntési régiókat bővítvén, a 45° -kal eltolt szakaszokon értelmezzük.



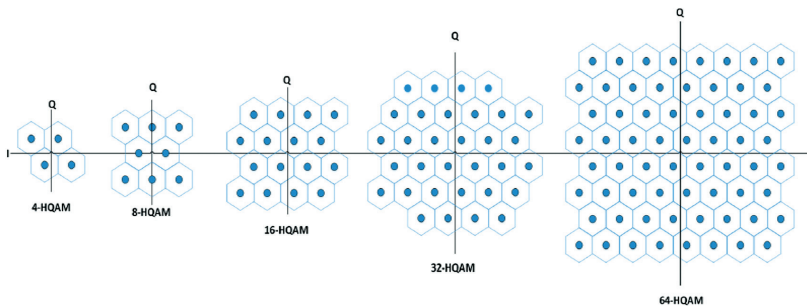
5. ábra

Döntési régió értelmezése 32-QAM esetén

Forrás: Singya et alii (2019) i. m. 10.

A döntési régiókban tehát a horizontálisan, a vertikálisan és a 45°-os szögben elhelyezett szimbólumok után a kereszt-QAM megnevezés adható. A kereszt-QAM a bitcsoportoknak a síkban történő értelmezésen túllépve, azokat a térben vizsgálva (3D), keresztirányban modellezhető a 90°-os (ortogonális In-phase és Q-Phase) és 45°-os szögeltérésekkel. Belátható tehát, hogy az XQAM a komplexitásának okán hatékonyabban támogatja a nagyobb szimbólumsűrűség megvalósítását, azaz a nagyobb adatsebességre törekvést. Az XQAM-nek ez az előnye között sorolható fel,²¹ míg hátrányai között említést érdemel a megnövekedett komputációs igény és a csatornateljesítmény helyes megválasztásának kihívásai.²²

Az energiahatékonyság, teljesítményhatékonyság növelése továbbra is kiemelten fontos a modulációs eljárások és a csatornaátvitel szempontjából. A szimbólumhibák valószínűsége növekszik a komplexebb (M-szeres) konstellációk tervezésekor, a szimbólumteljesítmény nagymértékben függ a szimbólum elhelyezésétől az adott kvadráns és az origó viszonylatában. A szimbólumteljesítmény kontrollálása érdekében dolgozták ki a HQAM modulációs eljárást.²³ Ebben az esetben az adott szimbólumkonstelláció a kvadránsokban definiált koncentrikus körök középpontjaiban helyezkedik el. E rendszerben megkülönböztetünk szabályos HQAM-et (*Regular HQAM* R-HQAM) és szabálytalan HQAM-et (*Irregular HQAM* IR-HQAM) annak függvényében, hogy e szimbólumközpontok – a síkban ábrázolva – az origóra szimmetrikusak-e. A síkban (2D) vizsgálva, a legkisebb távolság két egymás mellett elhelyezkedő szimbólumkonstelláció tekintetében hexagonálisan értelmezhető. A HQAM szimbólumcsoport távolságai (szimbólumcsoport-távolság értéke d és d többszörösei) a $2\sqrt{3}d^2$ összefüggéssel számolható.²⁴ Összehasonlítva ezt az XQAM-konstellációk távolságértékeivel, a szimbólumcsoportok átlagos távolságára a 0,866 értéket kapjuk,²⁵ azaz ez a modulációs eljárás a szimbólumsűrűség tekintetében előnyösebb (6. ábra); ez teszi lehetővé a teljesítmény-hatékonyság 0,6 dB-es növekedését.



6. ábra

Döntési régió értelmezése HQAM esetében

Forrás: Singya et alii (2019) i. m. 12.

²¹ Mamta Agiwal et alii: Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 18. (2016), 3. 1617–1655.

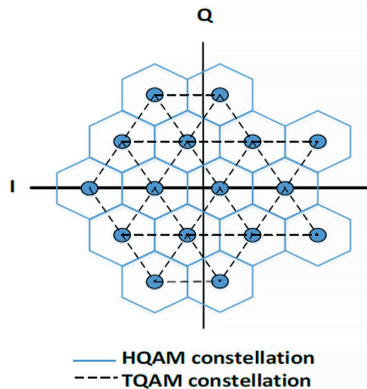
²² Kyeongyeon Kim et alii: *Pre-processing Based Soft-demapper for Per-tone MIMO Operation in QAM FBMC Systems*. IEEE 26th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2015. 507–511.

²³ Bach T. Vu et alii: Bit Error Rate Analysis of Rectangular QAM/FSO Systems Using an APD Receiver Over Atmospheric Turbulence Channels. *Journal of Optical Communications & Networking*, 5. (2013), 5. 437–446.

²⁴ G. Forney et alii: Efficient Modulation for Band-limited Channels. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2. (1984), 5. 632–647.

²⁵ W. Weber: Differential Encoding for Multiple Amplitude and Phase Shift Keying Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 26. (1978), 3. 385–391.

HQAM-re több hivatkozást találunk a szakirodalomban, mint háromszög-QAM (*Triangle-QAM* TQAM). Az e módon rendszerezett szimbólumcsoportok elhelyezésére HQAM-mel azonos konstellációs pontokat használhatunk, azonban az értelmezésbeli eltérés a TQAM és a HQAM között az, hogy HQAM esetében a konstellációs pontokat hatszög alakban vizsgáljuk, és ezen hexagonok egymástól $2d$ távolságban definiálhatók (7. ábra). Ebben az értelmezésben a TQAM felfogható egyfajta nukleusznak is a HQAM kialakítására.²⁶



7. ábra

16-HQAM konstelláció

Forrás: Singya et alii (2019) i. m. 11.

Mivel a konstellációs pontok a hexagonális értelmezésben összekapcsolhatók (szabálytalan 16-HQAM), egyértelműnek tűnik, hogy HQAM esetében alapvetően TQAM-ről beszélünk, amelynek speciális csoportosítása adja a HQAM-et. R-HQAM esetében egyszerűbb a szimbólumdetektálás, és a SER értéke a moduláció M -szeres növelésével csökkenthető, ami a szimbólumteljesítmények csökkenését eredményezi a szimbólumsebesség megtartásával. IR-HQAM esetében a teljesítményhatékonyság ugyan az optimumra állítható be (ami előnyösebb az R-HQAM-nél), azonban a bitek detektálása megnöveli a jelelállítás komplexitását. Az M -szeres HQAM átlagos energiafelhasználása (teljesítményfelhasználása) (*Average Energy Consumption* AEC) kisebb, mint az SQAM alkalmazásakor (M -szeres SQAM), kivéve $M = 4$ esetében: 4-HQAM és 4-SQAM azonos AEC-vel értelmezhető,²⁷ azonban az előbbi NN-értéke (*Nearest Neighbor bit/symbol*) előnyösebb.²⁸

Összefoglalva tehát a röviden bemutatott SQAM, XQAM és HQAM modulációs eljárásokat, belátható, hogy a szimbólumkomplexitás növelésével az általános adatátviteli (szimbólumátviteli) sebesség, az adatsebesség jelentősen növelhető a rendszerteljesítmény általános értékének csökkentésével, ugyanakkor a jelelállítás

²⁶ Sung-Joon Park: Triangular Quadrature Amplitude Modulation. *IEEE Communications Letters*, 11. (2007), 4. 292–294.

²⁷ Onel Harrison: *Machine Learning Basics with the K-Nearest Neighbours Algorithm*. 2018.

²⁸ Shuai Ma et alii: Signal Demodulation with Machine Learning Methods for Physical Layer Visible Light Communications: Prototype Platform, Open Dataset and Algorithms. *IEEE Access*, 7. (2019), 30588–30598. 30590.

és a demoduláció szempontjából a komputációs feladatok jelentősen megnövekednek. Ezzel együtt is, az IR-HQAM lehet az 5GN-hálózatok alapvető modulációs eljárása az IMT-2020 ajánlásban megfogalmazottak kielégítésére.

4. Következtetések

Az IMT-2020 ajánlásban meghatározott adatsebesség, a csatorna sávszélessége és a teljesítményoptimum (energiaoptimum) elérése alapvető kötelezettség az 5GN követelményeinek teljesítéséhez. A modulációs eljárás alapjaiban határozza meg a szimbólumsűrűség szintjét, és az adott rádiócsatornára optimalizált jel-előállítás teszi lehetővé a SDN adaptív működését.²⁹ A tudományos közleményben bemutatott Quadratura Amplitúdó Moduláció evolúciójának a feldolgozásával alapvető képet kapunk a szolgáltatásalapú hálózatok igény szintjének a kielégítésére hivatott koherens, a vezetékes és a vezeték nélküli adatátviteli rendszereket integráló komplex hálózatok alapvető modulációs eljárásairól. E hálózatok – benne az integrált vezérlő áramkörökkel megvalósított modulációs és demodulációs hálózati elemekkel – évek óta léteznek és napi használatban vannak az LTE-A (4G) és az IEEE 802.11 szabvány családra tervezett aktív áramköri (hálózati) elemek mindennapi üzemeltetése folyamán.³⁰

Belátható, hogy a magasabbrendű (M-szeres QAM) modulációs eljárások jelentősen megnövelik az átviteli rendszerek, a hálózatok komplexitását és komputációs igényét, így a hálózattervezők számára az egyensúly keresése a nagy(obb) adatátviteli sebesség (magasabb szintű modulációk programozása), a csatornateljesítmény-felvétel alacsony szinten tartásával a mindennapos kutatási területek egyikét jelentik. Kijelenthető, hogy a fenti szabványokban és a jelen ajánlásaiban szereplő adatátviteli rendszerparaméterek biztosítása a rendszer elemek (modulációs blokk, végerősítő, illesztő-szimmetrizáló egység, [adaptív] antennarendszer, majd a vételi oldalon ugyanezen elemek fordított sorrendű kialakítása a megfelelő javító/jelvisztaállító áramkörökkel) egyelőre – hálózati tekintetben – hatékonyan megtervezett, jól kiépített, urbanus környezetben működhetnek azon a határfokon, ami előírt. Az alkalmazott magasabbrendű modulációs eljárások és az illeszkedő csatornanyalábolási megoldások (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*, OFDMA) igénylik a sűrűn elhelyezett vezeték nélküli hálózati elemek kialakítását (speciális antennák, bázisállomások stb.). Ugyanakkor a rendszerevolúcióból jól kalkulálható a fejlődés iránya és mértéke, amely irány a hálózati lefedettség növekedését jelenti a kevésbé urbanizált területszakaszokra, geográfiai területekre is. Az 5GN fejlesztésének ezen iránya a katonai alkalmazásokra tekintettel is figyelemre méltó. Számomra tehát egyértelműnek tűnik, hogy a QAM fejlesztésének az 1950-es években megkezdett lendülete nem fog alábbhagyni, újabb és újabb, komplexebb (N-szeres) QAM-ek tervezésével és alkalmazásával fogunk találkozni – az 5GN kiépülését és stabil üzemét követően – akár egy évtizeden belül, a 6G-hálózatok telepítése területén.

²⁹ Yunlong Cai et alii: Modulation and multiple access for 5G networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20. (2018), 1. 629–646. 631–640.

³⁰ *WiFi Standards: IEEE 802.11*.

E tudományos közlemény keretei nem teszik lehetővé az SQAM, az XQAM és a HQAM részletekbe menő bemutatását, így eltekintettem a részletes SER-/BER-analízistől, a döntési régiók feldolgozásától, a részletesebb bit-mapping elemzéseitől, ugyanakkor a hivatkozásokban az érdeklődő olvasó részletekbe menően felkészülhet e fenti területekből annak érdekében, hogy teljeskörűen átlássa és feldolgozza a QAM-tématerületét.

Figyelemre méltó kutatási terület lehet az M-szeres QAM-nek az adaptív antennarendszerekhez (*Massive Multi-user Multiple In Multiple Out*, MU-MIMO) illesztése, a magasabb rendű QAM-szimbólumcsoportok térbeli kicsatolása, hiszen a végfelhasználói terminálok tekintetében nem lehetséges a komplex antennarendszerek telepítése azok mérete, tömege és az üzemeltetésük szabályzóinak figyelembevételé miatt.³¹ Jóllehet az UE-k szoftveres fejlesztéssel képessé tehetők magasabb rendű QAM-modulációra és -demodulációra (OFDMA), az antennarendszerük fejlesztése további kihívásokkal kecsegteti a vállalkozó szellemű mérnöki állományt.³²

Mivel a katonai alkalmazások területén is növekvő az igény a komplex hálózati kialakításra olyan végponti és vezérlő hálózati elemek telepítésével, amelyek az általános rendszerigények kielégítésén túl képesek a katonai követelmények (emelt szintű zavarállóság, kis tömeg párosítva robusztus kialakítással és rázkódásvédelemmel, csatornazárási technológiák integrált tervezése és alkalmazása stb.) biztosítására is, belátható hogy a tervezési folyamatoknak erre a területre is fókuszálniuk kell.³³ Az általános irányvonal a polgári alkalmazások fejlesztésének az elsődlegessége. A reményemet fejezem ki, hogy a komplex rendszerszolgáltatásokat biztosító polgári hálózatok megbízható telepítését és üzemeltetését követően, vagy akár azzal azonos időben a katonai vezeték nélküli adatátviteli hálózatokban is megjelennek a 21. századi technológiáknak megfelelő, az 5GN rendszerkövetelményeket kielégítő, de már a katonai alkalmazásokhoz illesztett aktív hálózati elemek (UE).³⁴ Ezek hatékony alkalmazása – legalább a válságreagáló műveletekben – már napjainkban is alapvető fontosságú.

Felhasznált irodalom

- Agiwal, Mamta – Abhishek Roy – Navrati Saxena: Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 18. (2016), 3. 1617–1655. DOI: <https://doi.org/10.1109/comst.2016.2532458>
- Cahn, C.: Combined Digital Phase and Amplitude Modulation Communication Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 8. (1960), 3. 150–155. DOI: <https://doi.org/10.1109/tcom.1960.1097623>

³¹ Károly Krisztián – Németh András: The Possibilities of Supporting the Public Functions with Fleet and Force Tracking Systems, *Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 18. (2019), 3. 55–67.

³² Németh András – Károly Krisztián: Erőkövetés megvalósításának lehetőségei korszerű harcászati rádiórendszerek kommunikációs csatornáin. *Honvédségi Szemle*, 145. (2017), 4. 120–131.

³³ Németh András – Károly Krisztián: Korszerű rövidhullámú harcászati rádióeszközök erőkövető rendszerekben való alkalmazhatóságának vizsgálata. *Honvédségi Szemle*, 144. (2016), 6. 65–78.

³⁴ *Science & Technology Trends 2020–2040*. Brussels, NATO Science & Technology Organization, 2020. 8–17.

- Cai, Yunlong – Zhijin Qin – Fangyu Cui – Geoffrey Ye Li – Julie A. McCann: Modulation and Multiple Access for 5G Networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20. (2018), 1. 629–646. DOI: <https://doi.org/10.1109/comst.2017.2766698>
- Campopiano, C. – B. Glazer: A Coherent Digital Amplitude and Phase Modulation Scheme. *IEEE Transactions on Communications*, 10. (1962), 1. 90–95. DOI: <https://doi.org/10.1109/tcom.1962.1088634>
- Courtade, Thomas A. – Jiadong Wang – Richard D. Wesel: *Superposition Coding to Support Multiple Streams, Priorities and Channel Capabilities in the Context of GMSK*. Military Communications Conference, Department of Electrical Engineering, University of California, Los Angeles, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1109/milcom.2011.6127740>
- Du, Ke-Lin – M. N. S. Swamy: *Wireless Communication Systems: From RF Subsystems to 4G Enabling Technologies*. Cambridge University Press, 2010.
- Forney, G. – R. Gallager – G. Lang – F. Longstaff – S. Qureshi: Efficient Modulation for Band-limited Channels. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2. (1984), 5. 632–647. DOI: <https://doi.org/10.1109/jsac.1984.1146101>
- Hancock, J. – R. Lucky: Performance of Combined Amplitude and Phase-modulated Communication Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 8. (1960), 4. 232–237. DOI: <https://doi.org/10.1109/tcom.1960.1097638>
- Harrison, Onel: *Machine Learning Basics with the K-Nearest Neighbours Algorithm*. 2018. Elérhető: <https://towardsdatascience.com/machine-learning-basics-with-the-k-nearest-neighbors-algorithm-6a6e71d01761> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 20.)
- Houghton, John: *Calculating QAM Bandwidth Gains*. *WiFi Standards 802.11*. NeoPhotonics Review, 2017. Elérhető: www.electronics-notes.com/articles/connectivity/wifi-ieee-802-11/standards.php (A letöltés dátuma: 2020. 05. 11.)
- ITU-R: *Recommendation ITU-R M.2021-3 (IMT-Advanced)*. January 2018.
- ITU-R: *Recommendation ITU-R M.2021-4 (IMT-Advanced)*. November 2019.
- Károly Krisztián: Globális Műholdas Navigációs Rendszerek alkalmazási lehetőségei katonai és polgári célú flotta- és erőkövetési rendszerekben (1.). *Honvédségi Szemle*, 146. (2018), 1. 83–97.
- Károly Krisztián: Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségei a perspektivikus erőkövetési rendszerekbe, különös tekintettel az egyéni egészségügyi adatokra. *Hadmérnök*, 14. (2019), 1. 260–270.
- Károly Krisztián: LoRaWAN-technológia felhasználási lehetőségei a katonai alkalmazások tükrében. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 101–111.
- Károly Krisztián – Németh András: The Possibilities of Supporting the Public Functions with Fleet and Force Tracking Systems. *Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 18. (2019), 3. 55–67. DOI: <https://doi.org/10.32565/aarms.2019.3.4>
- Keim, Robert: *Understanding Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) Modulation*. EETech Media LLC, 2016. Elérhető: www.allaboutcircuits.com/technical-articles/quadrature-phase-shift-keying-qpsk-modulation/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Kim, Kyeongyeon – Yeo Hun Yun – Chanhong Kim – Zuleita Ho – Yong-Ho Cho – Ji-Yun Seol: *Pre-processing Based Soft-demapper for Per-tone MIMO Operation in QAM*

- FBMC Systems*. IEEE 26th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2015. DOI: <https://doi.org/10.1109/pimrc.2015.7343352>
- Kumar, Nagendra – Praveen Kumar Singya – Vimal Bhatia: ASER Analysis of Hexagonal and Rectangular QAM Schemes in Multiple-Relay Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 67. (2018), 2. 1815–1819. DOI: <https://doi.org/10.1109/tvt.2017.2758028>
- Ma, Shuai – Jiahui Dai – Songtao Lu – Hang Li – Han Zhang – Chun Du – Shiyin Li: Signal Demodulation with Machine Learning Methods for Physical Layer Visible Light Communications: Prototype Platform, Open Dataset and Algorithms. *IEEE Access*, 7. (2019), 30588–30598. DOI: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2903375>
- Mádi Gábor: *LTE uplink rádiós interfész szimulációs vizsgálata*. Szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos és Informatikai Kar, Híradástechnikai Tanszék, 2009.
- Naik, Suketu: *EE4900/EE6720 Digital Communications Lecture 9, Digital Modulation, Demodulation Part 3*. Tutorial presentation, Weber State University.
- Németh András – Károly Krisztián: Erőkövetés megvalósításának lehetőségei korszerű harcászati rádiórendszerek kommunikációs csatornáin. *Honvédségi Szemle*, 145. (2017), 4. 120–131.
- Németh András – Károly Krisztián: Korszerű rövidhullámú harcászati rádióeszközök erőkövető rendszerekben való alkalmazhatóságának vizsgálata. *Honvédségi Szemle*, 144. (2016), 6. 65–78.
- Park, Sung-Joon: Triangular Quadrature Amplitude Modulation. *IEEE Communications Letters*, 11. (2007), 4. 292–294. DOI: <https://doi.org/10.1109/lcom.2007.348278>
- Science & Technology Trends 2020–2040*. Brussels, NATO Science & Technology Organization, 2020.
- Sheridan, Julie – Chris Kocot: *Quadrature Amplitude Modulation*. Optical Fiber Telecommunications (Sixth edition) 2013. Elérhető: www.sciencedirect.com/topics/engineering/quadrature-amplitude-modulation (A letöltés dátuma: 2020. 04. 16.)
- Simon, M. – J. Smith: Hexagonal Multiple Phase-and-Amplitude Shift-Keyed Signal Sets. *IEEE Transactions on Communications*, 21. (1973), 10. 1108–1115. DOI: <https://doi.org/10.1109/tcom.1973.1091549>
- Singya, Praveen Kumar – Parvez Shaik – Nagendra Kumar – Vimal Bhatia – Mohamed-Slim Alouini: *A Survey on Design and Performance of High-Order QAM Constellations*. 2019. Elérhető: <https://arxiv.org/abs/2004.14708> (A letöltés dátuma: 2020. 11. 24.)
- Thomas, C. – M. Weidner – S. Durrani: Digital Amplitude-Phase Keying with M-Ary Alphabets. *IEEE Transactions on Communications*, 22. (1974), 2. 168–180. DOI: <https://doi.org/10.1109/tcom.1974.1092165>
- Tóth Balázs: *Hasít az 5G Budapest belvárosában*. Index, 2020. Elérhető: https://index.hu/techtud/2020/06/17/teszteltuk_a_telekom_5g-jet/ (A letöltés dátuma: 2020. 06. 17.)
- Vu, Bach T. – Ngoc T. Dang – Truong C. Thang – Anh T. Pham: Bit Error Rate Analysis of Rectangular QAM/FSO Systems Using an APD Receiver Over Atmospheric

Turbulence Channels. *Journal of Optical Communications & Networking*, 5. (2013), 5. 437–446. DOI: <https://doi.org/10.1364/jocn.5.000437>

Weber, W.: Differential Encoding for Multiple Amplitude and Phase Shift Keying Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 26. (1978), 3. 385–391. DOI: <https://doi.org/10.1109/tcom.1978.1094074>

Internetes források

What is QAM? Electronics Notes. Elérhető: www.electronics-notes.com/articles/radio/modulation/quadrature-amplitude-modulation-what-is-qam-basics.php (A letöltés dátuma: 2020. 06. 01.)

WiFi Standards: IEEE 802.11. Elérhető: www.electronics-notes.com/articles/connectivity/wifi-ieee-802-11/standards.php (A letöltés dátuma: 2020. 05. 11.)

Fejes Zsolt,¹ Helyes Marcell,² Mihók Sándor³

A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában

The Legal Framework of Telemedicine in Two Member States of the European Union

Cikkünk aktualitását a jelenleg is zajló Covid-19 pandémia adja, amelynek során előtérbe kerültek mindazon telemedicinális elemek, amelyek a korlátozott személyes orvos-beteg interakciókat pótolva a virtuális térbe helyeződnek át.

Jelen írásban a hazánkkal szomszédos Ausztriára jellemző, a telemedicinával kapcsolatosan jelenleg alkalmazott jogi szabályozók legfontosabb területeit tekintjük át, de kitérünk az adatvédelem szempontjából releváns európai uniós előírásokra is. Ennek a folyamatnak a jelenleg érvényes, aktuálisan jellemző kiindulási státuszáról állítottuk össze elemzésünket.

A globális gazdaságot, egészségügyet és társadalmi folyamatokat egyaránt érintő Covid-19 pandémia várhatóan felgyorsítja a telemedicinát érintő jogalkotási folyamatot és a súlyponti kérdésekre vonatkozó korrekciós lépések végrehajtását. A külföldi helyzet megismerése, a pozitív tapasztalatok áttemelése elősegítheti a hazánkban is egyre szélesebb körben használt telemedicinához kapcsolódó jogi háttér biztonságának megteremtését.

Kulcsszavak: telemedicina, távorvoslás, adatvédelem, koronavírus, Covid-19, pandémia

The actuality of our article is given by the ongoing Covid-19 pandemic. Due to this situation, the conventional doctor–patient physical interactions are strongly limited and a significant part of it moved to the virtual space. In this article we overview the most important sections of the current laws for telemedicine in the neighbouring Austria. Furthermore, we discuss the relevant data protection regulations of the

¹ Szövetséges Fegyveres Erők Összhaderőnemi Parancsnokság, Egészségügyi Főnökség, Nápoly, Olaszország (NATO Joint Force Command Naples, JMED, Deputy MEDAD), Egészségügyi főnök helyettes, e-mail: fejes.zsolt@hm.gov.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1387-2970>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: marcell.helyes@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9458-3160>

³ Nyugdíjas jogtanácsos, e-mail: sakinew@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3004-8390>

European Union. Our analysis have been based of the current baseline status of this process. The acceleration of legislative process on telemedicine expected as a result of the Covid-19 pandemic affects global economy, health and social systems. Learning about the foreign situation and adopting the positive observations can support the development of the legal background of the more and more popular telemedicine in Hungary.

Keywords: telemedicine, data protection, coronavirus, Covid-19, pandemia

1. Bevezetés

Az elmúlt éveket és napjainkat jellemző dinamikus számítástechnikai, mobiltechnológiai és infokommunikációs fejlődés, a területet jellemző technológiai újítások folyamatos jelenléte az egészségügyi szektor teljes spektrumában változást eredményezett. Bizonyossá vált, hogy nemcsak átmeneti jelenségről, hanem egy magabiztos növekedést és sok-sok innovációt mutató trendről van szó, amelynek eredményeként a szakterületi fejlesztések elképzelhetetlenné váltak ezen infokommunikációs technológiák széles körű használata nélkül. A kommunikációs módszerek és szokások ilyen jellegű átalakulása magával hozta a hagyományos alapokon nyugvó orvos-beteg interakciók változását is.

Cikkünk témájának aktualitását a jelenleg is zajló Covid-19 pandémia adja. A járvány idejében érvényben lévő korlátozások kiterjednek a nem sürgősséggel végzett egészségügyi ellátások korlátozására is, amennyiben ezen szakrendelések felkeresésére jelenleg nincs lehetőség.

Előtérbe kerültek tehát mindazon telemedicinális elemek, amelyek a korlátozott személyes orvos-beteg interakciókat pótolva a virtuális térbe helyeződnek át. Az alkalmazás során az elérhetőség azonban csak egy – természetesen a beteg számára a legfontosabb – szempont, amely mellett szabályozási szempontból egyenértékű jelentőséggel bír a digitális kapcsolat és az adatkezelés biztonsága is.

A telemedicina komplex jogi szabályozási rendszerére vonatkozó aktív fejlesztő, a felhasználás tekintetében minőségi változást is eredményező folyamatok az elmúlt évek során csak kis intenzitással vagy egyáltalán nem működtek. A globális gazdaságot, egészségügyet és társadalmi folyamatokat – remélhetőleg csak átmenetileg – negatívan befolyásoló Covid-19 pandémia azonban várhatóan felgyorsítja a telemedicinát érintő jogalkotási folyamatot és a súlyponti kérdésekre vonatkozó korrekciós lépések végrehajtását is. Ennek a folyamatnak a jelenleg érvényes, aktuálisan jellemző kiindulási státuszáról állítottuk össze elemzésünket, a telemedicina szabályozására vonatkozó, Európai Unió (EU, Unió) által tett ajánlásokat követő Ausztria példáján keresztül.

2. Fogalmak

A Telehealth egészségügyi információs és kommunikációs technológiák alkalmazását jelenti, nem csupán a gyógyító tevékenység, hanem általában a működés, a gazdálkodás

és az adatszolgáltatás területét magában foglalva (például betegadatok tárolása és továbbítása más egészségügyi ellátónak, távedukáció, távkonzílium).

A telemedicina olyan strukturált egészségügyi szolgáltatás, ahol az ellátásban részesülő és az ellátó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre. Infokommunikációs eszközzel támogatott diagnosztikus vagy terápiás távfelügyeleti eljárás, amelyben az egészségügyi szakszemélyzet szükségszerű beteg melletti jelenlétét online elektronikus kapcsolaton keresztül, távolról pótolják. Tágabb definíció szerint olyan esetek is a telemedicina tárgykörébe tartoznak, amikor egymástól távol tevékenykedő egészségügyi szakemberek cserélnek egészségügyi adatot egy adott személy jobb ellátása érdekében (például távkonzílium).⁴

A következőkben az Ausztriában jelenleg alkalmazott, telemedicinával kapcsolatos jogi szabályozók legfontosabb területeit tekintjük át, előrebocsátva, hogy a telemedicina jogszabályi definíciójának meghatározása alapvető ellentmondásokat hordoz magában az érvényben lévő, hagyományos orvosláshoz kapcsolódó jogi szabályozásokkal. Ilyen például a távorvoslás helyszínének meghatározása, az orvosi felelősségvállalás kérdései. Ezzel szemben a páciensek személyes adatainak védelmét célzó nemzeti és európai uniós jogi szabálykeret teljes körű.

3. A telemedicina bevezetése Ausztriában

Az Ausztria Szövetségi Munkaügyi és Szociális Minisztériumának honlapján található meghatározás szerint a telemedicina olyan egészségügyi szolgáltatások információ-kommunikációs technológiák segítségével való biztosítása és támogatása, amelyek során a páciens és az egészségügyi szolgáltatás nyújtója (elsősorban tehát az orvosok, ápolók, kórházak és gyógyszerárak) nem ugyanazon a helyen tartózkodnak. Eszerint tehát a telemedicina fogalma tartalmazza a népesség egészségügyi ellátásának alapvető orvosi szolgáltatásait, mint a diagnosztika, a terápia és a rehabilitáció, ugyanakkor különböző információs és kommunikációs technológiákat kapcsol a betegellátás folyamatába, amely segíti és támogatja az orvosi döntéshozatalt, áthidalva térbeli távolságokat vagy időbeli eltéréseket.⁵ A telemedicina legfőbb jellemzője, hogy az ellátás során az ellátott és az ellátó személyek közvetlenül nem találkoznak.

A magyarországi telemedicina területiségét vizsgáló kutatást Bán Attila végezte.⁶ Kutatásában megállapította, hogy Magyarországon az egészségügyi intézmények csaknem fele használ már különféle, a telemedicina területéhez kapcsolódó eljárásokat. Tanulmányában megemlíti, hogy ez az arány az elkövetkezendő években várhatóan továbbra is pozitív irányba fog változni, mivel egyre újabb fejlesztések kerülnek piacra, egyre több hazai vállalat kínál a távorvoslást elősegítő szolgáltatásokat.

⁴ *What is Telemedicine & Telehealth?* American Telemedicine Association.

⁵ *Telemedizin.* Szövetségi Munkaügyi és Szociális Minisztérium.

⁶ Bán Attila: *A magyarországi telemedicina területiségének vizsgálata az egészségügyi szolgáltatók példáján.* In Kóródi Tibor et alii (szerk.): *VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa.* Miskolc, Miskolci Egyetem Földrajz Intézete, 2014. 83–91.

Feltehetőleg a közeljövőben a telemedicina a maga fejlődésével és további terjedésével, különféle formáinak alkalmazásával lassan elválaszthatatlan részévé válik a hétköznapi betegellátásnak, ugyanakkor ennek jogi keretei még korántsem tisztázottak.

Ausztria az Európai Unióban az elsők között kezdte alkalmazni, és ezzel élen jár a távorvoslás meghonosításában. 2013-ban az ország akkori egészségügyi minisztere, Alois Stöger felismerte e terület fontosságát, és az 1986. évi 76/1986. számú Szövetségi Minisztériumi törvény⁷ (*Bundesgesetz über die Zahl, den Wirkungsbereich und die Einrichtung der Bundesministerien*) 8. §-a értelmében létrehozott egy szakértőkből álló csoportot Tele-Egészségügyi Szolgáltatási Bizottság (*Telegesundheitsdienstekommission*) néven. A csoport munkájának elsődleges célja az volt, hogy kézzelfogható, konkrét ötletek szülessenek arra vonatkozóan, miként lehetne a krónikus betegek ápolását előtérbe helyezve a távorvoslást az általános betegellátásba implementálni.

A bizottság a telemedicina különböző területeinek átvizsgálása és a lehetőségek feltérképezése után, egy évvel a létrehozását követően meghozta első döntését. Javaslatuk alapján a telemonitoring technológia alkalmazásának bevezetését ajánlották diabetes melitus, szív- és vérkeringési betegségek, illetve implantátum-utókezelések esetén.



1. ábra

TMS 6016 kardiológiai telemonitoring egység

Forrás: Cardiac telemonitoring system

Noha ezt követően Ausztriában elindult a telemedicina alkalmazhatóságának bevezetése, ugyanakkor egyelőre számos érvényben lévő jogi szabályozás nehezíti a telemedicina pontos és jogszerű használatát.

⁷ Bundesgesetz über die Zahl, den Wirkungsbereich und die Einrichtung der Bundesministerien (Bundesministerienengesetz 1986 – BMG) StF: BGBl. Nr. 76/1986.

4. A telemedicina jogszabályokat érintő kérdései

4.1. A munkavégzés helye

Az 1998. évi 169/1998 számú, az orvosi hivatás végzéséről és az orvosi kamaráról szóló szövetségi törvény⁸ (*Bundesgesetz über die Ausübung des ärztlichen Berufes und die Standesvertretung der Ärzte*) 45. § 4. bekezdése kimondja, hogy a szabadfoglalkoztatás keretében végzett orvosi munka, meghatározott munkavégzési hely nélkül (úgynevezett *Wanderpraxis*, magyarul vándorpraktizálás), tilos. Azon osztrák orvosok tehát, akik szabadúszóként kívánnak dolgozni, az osztrák Orvosi Kamaránál az említett törvény (Otv.) 27. §-a szerint tett bejelentkezésük alkalmával egyben kötelesek megadni jövőbeni munkavégzésük pontos helyét is.

Az Otv. 45. § 2. bekezdése tartalmazza a foglalkozási hely pontos definícióját. Ennek értelmében ez csak az a település lehet, ahol azon orvosi rendelő található, amelyben az orvos praktizál. Ebből fakadóan az online tanácsadás, illetve betegellátás is csak ezen rendelő falai között történhet.⁹ A jelenleg Ausztriában érvényben lévő jogi szabályozás tehát nem teszi lehetővé, hogy egy osztrák, magánpraxisban dolgozó orvos szükség- vagy éppen vészhelyzet esetén egy másik városból, illetve akár egy másik tartományból jelentkezzen be egy internetes felületen betege érdekében. Ettől nem tér el az alkalmazotti jogviszonyban foglalkoztatott orvosok helyzete sem, az ő esetükben a törvény a munkáltatójuk (a kórház) székhelyét teszi irányadóvá, és ide köti kötelező jelleggel a tele-betegellátást is.

A több országot érintő munkavégzés, illetve kezelésnyújtás pontos helyének megállapításánál sem tisztázott jelenleg az osztrák tele-orvosok helyzete. A hatályos osztrák nemzetközi magánjogi szabályozások ugyanis nem adnak biztos támpontot arra vonatkozóan, hogy vajon az orvos vagy a páciens tartózkodási helye a releváns a tele-betegellátás során.

Ugyancsak kérdéses egyelőre, hogy egy esetleges határokon átívelő kártérítési per alkalmával mely ország jogszabályai alkalmazandók egy telemedicinát érintő tényállás esetén.¹⁰ Mert bár az Európai Unió jogszabályi alapelvei szerint nem szükségszerű, hogy az orvos és páciense egyazon tagállamban tartózkodjon, de jelenleg még nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű jogeset a tárgykör egyértelmű tisztázására. Az azonban már most kijelenthető, hogy a szerződéses kötelezettségekre vonatkozó Róma 1,¹¹ és a szerződésen kívüli kötelmi viszonyokra alkalmazandó jogról határozó Róma 2¹² rendeletek tendenciáit követve a jövőben a tele-orvos tartózkodási helye lesz az irányadó.

⁸ Bundesgesetz über die Ausübung des ärztlichen Berufes und die Standesvertretung der Ärzte (Ärztegesetz 1998 – ÄrzteG 1998) StF: BGBl. I Nr. 169/1998.

⁹ Clemens Thiele: *Rechtsfragen der medizinischen Online-Beratung*. é. n.

¹⁰ Helmut Schwamberger: *Teleoperation – rechtliche Aspekte. Recht der Medizin*, (1997), 47–48. 47.

¹¹ Az Európai Parlament és a Tanács 593/2008/EK rendelete (2008. június 17.) a szerződéses kötelezettségekre alkalmazandó jogról.

¹² Az Európai Parlament és a Tanács 864/2007/EK rendelete (2007. július 11.) a szerződésen kívüli kötelmi viszonyokra alkalmazandó jogról.



2. ábra

Orvos–beteg konzultáció a Borneo szigeti Brunei és Frankfurt városa között, videókonferencián keresztül

Forrás: Das Wunder der Telemedizin. *Frankfurter Allgemeine*, 2013.

Végezetül, a munkavégzés helyére vonatkozó nemzeti és nemzetközi szabályozások telemedicinát érintő kérdéseinek vizsgálatakor figyelemmel kell lennünk arra a tényre, hogy a meghatározó orvosi döntésekhez továbbra is elengedhetetlen a szakember által végzett személyes vizsgálat. Ausztriában a telemedicina keretein belül végzett online-betegápolás, illetve skype-konzultációk egyelőre csak szűk területeken alkalmazhatók, és e status quo egyfelől a technológiai feltételek hiányára vezethető vissza, másrészt azonban az a tény is fontos szerepet játszik, hogy a távorvoslást gyakorlókat a diagnózis felállításakor jelenleg ugyanolyan felelősség terheli, mint a beteget személyesen vizsgáló magánpraxisban vagy kórházakban dolgozó kollégáikat.¹³

4.2. Személyesség kérdése

Érdekes problémát vet fel ugyanakkor a telemedicina vonatkozásában az Otv. 49. §-a, amelynek második bekezdése kimondja, hogy az orvos munkáját csak személyesen és közvetlenül, szükség esetén más orvosokkal együtt végezheti.

Mivel e jogszabály szó szerinti értelmezése általánosan kizárja a távkezelés lehetőségét, felmerülhet a kérdés, hogy marad-e bármilyen létjogosultsága a telemedicinának Ausztria területén, legyen szó egy egyszerű konzultációról, telemedicinális eszközök segítségével felállított diagnózisról, vagy akár egy fizikai távollét ellenére végzett betegellátásról.

¹³ Thiele (é. n.) i. m.

Jogi szempontból elsősorban a kezelés közvetlensége a kérdéses, ugyanis abban a kezdetektől fogva egy állásponton van a szakma,¹⁴ hogy a távorvoslás során az orvos – noha nem alakul ki közte és a betege között közvetlen, direkt kapcsolat – a fizikai távollét ellenére mégis személyesen jár el.

A törvény hatálybalépése óta eltelt két évtizedben elterjedt az az általános vélekedés, hogy a törvényben említett közvetlenség megítélésekor egy nagyon tág értelmezésre van szükség. Ez elsősorban a technológia fejlődésére vezethető vissza, amely alapjaiban változtathatja meg a gyógyítás hivatását.

Ennek a gyakorlatias megközelítésnek köszönhetően jogilag is lehetőség nyílik arra, hogy a beteg és az orvos például a beteg gyógyszerének adagolásáról, annak gyakoriságáról telemedicinális eszközök vagy online platformok, például Skype használatával egy videokonferencia keretei között konzultáljon, vagy az orvos telefonon nyújtson általános tanácsot páciense számára.¹⁵

A közvetlenség értelmezésének keretét a már korábban említett orvosi felelősségvállalás szabja meg, amely lényegében minden tele-orvost arra int, hogy a páciens a legcsekélyebb kétely esetén is kórházi kezelésre utalja. Dr. Karl Forstner, a salzburgi Orvosi Kamara elnöke és az Osztrák Orvosi Kamara telemedicináért felelős ügyosztályvezetője ennek kapcsán úgy nyilatkozott, különösen fontos, hogy mielőbb megszülessen az a jogszabályi keret, amely mentesíti az orvosokat a tele-orvoslásból következő vállalhatatlan felelőssége alól.¹⁶

4.3. Adatvédelem

A telemedicina, illetve az e-healthcare jelentős részét képezik – a betegellátás mellett – a különféle kórházi adatbázisok, amelyek korszerű, innovatív megoldásokat nyújtanak a népesség egészségügyi adatainak tárolására. Noha fő előnyük a gyorsaság és a könnyű elérhetőség, komoly veszélyforrásokat is magukban hordoznak.

Éppen ezért, az elmúlt évek gyors technikai fejlődésével párhuzamosan mindinkább követelménnyé válik a betegek adatainak védett tárolása és védett formában történő továbbítása, az adatok felhasználói körének szigorú meghatározása. Ezt a szabályozási feladatkört Ausztriában korábban a 2000. évi 165/1999. számú Személyes Adatok Védelméről szóló szövetségi törvény¹⁷ (*Bundesgesetz über den Schutz personenbezogener Daten* – DSGVO 2000) látta el. Azonban az Európai Parlament és a Tanács a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről [...] szóló

¹⁴ Christian Dierks – Hubertus Feußner – Albrecht Wienke (szerk.): *Rechtsfragen der Telemedizin*. Heidelberg, Springer, 2001.

¹⁵ Christian Dierks: *Rechtliche und praktische Probleme der Integration von Telemedizin – ein Problemaufriss*. In Christian Dierks – Hubertus Feußner – Albrecht Wienke (szerk.): *Rechtsfragen der Telemedizin*. Heidelberg, Springer, 2001. 1–36. 7.

¹⁶ *Zukunftsszenario: Online-Sprechstunde*. Ärzte Exklusiv.

¹⁷ Bundesgesetz über den Schutz personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz 2000 – DSGVO 2000) StF: BGBl. I Nr. 165/1999.

2016/679. rendeletének¹⁸ (GDPR) hatására rövid időn belül kiadott 120/2017. számú törvénymódosítással¹⁹ a DSG 2000 mind nevében (ezen túl *Bundesgesetz zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten* – DSG), mind pedig tartalmában átalakult, megújult.²⁰ Az Európai Bizottság 2018 elején be is jelentette,²¹ hogy Ausztria Németország mellett az első és egyedüli olyan tagország, amelynek adatvédelmi rendelkezései az EU-s renDELETEhez alkalmazkodnak.

Noha a GDPR közvetlenül alkalmazandó az Unió minden tagállamában, és hatálybalépése óta a legfőbb szabályozóként működik az adatvédelem területén, ennek ellenére Ausztriában a DSG is hatályban van, és a két szabályozási rendszert együttesen, egymást kiegészítve alkalmazzák az osztrák adatvédelem területén. A telemedicina szemszögéből elsősorban az egészségügyi adatbankok a két szabályozás fő érintettjei, számukra jelent igazi kihívást az előírások betartása, de a tele-orvosok hétköznapi munkájára is befolyással lehetnek, főleg a páciensek személyes adatainak kezelése, tárolása tekintetében. Az alábbiakban bemutatjuk e két szabályozót, illetve a telemedicina szemszögéből releváns főbb rendelkezéseit.

A GDPR 4. cikke tartalmazza az irányadó fogalommeghatározásokat. Személyes adatnak minősül egy azonosított vagy azonosítható természetes személyre (úgynevezett „érintett”) vonatkozó bármely információ. A rendelet értelmében azonosíthatóként kategorizálandó minden olyan természetes személy, aki közvetlen vagy közvetett módon, különösen valamely azonosító, például név, szám, helymeghatározó adat, online azonosító vagy a természetes személy testi, fiziológiai, genetikai, szellemi, gazdasági, kulturális vagy szociális azonosságára vonatkozó egy vagy több tényező alapján azonosítható. Adatkezelésnek minősül a személyes adatokon vagy adatállományokon végzett bármely művelet, így a gyűjtés, rögzítés, rendszerezés, tagolás, tárolás, átalakítás vagy megváltoztatás, lekérdezés, betekintés, felhasználás, közlés, továbbítás, terjesztés vagy egyéb módon hozzáférhetővé tétel, korlátozás, törlés, illetve megsemmisítés.

Egy különös kategóriaként határozzák meg ezen belül az egészségügyi adatokat, amelyek egy természetes személy testi vagy pszichikai egészségi állapotára vonatkozó személyes adatok, ideértve a természetes személy számára nyújtott egészségügyi szolgáltatásokra vonatkozó olyan adatokat is, amelyek információt hordoznak a természetes személy egészségi állapotáról. A GDPR 9. cikkelyének 1. bekezdése értelmében többek közt ezen egészségügyi adatok is a személyes adatok különleges kategóriájába tartoznak, és ezért kezelésük alapvetően tilos. Kivételt képez ez alól, ha a páciens az adatkezeléshez a kifejezett hozzájárulását adta, illetve amennyiben az adatkezelés egészségügyi ellátás vagy kezelés nyújtása céljából történik, és olyan szakember végzi az adatkezelést, aki a nemzeti jog szerint szakmai titoktartási kötelezettség hatálya alatt áll.

¹⁸ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről.

¹⁹ Bundesgesetz, mit dem das Datenschutzgesetz 2000 geändert wird (Datenschutz-Anpassungsgesetz 2018) BGBl. I Nr. 120/2017.

²⁰ Bundesgesetz zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz – DSG) StF: BGBl. I Nr. 165/1999.

²¹ Nikolaj Nielsen: *26 EU states not ready for data law*. 2018.

Mint látható, a rendelet még széles körűbb védelmet kíván teremteni mind a konvencionális egészségügy, mind a telemedicina területén. E szabályozás az e-health-rendszerek szolgáltatóit és a távorvoslást gyakorló tele-szakembereket is komoly kihívások elé állítja, ugyanis a rendelet értelmében a tele-orvosok és az egészségügyi adatbankok által kezelt egészségügyi információk egytől-egyig különleges adatnak minősülnek, és ebből fakadóan különös védelmet élveznek, legyen szó a begyűjtésükről, a tárolásukról vagy akár a továbbításukról.

A GDPR és DSG szimbiózisából fakadóan az utóbbi külön nem rendelkezik se a személyes adatok, se az egészségügyi adatok mint különleges személyes adatok általános kezeléséről, kivéve amikor az említett adatkategóriák vonatkozásában az adatkezelés az igazságszolgáltatás munkájának részét képezi.

A DSG 6. § 1. bekezdése értelmében mások mellett az adatkezelők (tele-orvosok, kórházak), az adatfeldolgozók (kórház IT-részlege) és az ő munkavállalóik minden olyan adatot, amely a munkavégzésük során tudomásukra jutott, illetve elérhetővé vált számukra, egyéb törvényileg előírt titoktartási kötelezettségeket nem érintve, kötelesek mindaddig titokban tartani, amíg nincs kifejezett jogalap az érintett adatok átadására. Ebből fakadóan a betegek érzékeny adatainak továbbításához minden esetben szükséges az erre vonatkozó törvényi felhatalmazás. A páciensek adatainak átadása azonban az esetek nagy részében amúgy is csak a GDPR 7. cikkének (2) bekezdése szerinti írásos hozzájárulásukkal történhet. Ilyenkor a páciens informálni kell az adattovábbítás céljáról, illetve arról, hogy ki a fogadó fél, és arról, hogy a beleegyező nyilatkozat bármikor visszavonható. A DSG említett szakaszának szövegezése értelmében a tele-szakemberekre háruló adatvédelmi titoktartási kötelezettségnek a munkaszerződés lejáta után is fenn kell állnia, korlátlan időre.

Végül fontos kiemelni, hogy a GDPR különböző jogköröket biztosít a telemedicinát igénybe vevő páciensek számára személyes adataik védelmének érdekében. Egyrészt a 13. cikknek köszönhetően immáron lehetősége nyílik a páciensnek, hogy információt kérjen az érintett egészségügyi adatbankoktól a róla tárolt adatokról. Másfelől amennyiben tudomására jut, hogy bármely, vele kapcsolatos egészségügyi információ hibás, vagy esetleg az, hogy a GDPR rendelkezéseibe ütköző adattárolásra került sor, bármikor kérvényezheti, hogy ezen adatokat javítsák vagy töröljék.

5. Magyarország

Magyarországon jelenleg még nem reagált a törvényhozó az egészségügy infokommunikációs technológiai fejlődésére. Se az egészségügy egyik legfőbb szabályozója, az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről (Eütv.), se az egészségügy adatvédelmi törvénye, az 1997. évi XLVII. törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó adatok kezeléséről és védelméről (Eüak.) nem szerepeltetik fogalommeghatározásaik között se a telemedicina, se a távorvoslás kifejezéseket.²²

²² Kaskovits Melinda: *Távdoktori rendel.* 2019.

A 28/2010. (V. 12.) EüM rendelet²³ azonban definiálja a telemedicina fogalmát. Eszerint a telemedicina „olyan egészségügyi szolgáltatás, amely során az ellátásban részesülő és az ellátó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre”. Emellett megtalálhatók a teleradiológia és telekonzultáció egyes részei és minimumfeltételei a 60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet²⁴ mellékletei közt.

Kiegészítésként felmerülhetnek az Eüak. 35/M. §, illetve a 39/2016. (XII. 21.) EMMI rendelet²⁵ 20/A és 20/B szakaszai, mint a telemedicina releváns szabályfoszlányai.²⁶ Mindkét törvény a digitális képi információ Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Téren (EESZT) keresztül történő elérését és egymás közötti továbbítását, illetve az EESZT rendszerén lefolytatott elektronikus konzíliumot szabályozza. Előbbire egy, az érintett TAJ-számahoz vagy egyéb azonosítójához kapcsolt nyilvántartás vezetését írja elő, utóbbi esetben pedig a részvételhez szükséges regisztrációról és a konzíliumon megosztott egészségügyi dokumentumok listájáról rendelkezik.

A tárgyalt rendelkezések jó kiindulási alapot jelenthetnek a jövőben a telemedicina jogszabályi meghonosításában, sőt elképzelhető a telemedicina hazai praxisának részben az EESZT rendszeréhez való kapcsolása, azonban az nyilvánvaló, hogy a telemedicina hazai jogszabályi kerete még gyerekcipőben jár. Jelenleg csak a területhez kapcsolódó adatvédelmi kérdések tűnnek (a GDPR-nak köszönhetően) teljeskörűen szabályozottnak.

6. Következtetések

Magyarországhoz viszonyítva Ausztriában lényegesen korábban megkezdődött a telemedicina jogi keretrendszerének kialakítása, és az érvényben lévő szabályzómechanizmusok is alkalmazkodnak a mindennapi gyakorlathoz. Ausztria az Európai Unión belül azon országok közé tartozik, amelyet a koronavírus-világjárvány nagymértékben érintett, fokozott kihívást és terhet róva ezzel az ország gazdaságára és egészségügyi ellátórendszerére. A bevezetett korlátozások hatására jelentősen megnőtt a telemedicinális elemeket alkalmazó ellátási formák forgalma és – vélhetően az érvényben lévő szabályzórendszerek fejlettsége okán – igen jól teljesített a gyakorlati betegellátásban. Annak ellenére, hogy a nem is olyan régen még utópisztikusnak tűnő, virtuális orvos-beteg interakciók nagy számban valósultak meg ebben a formában, a rendszer biztonságosságát meghatározó elemek valódi hatékonyságáról és minőségi mutatóiról a jelenlegi helyzetben felelősen nyilatkozni még korai volna.

²³ 28/2010. (V. 12.) EüM rendelet a gyógyító-megelőző eljárások során alkalmazott egészségügyi technológiák egészségbiztosítási finanszírozásba történő befogadásához kapcsolódó eljárás során alkalmazandó szakmai szempontrendszerről és szakmapolitikai prioritásokról, valamint a befogadásához kapcsolódó egyes eljárásokért fizetendő igazgatási szolgáltatási díjakról.

²⁴ 60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtásához szükséges szakmai minimumfeltételekről.

²⁵ 39/2016. (XII. 21.) EMMI rendelet az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Térről kapcsolatos részletes szabályokról.

²⁶ Kaskovits (2019) i. m.

Megállapítható ugyanakkor, hogy az osztrák törvényhozás már megteremtette azt az alapvető jogszabályi alapot, amely által lehetőség nyílik az orvostudomány telemedicinális úton való megreformálására, amelyet a nem várt világjárvány alatt tapasztaltak felgyorsíthatnak. Másrészt viszont komoly bizonytalanságot okoznak az egyelőre tisztázatlan felelősségvállalási kérdések, amelyek jelenleg inkább passzivitásra sarkallják az osztrák szakembereket ahelyett, hogy bátran nyitnának a technológiai fejlődések nyújtotta lehetőségek felé. A helyzetet tovább bonyolítja a távorvoslás olykor határokon átívelő mivolta, főleg egy esetleges kártérítési per esetén.

A fenti tapasztalatok és dilemmák akár jó kiindulópontként is szolgálhatnának a magyar jogalkotó számára annak érdekében, hogy minél körültekintőbben alkossa meg a vonatkozó jogszabályokat. Egy méreteit, kultúráját tekintve hazánkéval azonos ország helyzetének megismerése, pozitív tapasztalatainak átemelése elősegítené a hazánkban is egyre szélesebb körben használt telemedicinát szabályozó biztonságos, hatékony jogi háttér megteremtését. Nem ez lenne az első eset, hisz korábban is volt már példa arra, hogy Magyarország osztrák minta alapján törvénykezzen.

A 2018 első felében életbe lépett európai uniós adatvédelmi rendelet komoly hatást gyakorol a teleorvoslásra mind Ausztria, mind Magyarország területén, igaz, egyelőre főként csak az egészségügyi adatbankok üzemeltetőinek mindennapi tevékenységében releváns. A tele-szakemberek számára rövid távon inkább pusztán kötelességeket ír elő, mint hogy a távorvoslással kapcsolatos, korábban részletezett jogi kérdéseket tisztázná.

Tekintettel a telemedicina szakmai jelentőségére és ugyanakkor a tagországok merőben eltérő szintű, vonatkozó szabályozásaira, feltétlenül fontos lenne egy uniós rendelet, amely nemcsak hogy jogbiztonságot teremt a tele-orvosokra jelenleg nehezedő határtalan felelősségvállalás terén, de másfelől megteremti azt a keretszabályozást, amelynek hatására a telemedicina a mindennapos betegellátás részévé válhat egész Európában. A globális gazdaságot, egészségügyet és társadalmi folyamatokat – remélhetőleg csak átmenetileg – negatívan befolyásoló Covid-19 pandémia azonban várhatóan felgyorsítja ezt a jogalkotói folyamatot, valamint a súlyponti kérdésekre vonatkozó korrekciós lépések végrehajtását.

A szabályozott keretek között zajló virtuális interperszonális kapcsolat lehetővé teszi a beteg számára, hogy különleges helyzetben vagy körülmények között is elérje orvosát, míg az orvos számára biztosítja, hogy folytathassa diagnosztikai, terápiás, gondozói vagy tanácsadói tevékenységét, a hippokratészi esküjében foglaltak szerint. A Covid-19 világjárvány jól körülírta, hogy a telemedicina vonatkozásában az egészségügyi ellátásnak egy olyan, hangsúlyos, hatékony és megkerülhetetlen eleme követeli integrációját, amely a gyakorlatban is bizonyítani volt képes.

Felhasznált irodalom

Bán Attila: A magyarországi telemedicina területiségének vizsgálata az egészségügyi szolgáltatók példáján. In Kóródi Tibor – Samsunné Molnár Judit – Siskáné Szilasi Beáta – Dobos Endre (szerk.): *VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa*. Miskolc, Miskolci Egyetem Földrajz Intézete, 2014. 83–91. Elérhető: <http://publicatio>.

bibl.u-szeged.hu/8298/1/ban_attila_foldrajzi_konferencia.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)

Dierks, Christian – Hubertus Feußner – Albrecht Wienke (szerk.): *Rechtsfragen der Telemedizin*. Heidelberg, Springer, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-59568-4>

Christian Dierks: Rechtliche und praktische Probleme der Integration von Telemedizin – ein Problemaufriss. In Christian Dierks – Hubertus Feußner – Albrecht Wienke (szerk.): *Rechtsfragen der Telemedizin*. Heidelberg, Springer, 2001. 1–36. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-59568-4_1

Nielsen, Nikolaj: *26 EU states not ready for data law*. 2018. Elérhető: <https://euobserver.com/justice/140683> (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)

Schwamberger, Helmut: Teleoperation – rechtliche Aspekte. *Recht der Medizin*, (1997), 47–48. 47.

Jogi források

1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről

1997. évi XLVII. törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó adatok kezeléséről és védelméről

28/2010 (V.12.) EüM rendelet a gyógyító-megelőző eljárások során alkalmazott egészségügyi technológiák egészségbiztosítási finanszírozásba történő befogadásához kapcsolódó eljárás során alkalmazandó szakmai szempontrendszerrel és szakmapolitikai prioritásokról, valamint a befogadásához kapcsolódó egyes eljárásokért fizetendő igazgatási szolgáltatási díjakról

60/2003 (X. 20.) ESzCsM rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtásához szükséges szakmai minimumfeltételekről

Az Európai Parlament és a Tanács 593/2008/EK rendelete (2008. június 17.) a szerződéses kötelezettségekre alkalmazandó jogról. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32008R0593> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)

Az Európai Parlament és a Tanács 864/2007/EK rendelete (2007. július 11.) a szerződésen kívüli kötelmi viszonyokra alkalmazandó jogról. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32007R0864> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32016R0679> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)

Bundesgesetz über die Ausübung des ärztlichen Berufes und die Landesvertretung der Ärzte (Ärztegesetz 1998 – ÄrzteG 1998) StF: BGBl. I Nr. 169/1998. Elérhető: www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011138 (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)

- Bundesgesetz, mit dem das Datenschutzgesetz 2000 geändert wird (Datenschutz-Anpassungsgesetz 2018) BGBl. I Nr. 120/2017. Elérhető: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/I/2017/120> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)
- Bundesgesetz über den Schutz personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz 2000 – DSG 2000) StF: BGBl. I Nr. 165/1999. Elérhető: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10001597&FassungVom=2018-05-24> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)
- Bundesgesetz über die Ausübung des ärztlichen Berufes und die Standesvertretung der Ärzte (Ärztegesetz 1998 – ÄrzteG 1998) StF: BGBl. I Nr. 169/1998. Elérhető: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011138> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)
- Bundesgesetz über die Zahl, den Wirkungsbereich und die Einrichtung der Bundesministerien (Bundesministeriengesetz 1986 – BMG) StF: BGBl. Nr. 76/1986. Elérhető: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10000873> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)
- Bundesgesetz zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz – DSG) StF: BGBl. I Nr. 165/1999. Elérhető: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=bundesnormen&Gesetzesnummer=10001597> (A letöltés dátuma: 2020. 12. 13.)

Internetes források

- Cardiac telemonitoring system.* Elérhető: www.medicalexpo.com/prod/mindray/product-70856-634591.html (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)
- Das Wunder der Telemedizin. *Frankfurter Allgemeine*, 2013. Elérhető: www.faz.net/aktuell/wirtschaft/menschen-wirtschaft/diagnose-per-videokonferenz-das-wunder-der-telemedizin-12147726.html (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)
- Kaskovits Melinda: *Távdeki rendel.* 2019. Elérhető: <https://arsboni.hu/tavdoki> (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)
- Telemedizin.* Szövetségi Munkaügyi és Szociális Minisztérium. Elérhető: www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/eHealth/Telemedizin.htm (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)
- Thiele, Clemens: *Rechtsfragen der medizinischen Online-Beratung.* Elérhető: <https://eurolawyer.at/wp-content/uploads/pdf/online-medic.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)
- What is Telemedicine & Telehealth?* American Telemedicine Association. Elérhető: <https://s3.amazonaws.com/rdcms-himss/files/production/public/HIMSSorg/Content/files/Line%2016%20-%20What%20is%20Telemedicine.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)
- Zukunftsszenario: Online-Sprechstunde.* Ärzte Exklusiv. Elérhető: www.aerzte-exklusiv.at/de/faskPk8Y/telemedizin-i/ (A letöltés dátuma: 2020. 05. 17.)

Szepesváry Zsolt¹

Kőbetegség előfordulásának felmérése szubtrópusi missziós körülmények között

The Assessment of Occurances of Urinary Tract Stones at Subtropical Conditions in Mission

A nemzeti katonai szerepvállalás növekszik mind a mérsékelt égövön, mind szubtrópusi, trópusi körülmények között. A szélsőséges körülményekre az egészségügyi támogatásnak is fel kell készülnie. Több olyan kórkép létezik, amelynek megjelenése függ a környezeti tényezőktől. A húgyúti kövesség egy tünetmentes állapot a legtöbb esetben, de erős fizikai terhelés és más faktorok hatására panaszt okoz, azonnali és jelentős harcérték-csökkenéssel. A betegség jól diagnosztizálható, azonban jelenleg vizsgálata és szűrése nem része a katonai orvosi gyakorlatnak. Megváltozott éghajlati körülmények között felmértük a betegség előfordulását, és azonosítottuk a kockázati tényezőket. A ciprusi Egyesült Nemzetek Szövetsége (ENSZ) misszióban történt kérdőíves, eszközös és laborvizsgálat eredményét ismertetjük részletesen. A vizsgálat során bizonyítottuk, hogy szubtrópusi missziós területen a kőbetegség előfordulása az ötszörösére emelkedett, védőhatásként a megnövelt folyadékfogyasztást találtuk. Az eredmények alapján megfontolandó a kórkép szűrése és a katonák részletes oktatása.

Kulcsszavak: misszió, kőbetegség, szűrés, harcérték, Ciprus, felmérés

National military engagement is increasing, both in temperate and subtropical, tropical conditions. Health support must also be prepared for extreme conditions. There are several pathologies whose appearance depends on multiple environmental factors. Urinary tract stone is an asymptomatic disease in most cases, but under heavy physical exertion and some other factors it causes renal colic with an immediate and significant reduction in fighting value. The disease is well diagnosed,

¹ Petz Aladár Megyei Oktató Kórház Urológiai Osztály, osztályvezető főorvos, e-mail: szepesvary@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5628-4300>

but currently testing and screening is not a part of the military medical practice. Changed climatic conditions have been assessed for the occurrence of this disease and risk factors have been identified. In our study questionnaire, ultrasonic examination and lab tests were performed at the UN mission in Cyprus and we present the detailed findings. In the study we demonstrate that the chance of incidence of stone disease in a subtropical mission area is fivefold, and we found increased fluid consumption as a protective effect. Based on the results, due consideration should be given to screening for the stone disease and to the recommended detailed training of soldiers.

Keywords: mission, stone disease, screening, fighting value, Cyprus, study

1. Bevezetés

A 21. századi honvéd- és katasztrófaorvos, valamint a polgári medicina egyik vezető kihívása azoknak a védőfaktoroknak a feltárása és erősítése, amelyek fontos szerepet játszanak az egészség megőrzésében és fejlesztésében. Ezeket a feladatokat a katonaegészségügyi terminológiában összefoglaló néven „Egészségügyi haderővédelemnek” nevezték el. A válságövezetekben zajló katonai szerepvállalás – akár békefenntartó, akár harcászati tevékenység – során a katonaegészségügyi szakemberek elsődleges feladata a környezeti körülmények változása miatt kialakuló lehetséges egészségkárosító tényezők feltérképezése, kiiktatása és az ellene folytatott harc a medicina fegyvereivel. A kérdés aktualitását a jelen magyar katonaevosai számára az adja, hogy az elmúlt években megemelkedett azon békeműveleteknek a száma és aktivitása, amelyek magyar szerepvállalással zajlanak, olyan geopolitikai környezetben, ahol katonáink hazánktól eltérő éghajlaton, sokszor szélsőséges éghajlati körülmények között teljesítenek szolgálatot. Érthető tehát, hogy a műveleti medicina hazai képviselőinek figyelme egyre inkább fordul a hazánktól eltérő éghajlaton és körülmények között történő orvoslás kutatási, diagnosztikus és terápiás lehetőségei felé.²

A húgyúti kövesség gyakori előfordulása miatt különös figyelmet igényel. A magas incidenciája miatt Magyarországon tetszőlegesen kiválasztott 20 emberből biztosan találunk egyet, akinél tünetes vagy tünetmentes kövesség jelen van.³

A kövesség túlnyomó többségében tünetmentes, csak vizsgálatokkal mutatható ki. Bizonyos, sok esetben ismert (például erős fizikai terhelés), illetve kevésbé ismert faktorok esetén hirtelen tünetet, panaszt okoz, amely a katonák harcértékét azonnal és jelentős mértékben csökkenti. Ennek megelőzése nagy jelentőségű a missziós állomány szempontjából. A kövesség kialakulása, illetve a húgyúti kövek képződése táplálkozási, genetikai és környezeti hatások által meghatározott. A missziós körülmények (fokozott terhelés, megváltozott folyadékbevitel, éghajlati változások) segíthetik a kövek megjelenését.

² Fejes Zsolt: *A katonai, harctéri és minősített körülmények között szerzett légúti megbetegedések elemzése*. Doktori értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 16.

³ Horváth Csaba – Szendrői Attila: Vesekőbetegség – népbetegség. *Orvostovábbképző Szemle*, 25. (2018), 12. 35–42.

A cél, hogy csökkentjük a kockázatot, és ne engedjük missziós területre olyan katonát, akinek van igazolható és kimutatható köves elváltozása. Ugyanakkor a műveleti területen is képződhetnek és képződnek kövek, ennek részletei jelenleg kevésbé ismertek. Fontos a kockázatok meghatározása és a missziós egészségügyi állomány felkészítése mind a megelőzésre, mind a kezelésre.

2. Tünettan, diagnosztika

A húgyúti kövesség előfordulása Magyarországon a KSH adatai alapján a 20–40 éves korosztályban 3%. Ez magában foglalja az alsó húgyúti kövességet (húgyhólyag, húgycső), a középső (vesevezeték) és a felső szakasz kövességét is (vese).

A legtöbb húgyúti kő tünetmentesen fejlődik. A páciens semmit sem érez a folyamatból, a kövek vizeletáramlási akadályt ilyenkor nem jelentenek. Külső vagy belső (mozgás, terhelés, légnyomásváltozás, lökészerű folyadékbevitel) faktorok hatására az eddig nyálkahártyához tapadó kövek elmozdulnak, a kristályszerkezetük miatt egyetlen felszínük a nyálkahártyát felsérti, vagy méretük miatt elakadást okoznak. A húgyutak reakciója minden esetben ugyanaz: simaizomgörcs. A zsigeri simaizomgörcs hirtelen jelentkezik, és nagy fájdalommal jár, ezt az állapotot nevezzük vesekőrohamnak. A fájdalom megjelenhet deréktáji (lumbális) szögletben, elől a hasban, a bordaív alatt, az alhasban is a kő helyétől függően. A fájdalom a vesesebeték lefutása mentén a férfiaknál herékbe vagy nők esetében a nagyajkakba sugározhat. A tünetegyütteshez gyakran hozzáadódik hányinger, hányás és hidegrázás is (fokozott vegetatív izgalom miatt). Ha az izomgörcs nem enyhül, kialakulhat kiszáradás és a belek mozgásának reflexes csökkenése (*paralyticus ileus*) is. Ez súlyos hasi kórkép (katasztrófa) képét utánozhatja.⁴

A kőroham – amellett, hogy rendkívül fájdalmas – azért is veszélyes, mert megléte alatt a kőre a simaizomgörcs miatt a vesesebeték rászorul, a kő ürülése nem lehetséges. Emellett a vizeletelfolyás is akadályozott, különösen veszélyes ez egy vese esetén. A kőroham mihamarabbi csillapítása ezért kiemelt orvosi feladat. Simaizomgörcs-oldók (Papaverin, NoSpa) és erős fájdalomcsillapítók (például Algopyrin) azonnali intravénás beadásával csillapítható a görcs, lökészerű adásukkal a simaizom elernyed, megszűntetve a fájdalmat és biztosítva a kő melletti vizeletelfolyást. Nagyfokú, nem csillapodó görcsroham esetén kábító fájdalomcsillapítókra is szükség lehet. A hányás miatti kiszáradás (*exsiccosis*) és vér-ion eltérések rendezése orvosi feladat. A kövek ürülését segítik a vizelettel kiválasztódó, a követ bevonó és a vizeletet sikamlósabbá tevő illóolajos készítmények is (Rowatinex, Cystenal).⁵

A natív röntgenfelvétel és az ultrahangvizsgálat együttes alkalmazásával 94%-os szenzitivitást és 90%-os specificitást érhetünk el. Az ultrahangvizsgálat önmagában 80%-os találati aránnyal rendelkezik. Előnyös tulajdonságai folytán (a készülék

⁴ Szepesváry Zsolt: Military Aspects of Urinary Tract Stones. *Hadmérnök*, 7. (2012), 2. 195–199.

⁵ Dombóvári Péter – Szendrői Attila: Húgyúti kövesség. *Hippocrates (BP)*, 12. (2010), 1. 36–39.

hordozhatósága, gyors, ismételhető, biztonságos, nem okoz sugárterelést) több helyen és könnyen alkalmazható.⁶

3. A húgyúti kövesség felmérése missziós körülmények között

Felmérést végeztem a megváltozott körülmények között szolgálatot teljesítő állomány körében arról, hogyan befolyásolja az éghajlat, illetve a folyadékfogyasztási szokások megváltozása a kőbetegség előfordulását. Felmérésemet standardizált körülmények között, az ENSZ United Nations Peacekeeping Force in Cyprus (UNFICYP) misszióban végeztem. Vizsgálatom során non-invazív módszereket alkalmaztam, amelyek nem befolyásolják a szolgálatot teljesítő állomány harcértékét.

A kőbetegség missziós incidenciájának felméréséhez, illetve a tartós szubtrópusi szolgálatteljesítés hatására bekövetkezett változásának elemzésére megfelelő paraméterekkel rendelkezett a ciprusi ENSZ-misszió katonai állománya. A diagnosztikus lehetőségeket a szakmai ajánlásokban is részletezett anamnézis, vizsgálat, vizeletvizsgálat, ultrahangvizsgálat ajánlására alapoztam.

Vizsgálatkor a magyar kontingens létszáma 84 fő volt. Nemi összetétele 26 fő nő, 58 fő férfi. Az átlagéletkor 35,15 év volt (21–50 év). Ciprus a mediterrán éghajlaton belül is a száraz mediterrán éghajlat alá tartozik, a lehulló csapadék 200–550 milliméter. A nyári (június-szeptember) hónapok havi középhőmérséklete 25–30 °C fok, a napsütéses órák száma 3300 óra felett van (Magyarországon 2200 óra).⁷

A munkavégzés tervezett ütem szerint történik, váratlan katonai esemény ritka a szigeten, emiatt közel állandónak tekinthető a napi ritmus, a nem misszióbeli körülményekkel összehasonlítható.

Cipruson a csapvíz emberi fogyasztásra nem alkalmas. Az ivóvízellátás palackozott, szénsavmentes vízzel történik, amelyből a fogyasztás szempontjából korlátlan mennyiség áll rendelkezésre.

A kövesség és a kockázati tényezők vizsgálatát több részre bontottam.

3.1. Kérdőíves vizsgálat

A vizsgálat megalkotásakor szempont volt, hogy a kitöltésére szánt idő ne haladja meg az 5 percet. A kérdőívet az UNFICYP parancsnoksággal és az ENSZ vezető orvosával egyeztettem. Semmilyen beazonosítható személyes adatot nem tartalmaz, a felmérésben a részvétel önkéntes volt, de ajánlott. A vizsgálat rendelkezett az UNFICYP etikai és szakmai engedélyével. A részvétel a magyar csoportban (HUNCON) 72%-os, a szlovák csoportban (SLOVCON) 19%-os volt. A részvételi mintázat alapján a vizsgálat reprezentatívnak tekinthető.

⁶ Rebecca Smith-Bindman et alii: Ultrasonography versus Computed Tomography for Suspected Nephrolithiasis. *New England Journal of Medicine*, 371. (2014), 1100–1110.

⁷ Wagner Péter: *A ciprusi ENSZ misszió (UNFICYP)*.

A húgyúti kövesség kockázati tényezőinek felmérésére több részből álló, teljes spektrumú kérdőívet szerkesztettem és kiértékeltem az ebből nyert adatokat. A kérdések a következők voltak:

- Napi átlagos folyadékbevitel (otthon / Cipruson)?
- Volt-e már urológiai köves betegsége?
- Ha igen, hányszor?
- Utoljára mikor?
- Észlelt-e elszíneződést a vizeletében?
- Mióta van a szigeten?
- Mennyit tölt a szabadban naponta a szigeten?

3.2. Ultrahangvizsgálat

Telt húgyhólyag mellett (vizezés előtt) a húgyhólyagot áttekintettem, megvizsgáltam a kontúrját, az esetlegesen benne látható fali növedékeket vagy köveket. Ezt követően a jobb vesét a deréktájék felől a bőrre helyezett ultrahang vizsgáló fejjel áttekintettem. Meghatároztam a vese méretét, a velő és kéregállomány arányát, reflektivitását. Feljegyeztem az esetlegesen előforduló cisztás (jóindulatú) elváltozásokat. Ha kőjelet láttam, meghatároztam a méretét (a technológiai megkötések miatt két dimenzióban). Bal oldalon ugyanígy jártam el. Összehasonlítottam mind a két vesét méret és reflektivitás alapján. A kapott eredményeket a tesztalpon rögzítettem.

A mérésekhez Sunbright SUN-806F készüléket használtam.

Ezt követően felkértem a vizsgált személyeket vizeletminta adására.

3.3. Vizeletvizsgálat

Az ultrahangvizsgálatot követően a katonák tiszta, egyszer használatos műanyagpohárba vizeletmintát adtak. A feldolgozáshoz a humán gyógyászatban alkalmazott Ulti Med TUP 10-es hitelesített gyorstesztjét használtam. Meghatároztam és a tesztalpon rögzítettem a vizelet keton-, cukor-, vörösvértest- és fehérvérsejt-eredményeit.

4. Eredmények

A vizsgálatokat 2013. május 19. és 2013. május 25. között végeztem a szűrésben önkéntesen részt vevő 56 magyar és 30 szlovák katonából álló hivatásos állományon.

A kérdőív adatainak feldolgozása alapján a folyadékbevitel otthon 2,3 l/nap (0,5–5 l/nap), misszióban 3,4 l/nap (1–6 l/nap) volt. A folyadékbevitel alapján a katonákat 7 csoportra osztottam, 1 l-es lépésekben 0,5 l/naptól 6,5 l/napig. Megállapítható, hogy a folyadékbevitel minden csoportban eltolódott, átlagosan 1,1 l/nappal a missziós körülményekre való tekintettel.

A kérdőívet kitöltő személyeknek a misszióban töltött átlagos szolgálati ideje 5,3 hónap volt (1–30 hónap). Kijelenthetjük, hogy a vizsgált eredmények átlagosan

majdnem fél éves expozíció után történtek, ami élettani szempontból szignifikáns időtartam, a kőképződés alapjait figyelembe véve elegendő idő az új kövek kialakulásához.

A szabadban töltött idő átlagosan 5,9 óra volt naponta (1–16 óra/nap).

A kérdőív adatainak alapján megelőző kőves betegségről 7 katonát tett jelentést (5 férfi, 2 nő), ami a közép-európai demográfiai adatoknak megfelel.

A vizsgált állományból 11 fő tapasztalt megelőzően vizeletében elszíneződést (9 férfi, 2 nő), vizeletvizsgálaton 10 (7 férfi, 3 nő) katonánál találtam eltérést.

Ultrahangvizsgálaton 73 negatív lelet volt, 13 katonánál találtam követ, ebből 2 volt nő. A kövek átlagos legnagyobb átmérője 4,39 mm volt (2–6 mm).

5. Következtetés

A misszióban végzett komplex szűrés eredményeit áttekintve megállapíthatjuk, hogy a kőbetegség előfordulása 15% volt. A magyar lakosság körében nem létezik kötelező szűrés, így a 2-3 mm-es kövek prevalenciája nem határozható meg pontosan, de multicentrikus vizsgálatok alapján 2-3%-nak adódik. Ezek szerint a misszióban a kövek előfordulása jelentősen megnőtt, a hazai 20–50-es korcsoportban előforduló prevalencia ötszörösére. A kövek mérete minden esetben 2-6 mm között volt, ilyen méretnél a spontán távozás valószínűsége magas. A betegség magas előfordulása jelzi az emelkedett kockázatot a hirtelen harcértécsökkenésre, ha a kőves roham bekövetkezik.

Ha a folyadékfogyasztás függvényében vizsgáltuk a kövek előfordulását, megállapítható volt, hogy napi 3,5 l folyadékfogyasztás alatt szignifikánsan nagyobb a kőképződés valószínűsége, mint e felett. A katonák megváltozott folyadékbeviteli szokása szignifikáns változást mutat a hazaihoz képest (+1,1 l/nap), jelzi a szervezetek alkalmazkodását a klimatikus viszonyokhoz.

A misszióban eltöltött idővel is arányosan összefüggött a kövek előfordulása. A legmagasabb értéket a 18 hónap feletti expozíciós idő esetén kaptuk (22%).

A felmérés eredménye rámutatott arra, hogy a megváltozott éghajlati tényezők hatására egy alacsonyabb előfordulású betegség a harcértéket hirtelen és jelentősen csökkentő állapotot okozva előfordulásának ötszörösére nőtt. A fentiek alapján kijelenthetjük, hogy önmagában a megnövelt folyadékfogyasztás a megváltozott száraz mediterrán környezetben, fokozott hő- és Nap-expozícióval védő hatású a vesekövek képződése szempontjából. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy az alig több mint egy literes napi folyadékbevitel-többlet nem kompenzálja megfelelően az éghajlati hatásokat. Az eredményeket összegezve megállapítható, hogy napi 3,5 l folyadékfogyasztás alatt szignifikánsan nagyobb a kőképződés valószínűsége, mint e felett.

Az ilyen fokú kockázatt növekedés felveti a húgyúti kövesség missziós szűrésének igényét, amely jelentősen csökkentheti a hirtelen rohamból eredő harcértécsökkenés kockázatát. Megfontolandó a missziós edukáció kibővítése a húgyúti kövesség, folyadékfogyasztás, napsugárzás-expozíció részletes ismertetésével.

Felhasznált irodalom

- Dombóvári Péter – Szendrői Attila: Húgyúti kövesség. *Hippocrates*, (BP) 12. (2010), 1. 36–39.
- Fejes Zsolt: *A katonai, harctéri és minősített körülmények között szerzett légúti megbetegedések elemzése*. Doktori értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. Elérhető: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/9968?show=full> (A letöltés dátuma: 2020. 08. 01.)
- Horváth Csaba – Szendrői Attila: Vesekőbetegség – népbetegség. *Orvostovábbképző Szemle*, 25. (2018), 12. 35–42.
- Smith-Bindman, Rebecca et alii: Ultrasonography versus Computed Tomography for Suspected Nephrolithiasis. *New England Journal of Medicine*, 371. (2014), 26. 1100–1110. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1404446>
- Szepesváry Zsolt: Military Aspects of Urinary Tract Stones. *Hadmérnök*, 7. (2012), 2. 195–199. Elérhető: www.hadmernok.hu/2012_2_szepesvary.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 08. 01.)
- Wagner Péter: *A ciprusi ENSZ misszió (UNFICYP)*. Elérhető: www.kalasnyikov.hu/dokumentumok/ciprusi_ensz_misszio_tanulmany_wp.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 08. 01.)

Tartalom

BIZTONSÁGTECHNIKA

KRISZTIÁN BÁLINT: Modern, Blockchain-Based Fire Protection Solutions through In-School Security Cameras 5

KATA REBEKA SZŰCS, ARNOLD ŐSZI, TIBOR KOVÁCS: Mobile Biometrics and their Risks 15

HADITECHNIKA

SZANISZLÓ ZSOLT: Új személyi légideszant ejtőernyőtípus rendszerbe állítása előtt a Magyar Honvédség IV. rész 29

KÖRNYEZETBIZTONSÁG

FARKASINSZKI LÓRÁNT: Katasztrófavédelmi feladatrendszer és a környezetvédelem kapcsolata 47

JACKOVICS PÉTER: A műszaki mentés művelete összeomlott épületnél, a földrengéskutató és mentőcsapatok tevékenysége 1. rész 61

MAXIM KÁTAI-URBÁN: Managing the Environmental Risks of Dangerous Goods Warehouses 89

KIROVNE RÁCZ RÉKA MAGDOLNA, MÁRTON ATTILA: A hidrológiai eredetű szélsőségekkel összefüggő katasztrófavédelmi feladatok értékelése 97

SIBALIN IVÁN: Magyarország energiapolitikai érdekeinek környezet- és iparbiztonsági szempontú stratégiai elemzése 1. rész 107

TÓTH ANDRÁS, SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY KLÁRA, ENDRŐDI ISTVÁN: A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 1. rész 119

VÉDELEMFORMATIKA

ESZTER KATALIN BOGNÁR: Novel IT Technologies on the Digital Battlefield: The Application of Big Data and Data Mining Technologies 141

DEÁK VERONIKA: A közszolgálati kiberbiztonsági képzés helye nemzetközi viszonylatban 159

GULYÁS ATTILA: Egyes modulációs eljárások vizsgálata az ötödik generációs vezeték nélküli hálózatok műszaki követelményeinek támogatására 179

FÓRUM

FEJES ZSOLT, HELYES MARCELL, MIHÓK SÁNDOR: A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában 195

SZEPESVÁRY ZSOLT: Kőbetegség előfordulásának felmérése szubtrópusi missziós körülmények között 209