



HADMÉRNÖK

Kiemelt közlemények

MÁTYÁS INÁNCSI: *Cybersecurity Challenges of the Civilian Unmanned Aircraft Systems*

HATTYÁR ISTVÁN: *A Defender-Europe 21 gyakorlat és a kapcsolt nemzeti kiképzési rendezvények tapasztalatai a koronavírussal terhelt időszakból*

FARKAS CSABA BENCE: *Egyéni védőfelszerelés, valamint az infrastrukturális elemek biztosította légzésvédelem lehetőségei a patológiai munkavégzésben*

17. évf. (2022)
2. szám

ISSN 1788-1919 (elektronikus)



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Hadmérnök

Katonai műszaki tudományok online folyóirata
ISSN 1788-1919 (elektronikus)

A szerkesztőbizottság elnöke

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

A szerkesztőbizottság elnökhelyettese

Munk Sándor ny. ezredes, professor emeritus

A szerkesztőbizottság tagjai

Alexandru Babos őrnagy, egyetemi docens

Berek Tamás ezredes, egyetemi docens

Bryson Payne 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

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 ezredes, egyetemi docens

Főszerkesztő

Farkas Tibor őrnagy, egyetemi docens

Szerkesztőség

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

Németh József Lajos, egyetemi docens

Nemzeti Közszolgálati 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 Közszolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó

Székhely: 1083 Budapest, Ludovika tér 2.

Kapcsolat: www.ludovika.hu; kiadvanyok@uni-nke.hu

A kiadásért felel: Deli Gergely rektor

Olvasószerkesztők: Bujdosó Hajnalka, Gergely Zsuzsánna, Resofszi Ágnes



Tartalom

Biztonságtechnika

Boszik Nándor: *Elektronikus behatolásjelző rendszerek helye a naperőművek objektumvédelmében* 5

Haditechnika

Hegedűs Ernő – Gyarmati József: *A haditechnikai kutatás-fejlesztés helye, szerepe és sajátosságai* 17

Katonai logisztika és közlekedés

Lévai Zsolt: *A katonai-védelmi követelmények érvényesülésének vizsgálata a 142-es számú Budapest–Lajosmizse–Kecskemét-vasútvonal tervezett fejlesztése kapcsán* 33

Kiképzés és felkészítés

Hattyár István: *A Defender-Europe 21 gyakorlat és a kapcsolt nemzeti kiképzési rendezvények tapasztalatai a koronavírussal terhelt időszakból* 53

Szabó Sándor: *A gyakorlattervezés szerepe a NATO-reagálóműveletekre való felkészülés tükrében* 71

Környezetbiztonság

Almási Csaba: *Veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett káresemény katasztrófavédelmi vizsgálatának szabályozása és fejlesztési lehetőségei* 85

Barina Balázs: *Atomerőművek fejlődése a generációváltások tükrében* 99

Berek Tamás – Nagy Veronika: *A laboratóriumi biztonság a BLS (Basic Life Support) aspektusából* 113

Ádám Berger: <i>Evaluation of the Experience of International Accidents Related to the Storage and Handling of Ammonium Nitrate Fertilisers</i>	129
Grégory Lucas – Gergely László – Csaba Lénárt – József Solymosi: <i>Review of Remote Sensing Technologies for the Acquisition of Very High Vertical Accuracy Elevation Data (DEM) in the Framework of the Precise Remediation of Industrial Disasters – Part 2</i>	147
Szendi Rebeka: <i>Környezeti károk felszámolása a veszélyes üzemeknél – Kármentesítési technológiák</i>	159
Szilágyi Tibor: <i>Honvédelem és természetvédelem. A honvédelmi ágazat részvétele a LIFE-projektekben</i>	171

Védeleminformatika

Kovács Zoltán: <i>A Magyar Honvédség harcászati rádiócsalád fejlesztésének helyzete a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program tükrében</i>	187
Mátyás Ináncsi: <i>Cybersecurity Challenges of the Civilian Unmanned Aircraft Systems</i>	205

Fórum

Farkas Csaba Bence: <i>Egyéni védőfelszerelés, valamint az infrastrukturális elemek biztosította légzésvédelem lehetőségei a patológiai munkavégzésben</i> . . .	217
--	-----

Bozsik Nándor¹

Elektronikus behatolásjelző rendszerek helye a naperőművek objektumvédelmében

The Place of Electronic Intrusion Detection Systems in the Facility Protection of Solar Power Plants

A naperőművek technológiájukból fakadóan olyan területeken helyezkednek el, amelyek biztonsági szempontból fokozott figyelmet igényelnek. Ezeknek a területeknek a nagy része belterületek határán levő úgynevezett barna övezetekben található. A belterületek szélén elhelyezkedő napelemtáblák környezete jellemzően forgalmas, ahol a gyalogos- és a gépjármű-közlekedés nem kelt feltűnést. A külterületen lévő napelemez mezők pedig olyan kieső területeken vannak, amelyeknél a kietlen környezet jelent biztonsági kockázatot. A tanulmány célja bemutatni az elektronikus behatolásjelzők alkalmazását a naperőművekben, kiemelve azokat az alkalmazási pontokat, amelyek az ilyen objektumok sajátosságai.

Kulcsszavak: naperőmű, napenergia, elektronikus behatolásjelző

Due to technology, solar power plants are located in areas that require increased safety attention. Most of these areas are located in the so-called brown zones. The surroundings of solar panels located at the edge of inner areas are typically busy, where pedestrians and car traffic is not conspicuous. And outdoor solar arrays are located in outlying areas where the barren environment poses a safety risk. The aim of this article is to present the application of electronic intrusion detectors in solar power plants, highlighting the application points that are specific to such objects.

Keywords: solar power plant, solar energy, electronic intrusion detector

¹ Doktori hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, e-mail: bozsik.nandor@phd.uni-obuda.hu

1. Bevezetés

A magyarországi áramtermelés egyre nagyobb részét adják a napelemes erőművek és egyúttal egyre nagyobb hányadot képviselnek a magyar megújulóenergia-termelésben. A napelemes villamosenergia-termelés 2015-ben a megújuló energiák közel fél százalékát (0,4%) adták, ez az arány 2020-ra több mint hét százalékra (7,13%) nőtt. Ezt a növekvő tendenciát elősegíti, hogy 2015-től a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) mellett megjelentek a főtevékenységű villamosenergia-termelő közepes méretű napelemes rendszerek és naperőművek (1. táblázat).²

1. táblázat: A magyar napelemes villamosenergia-termelés 2015–2020-ig

Forrás: <http://mekh.hu/eves-adatok> alapján a szerző számítása

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fotovoltaikus termelők	507,6 TJ	878,4 TJ	1256,4 TJ	2264,4 TJ	5389,2 TJ	8852,4 TJ
- főtevékenységű termelő	3,6 TJ	118,8 TJ	133,2 TJ	622,8 TJ	2469,6 TJ	4561,2 TJ
- saját célra termelő	504,0 TJ	759,6 TJ	1123,2 TJ	1641,6 TJ	2919,6 TJ	4291,2 TJ
Megújulók összesen	126,4 PJ	125,8 PJ	124,5 PJ	117,2 PJ	118,5 PJ	124,1 PJ
Fotovoltaikus termelés részaránya a megújulókból (%)	0,40	0,70	1,01	1,93	4,55	7,13

Az átlagos naperőművek esetén egy megawatt teljesítményre kettő hektár elfoglalt földterület esik. Egy 20 MW-os naperőmű körülbelül 40 ha földterületet foglal el, ez négyzetes kialakítás esetén nagyjából 2,5 km-es telekhatárhosszt jelent. Az ilyen méretű objektumok védelme összetett rendszert kíván, tehát kevés csak a fizikai akadály kialakítása (kerítés, fal stb.). Szükség van más típusú védelmekre is, mint a következőkben bemutatandó elektronikus behatolásjelző rendszerek.

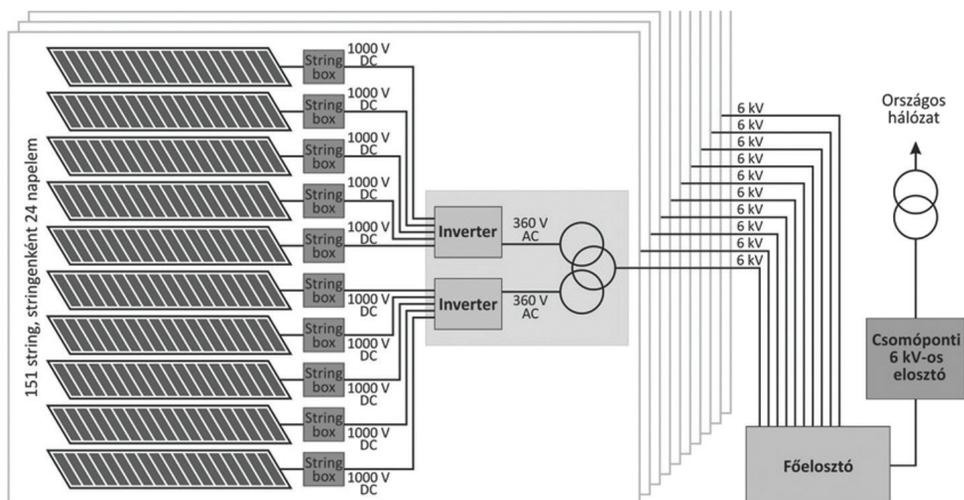
2. A naperőművek működése és főbb elemei

A naperőműveket a laikusok is messziről felismerik a sűrűn, tartószervezetekre telepített napelemtábláikról. Ezek legtöbbször fixen telepítettek, de akadnak napkövetők is, amelyek a napraforgók tányérjaihoz hasonlóan követik a Nap égi járását.

² MEKH: Országos Eurostat típusú részletes energiamérleg, 2021. Lásd: <http://mekh.hu/eves-adatok>

2.1. Működési elv

Az 500 kW feletti villamos teljesítményű napelemes rendszereket soroljuk a naperőművek kategóriájába. A napelemtáblák a napfény hatására egyenáramot állítanak elő, amelyet először a sztringek³ inverterei váltakozó árammá alakítanak. Ezek után a sztringgyűjtő állomások és a csomópont transzformátorai a villamos hálózat feszültség szintjére „emelik” és „betáplálják” a váltakozó feszültségű áramot a hálózatba (1. ábra).



1. ábra: Naperőmű-blokséma (Mátrai Erőmű Zrt.)

Forrás: Kertész Bernadett: Üzemel az ország legnagyobb naperőműve. *Innotéka*, 2015. november. 4. alapján saját szerkesztés

A legnagyobb különbség a kisebb teljesítményű napelemes rendszerekhez képest – ami a védelem szempontjából is fontos – a területigényben és a villamos paraméterekben van.

2.2. A napelemes erőmű terület szerinti felosztása

A naperőművek funkcióik alapján négy fő területre bonthatók fel (2. táblázat).

³ Villamos szempontból sorosan kapcsolt (azonos teljesítményű) napelemtáblák együttese.

2. táblázat: A naperőmű területi bontása

Forrás: a szerző szerkesztése

Környezet	Határvonal	Épületek	Eszközök
ipari és földutak	kerítés	inverter + transzformátor-épületek fő/csomóponti elosztó épületek	áramátalakítók napelemtáblák tartószerkezet
gyalog- és turistaútak	kapuk	vezérlő	számítástechnika
ösvények		fő transzformátorház	kábelezés

Sok napelemes erőmű környezetében gyalogos- és turistaút is elhalad. Ezért a napelemes erőműveket nemcsak a szándékos behatolástól kell védeni, hanem meg kell akadályozni a véletlen bejutást, illetve a megközelítést is. Tudni kell, hogy az ilyen erőművek nemcsak működési elvük miatt jelentenek veszélyt (~1000 V DC, illetve nagyfeszültség > 1000 V AC),⁴ hanem viharos időben fokozott a villámcsapás veszélye. Fontos, hogy a villámcsapás nemcsak közvetlenül okoz veszélyt, hanem a földben terjedve – jóval távolabb is, az erőművön kívül – lépésfeszültség hatására súlyos áramütés érheti az arra járó gyalogosokat, turistákat. Ezért fontos, hogy – a törvényi kereteken belül – az erőmű környezete is megfigyelés alatt legyen, és hogy ha kell, az élőerős szolgálat figyelmeztetni tudja a közelben lévőket a fennálló veszélyre.

A legalapvetőbb védelmet nyújtó eszközök a mechanikai egységek: a kapuk, a kerítések, a falak és az egyéb akadályok, amelyeknek elsősorban az a fő feladatuk, hogy jól láthatóan kijelöljék az objektum határait, illetve megakadályozzák, vagy legalábbis lassítsák a behatolást. A kapuk ezeken kívüli funkciója a ki- és beléptetés kontrollálása.⁵

A napelemes erőművek épületei egyrészt „téglaépítmények”, másrészt konténer-egységek (2. ábra). A konténer használatának oka, hogy a berendezéseik előre tipizált elemekből állnak, és azokat előre szerelten telepítik, helyezik ki. Az építmények, konténernek falazata erős, szélsőséges időjárásnak is jól ellenállnak, így ezeknél a nyílászárók jelentik a gyenge láncszemet.



2. ábra: Napelemes mező technológiai épületekkel (Mátrai Erőmű Zrt.)

Forrás: a szerző felvétele

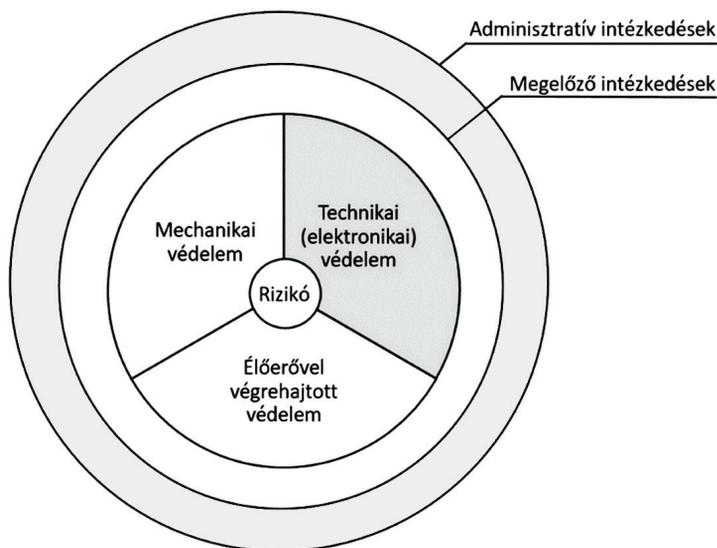
⁴ DC: egyenáram, AC: váltakozóáram.

⁵ Koller Attila: Kultéri védelem: nélkülözhetetlen a komplex megközelítés. *Securinfo*, 2016. július 14.

3. Elektronikus behatolásjelző rendszerek

Az elektronikus behatolásjelzők az élőerővel végrehajtott védelem és a mechanikai védelem mellett, a technikai védelem részeként helyezkednek el (3. ábra).

Az „[e]lektronikai jelzőrendszer célja adott állapottól való eltérés (esemény) figyelése, rögzítése, továbbítása. Önmagában nem véd, csak jelez. Mind a mechanikai, mind az élőerős védelem támogatója lehet”.⁶



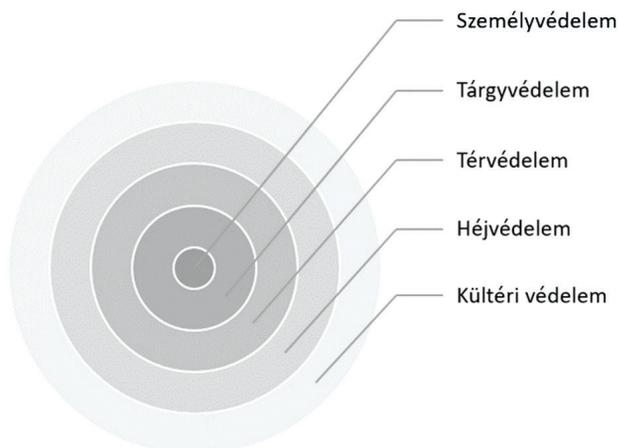
3. ábra: Az intézkedés és védelem viszonya

Forrás: Király László – Pataki János: Egy multinacionális nagyvállalat kritikus infrastruktúrájának illeszkedése a hazai (vertikális és horizontális) kritikus infrastruktúrákhoz. *Hadtudomány*, 23. (2013), 1. 177. és Zólyomi Zsolt: *Komplex biztonságmenedzsment. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Óbudai Egyetem BDI, 2019. 12. alapján a szerző szerkesztése*

Az elektronikus behatolásjelző rendszerek felépítését a hagymahéj szerkezetéhez szokták hasonlítani: ezek a rétegek a kültéri védelem, a felület- vagy héjvédelem, a térvédelem és a tárgyvédelem (4. ábra). Ide sorolandó még a személyvédelem is, de ez egy napelemes erőmű esetén nem releváns. A behatolásjelző rendszerekhez szervesen hozzátartozik a riasztásjelzés, illetve a távfelügyeleti kommunikáció is.⁷

⁶ Bunyitai Ákos: A beléptető rendszerek helye és szerepe a vagyónvédelemben. *Hadmérnök*, 6. (2011), 4. 19.

⁷ Utassy Sándor: *Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései*. Doktori értekezés. Budapest, ZMNE, 2009.



4. ábra: A védelemi körök felépítése

Forrás: Takács Zoltán: *Vagyonvédelmi eszközök és módszerek az ipari nagyberuházások területén. Hadmérnök, 9. (2014), 4. 42. alapján a szerző szerkesztése*

3.1. A kültéri védelem elemei

A kültéri védelem eszközeinél fontos szempont, hogy az eszközök a környezeti hatásoknak jól ellenálljanak. Ezek az UV, a szél, a csapadék, a por és a hőmérséklet-ingadozás. A naperőműveket jobbra a természetben vagy települések határán telepítik. Ezért figyelembe kell venni a téves riasztásokat is, amelyeket leginkább a növényzet, illetve az állatok okoznak, de gondolni kell a már fent említett gyalogosokra, turistákra is. A kültéri elektronikus védelem a mozgás, rezgés, nyomásváltozás vagy valamilyen más fizikai jellemző megváltozásán alapszik.⁸

3.1.1. Mozgásérzékelés (kültéri)

A mozgásérzékelő működésének alapja az emberi test hőmérsékleti sugárzása. Az infravörös spektrumba eső hullámhossz, illetve intenzitás változását érzékeli, és egy bizonyos különbségérték felett jelez. A kültéren való alkalmazásának hátránya a kis hatótávolság, illetve a hirtelen hőmérséklet-változásból adódó téves riasztás, ezért kültéren különleges érzékelőket alkalmaznak.⁹

A kamera négy infravörös csatornával figyeli a lencséjének eltakarására tett kísérleteket, és riaszt, amennyiben ilyet észlel. A szennyeződés elleni védelemben is szerepet kap az előbb említett négy csatorna, ezek folyamatosan figyelik a lencse tisztaságát, és ha szükséges, akkor jelzik a központnak, hogy tisztítani kell. A szennyeződések

⁸ Tóth Attila – Tóth Levente: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 3. fejezet.

⁹ OKTEL Elektronikai Kft., 2021. Lásd: <https://oktel.hu/szolgalatas/kulteri-vedelem/kulteri-mozgaserzekelo>

és a környezeti viszontagságok ellen az esővédő lemez és a megerősített tokozású és fokozott tömítettségű készülékház védi.¹⁰

3.1.2. Kerítésvédelem

A rezgésérzékelők a határoló elemekre vannak (kerítés, fal, korlát stb.) erősítve, és annak deformációját, rezgését érzékelik. Jellemzően időjárás-érzékenyek, főleg a szélre tévesen jeleznek, illetve az állatok is hamis riasztást okozhatnak. A szenzorkábeles érzékelőknél a kellően szilárd kerítésre kábelt erősítenek. Ezek különféle technológiák (piezoelektromos, lineáris mágneses, optikai stb.) lehetnek, egyidejűleg akár többféle is, ezzel csökkentve a hamis riasztást. Működésükből fakadóan nem pontérzékenyek, hanem longitudinálisak. A lépésérzékelőknél a földre fektetett csőben levegő vagy folyadék nyomásváltozása okoz jelzést, illetve a kapacitív jelzőknél a kondenzátor elektromos mezőjében történt változás okoz riasztást. Az infrahálóknál az infrafény megszakadása jelzi a behatolást.¹¹

A kerítések mellett a kapuknál, illetve átjáróknál is gyakran alkalmazott érzékelő az infrasorompó. Előnye, hogy aránylag érzéketlen a külső zavaró hatásokra. Adó- és vevőegységekből állnak. Addig, amíg a vevők változatlanul veszik az adók jeleit, a rendszer nyugalomban van. Amikor a jel megszűnik, vagy zavar keletkezik, akkor a rendszer riaszt. Azért, hogy a sugárzott jelet ne lehessen másolni, hamisítva sugározni, a jelet kódolják.¹²

Az infrasorompóknak sok fajtája létezik. Hatótávuk a pár métertől akár 300-400 m-ig is terjedhet. A földtől függőlegesen körülbelül 20 cm magasságtól kezdve 50 cm távolságra helyezik el az adókat és vevőket az oszlopokon. Gyakran használják az infrasorompókat nyílászárók védelmére is.¹³

A rendszámfelismerés a beléptető rendszereknél fontos, hiszen így a területre csak az adatbázisban szereplő gépjárművek hajthatnak be. A rendszámok egy központi adatbázisban vannak tárolva, amelyekhez ideiglenesen is hozzá lehet adni rendszámokat, például javításokat végző külső cég járműinek rendszámát.¹⁴

3.2. Felületvédelem

A felületvédelemnél a nyitásérzékelők jelzik a nyílászárókon keresztüli behatolás kísérletét. Ezért minden nyílászárót fel kell szerelni ilyen érzékelőkkel. Ezenkívül az üvegfelületeket is el kell látni üvegtörés-érzékelőkkel, illetve ha a falszerkezet nem kellő szilárdságú, akkor falbontás-érzékelővel is.¹⁵

¹⁰ OKTEL (2021): i. m.

¹¹ Tóth-Tóth (2014): i. m.

¹² Szandtber Károly – Márkus István (szerk.): *Épületinformatika*. Oktatási segédlet. (é. n.).

¹³ Szandtber-Márkus (é. n.): i. m.

¹⁴ Fogarasi Attila – Kovács Tibor: A fotovoltaiukus erőművek általános biztonsági és védelmi helyzete. *Biztonságtudományi Szemle*, 2. (2020), 1. 21–28; Bunyitai (2011): i. m.

¹⁵ Tóth-Tóth (2014): i. m.

3.2.1. Nyitásérzékelők

A nyitásérzékelők legtöbbje kontakt elven működik, ezek mechanikus, illetve mágneses érzékelők. Az utóbbit hívják reed-relés érzékelőnek is. A mikrokapcsolók alkalmazása főleg olyan területen történik, ahol a működéséhez nincs szükség nagy nyomóerőre. Napelemes erőműnél ezek legtöbbször a kapcsolószekrényeket, szerelvénydobozokat érintik. Ezek az érzékelők az érintésvédelmi berendezéseknek is szolgálhatnak jelzéssel, például nyitva felejtett kapcsolószekrény stb. esetén. A mikrokapcsolók kivezetése nyitott és zárt állapotú, bekötésük az alkalmazott áramkör függvényében történik. A legelterjedtebb mágneskapcsoló a reed-relés kapcsoló.

Ezek a kapcsolók alapvetően két fő részből állnak: az egyik egy légritkított vagy semleges védőgázzal töltött üvegcsőben elhelyezett érintkező pár, a másik pedig egy állandó mágnes. Állapothelyzetben a vízszintesen egymáshoz képest eltolt érintkezők nem érnek egymáshoz. Az állandó mágnes közelében a fémlapok felmágnesesződnek, és az ellentétesen polarizálódott végek összeérnek, majd villamosan záródnak. Amint az állandó mágnes eltávolodik, az érintkezők elvesztik mágnesességüket, és eltávolodnak egymástól. Felépítésüknek köszönhetően kicsi a tehetetlenségük, ezért a reed-reléknek rendkívül jók a kapcsolási tulajdonságai. A fokozott biztonságú helyeken több és egymáshoz képest elforgatott jelzőt, illetve ellendarabot alkalmaznak szabotázs ellen.¹⁶

3.2.2. Üvegtörés-érzékelők

A napelemes erőművekben nem jellemző az üvegtörés-érzékelők alkalmazása. Viszont vannak egyes napelemes erőművek, ahol látogató-, oktatóközpontok is vannak az erőmű területén, itt alkalmazásukra szükség lehet. Két fő változatuk van a rezgés-, illetve kontaktérzékelő. Az üvegtörés-rezgésérzékelők piezoelektromos elven működnek. Az érzékelőt a védendő üvegfelületre ragasztják, amely a betörés, illetve a vágás során keletkező nagyfrekvenciás rezgést érzékelve riaszt. Egyik hátránya, hogy az érintkező felületeken alkalmazott ragasztó UV-fény hatására „elenged”, és az érzékelő elválik az üvegfelülettől. A kontakt üvegtörés-érzékelőnél egy vezetőfémréteg fut végig az ablak felületén; amikor az üveg betörik, ez a vezető megszakad.

Az akusztikus üvegtörés-érzékelők esetén szintén rezgést, hangrezgést detektálnak egy kondenzátormikrofonnal. Nagy előnyük, hogy nem kell az üvegfelületre rögzíteni őket. A téves riasztásokat szűrőáramkörök használatával csökkentik. Hatékonyságukat különböző árnyékolók (függöny, relaxa stb.) csökkentik.¹⁷

3.3. Tervvédelem

A tervvédelemmel ellenőrizzük a védendő területen való mozgásokat. Elhelyezésüknél vagy konkrétan a védendő területet figyeljük, vagy pedig az odavezető utat, folyosót.

¹⁶ Szandtber-Márkus (é. n.): i. m.; Tóth-Tóth (2014): i. m.

¹⁷ Szandtber-Márkus (é. n.): i. m.

Mivel a napelemes erőművek helységei tulajdonképpen csak keskeny és rövid szervizfolyosók, így alkalmazásuk beltéren nem jellemző, kivéve a már fent említett bemutató-, oktatóhelyiségeket.

A leggyakoribb és a legtöbb embernek ismerős mozgásérzékelő a passzív infravörös mozgásérzékelő. Ezek működése megegyezik a kültéri mozgásérzékelőkkel, de csak beltérben vagy esetleg fal mellett, bejáratnál alkalmazzák. Működési elve, hogy a rá eső infravörös sugárzást érzékeli. A fény különböző szűrőkön, tükrökön jut el az érzékelőhöz, az alkalmazás jellegétől függően. Az érzékelő pyroelemnél – ami félvezető – a beeső infrafény hatására a kapcsain feszültség keletkezik, és a feldolgozó áramkör ezt érzékeli.

Használatosak még a néhányszor 10 kHz-es tartományban üzemelő ultrahangos, illetve a GHz-es frekvenciákon használt mikrohullámú mozgásérzékelők. Mind a kettő működése azonos elven, a Doppler-effektuson alapul.¹⁸

3.4. Tárgyvédelem

A napelemeknél használt inverterek egy jelentős része tartószerkezetre szerelt bokszokba van rögzítve. A karbantartást megkönnyítendő, mint egy akatátáskát, fogójánál fogva le lehet emelni és a szervizbe szállítani. Az inverterek esetenként több millió forint értékűek is lehetnek, ezért ezeket érdemes külön védelemmel is ellátni. Az egyik ilyen tárgyvédelmi eszköz a súlyérzékelő.

4. Egyéb behatolásjelzést támogató rendszerek

Számos más védelmi technológia is adaptálható, mivel a naperőműveknél is lehetnek speciális igények. Vannak például olyan napelemes mezők, ahol állattartás folyik, vagy fokozottan tevékeny a „vadvilág”. Az ilyen területeken ügyelni kell, hogy az állatok ne okozzanak hamis riasztást. Ezek más típusú érzékelőket igényelnek, amelyek felismerik az állatok okozta téves jelzést, ilyenek például a következőkben említett képanalizáló kamerák és szoftverek.

4.1. Kamerák

A kamerák önmagukban nem kifejezetten behatolásjelző eszközök, de az általuk továbbított jel képfeldolgozó szoftverrel alkalmas lehet riasztásra.¹⁹

„Ezek az elemző szoftverek ma már nagyon sok mindent képesek érzékelni, és olyan adatokat szolgáltatnak a kezelő és az üzemeltető számára, amiket nem csak biztonságtechnikai viszonylatban lehet felhasználni.”²⁰

¹⁸ Tóth-Tóth (2014): i. m.

¹⁹ Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszoigálati Egyetem, 2014.

²⁰ Berek (2014): i. m. 35.

Az ilyen szoftverek nagy mennyiségű adatbázissal (mintákkal), illetve „mesterséges intelligencia” alkalmazásával dolgozzák fel a képi információkat. Nagy előnyük, hogy szűrők, lencsék segítségével nagy távoból és akár éjszaka is meg tudják figyelni a kívánt területet, illetve a védendő objektum környezetét – persze a törvényi előírások betartása mellett. Az intelligens kamerák használatával csökkenthetjük a személyzet terhelést, és kevesebb alkalmazottra van szükség a megfigyeléshez.²¹

4.2. Drónok

A drónok (UAV-k) ma már igen elterjedt eszközök a napelemes erőművek üzemeltetésében. Fő feladatuk a karbantartás támogatása és az üzembiztonság növelése. A napelemes mezők karbantartásánál egyik fontos feladat a napelemtáblák tisztaságának ellenőrzése. Ennek felmérését légi úton, drónokkal a legegyszerűbb végezni. A karbantartásban pedig a hotspot-ok – rendellenes napelemtábla, cellamelegedések – felderítésére használják. Az ilyen repülések lehetőséget adnak arra, hogy felmérjék a védelmi eszközök (például kerítés) sérüléseit. Megmutatják a szokatlan mozgásokat vagy a behatolás előkészületeinek nyomait (például csapáskészítés).²²

5. Összegzés

A napelemes erőművek napelemtábláinak, illetve a tartószerkezeteinek elektronikus védelméről nem esett szó. Ennek oka, hogy a napelemes táblák rögzítése csak roncsolással oldható, ki kell fúrni a rögzítő csapokat. A tartószerkezetek pedig be vannak betonozva. Így az ellopásuk „fajlagos haszna” – ezalatt az eltulajdonított érték és a vele járó kockázat hányadosát kell érteni – túl kicsi, nem éri meg. A fő védendő eszközök az aránylag könnyen kiszerezhető berendezések és kábelek, amelyek elektronikájukban és anyagukban képviselnek nagy értéket. Egyes naperőműveknél, amelyek bemutató, illetve oktatási célokat is szolgálnak, a számítástechnikai vagy prezentációs eszközöket is védeni kell.

A naperőművek nagy része nem alkalmaz élőerős védelmet, ezért az elektronikus behatolásjelző rendszereknek különösen nagy a jelentőségük a védelemben, természetesen az erős mechanikai védelem mellett. Elvárt tőlük a magas rendelkezésre állás és az ezzel együtt járó redundancia mind az érzékelők, mind a jelzés továbbítása terén. Fontos feladatuk még ezeknek a rendszereknek a veszély elhárítása is, mivel nem szándékos megközelítése is történhet. Az ilyen erőműveknél fokozott az áramütés veszélye, illetve a kialakításuk miatt vihar esetén a villámcsapás is veszélyeztetheti az arra járókat. Ez a kettő, a mechanikai védelem és az elektronikus behatolásjelző rendszerek már elegendő időt tudnak nyújtani a biztonsági szolgáltatnak az eredményes beavatkozáshoz, illetve a veszély elhárításához.

²¹ Berek (2014): i. m.

²² Szalkai István: Drónok alkalmazásának lehetőségei a napelem erőművek ellenőrzésében. *Védelem Tudomány*, 6. (2021), 1. 122–136.

Felhasznált irodalom

- Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. Online: <http://real.mtak.hu/19709/1/biztonsagtechnika.original.pdf>
- Bunyitai Ákos: A beléptető rendszerek helye és szerepe a vagyonvédelemben. *Hadmérnök*, 6. (2011), 4. 17–25. Online: http://hadmernok.hu/2011_4_bunyitai.pdf
- Fogarasi Attila – Kovács Tibor: A fotovoltaiikus erőművek általános biztonsági és védelmi helyzete. *Biztonságtudományi Szemle*, 2. (2020), 1. 21–28. Online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/33/39>
- Kertész Bernadett: Üzemel az ország legnagyobb naperőműve. *Innotéka*, 2015. november. 4. Online: www.innoteka.hu/cikk/uzemel_az_orzag_legnagyobb_naperomuve.1248.html
- Király László – Pataki János: Egy multinacionális nagyvállalat kritikus infrastruktúrájának illeszkedése a hazai (vertikális és horizontális) kritikus infrastruktúrákhoz. *Hadtudomány*, 23. (2013), 1. 173–187. Online: www.mhht.eu/hadtudomany/2013/2013_elektronikus/2013_e_Kiraly_Laszlo_Pataki_Janos.pdf
- Koller Attila: Kültéri védelem: nélkülözhetetlen a komplex megközelítés. *Securinfo*, 2016. július 14. Online: www.securinfo.hu/termekek/kulteri-vedelem/4591-kulteri-vedelem-nelkulozhetetlen-komplex-megkozelites.html
- Szalkai István: Drónok alkalmazásának lehetőségei a napelem erőművek ellenőrzésében. *Védelem Tudomány*, 6. (2021), 1. 122–136. Online: www.vedelemtudomany.hu/articles/VI/1/2021-06-01-06-szalkai.pdf
- Szandtber Károly – Márkus István (szerk.): *Épületinformatika*. Oktatási segédlet. (é. n.) Online: <https://docplayer.hu/4781570-5-vagyonvedelmi-berendezesek-es-rendszerek-tzjelz-berendezesek.html>
- Takács Zoltán: Vagyonvédelmi eszközök és módszerek az ipari nagyberuházások területén. *Hadmérnök*, 9. (2014), 4. 39–47. Online: http://hadmernok.hu/144_05_takacsz_2.pdf
- Tóth Attila – Tóth Levente: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. Online: https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Toth-Toth_bizt-techn.pdf
- Utassy Sándor: *Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, ZMNE, 2009. Online: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9723/Teljes%20sz%c3%b6veg%21?sequence=1&isAllowed=y>
- Zólyomi Zsolt: *Komplex biztonságmenedzsment*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, 2019. Online: http://lib.uni-obuda.hu/sites/lib.uni-obuda.hu/files/Zolyomi_Zsolt_ertekezes.pdf

Hegedűs Ernő¹ – Gyarmati József²

A haditechnikai kutatás-fejlesztés helye, szerepe és sajátosságai

State, Role and Speciality of the Defence Research and Development

A Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program egyszerre tűzte célul a haderő korszerűsítését, illetve a magyar hadiipar élénkítését. A program megvalósítása érdekében a Honvédelmi Minisztérium új haditechnikai kutató-fejlesztő intézetet állított fel. Új hadiipari cégek megalapítására, illetve megvásárlására is sor került. Az új magyar hadiipari és intézeti szereplők hatékonyan kapcsolódnak be az akadémiai és felsőoktatási intézmények között zajló tudományos tevékenységbe, aminek következtében új innovációs környezetben kezd működni a haditechnikai kutatás-fejlesztés a Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program során. Ennek alapján a tanulmány a haditechnikai kutatás-fejlesztés elméleti és szervezeti összefüggéseit, hazai viszonyait törekszik vizsgálni.

Kulcsszavak: haditechnikai kutatás-fejlesztés, magyar hadiipar, Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program

The main goal of the Zrínyi 2026 Defence and Armed Forces Development Program is the modernisation of the army and invigorating of the defence industry. To implement the program, a new research and development institute has been set up by the Ministry of Defence. New defence companies have also been created, or purchased. Newly established Hungarian defence industry entities and institutes will also be effectively integrated into the academic and higher educational research programs. A new innovation ecosystem has been started in the military technological research and development during the Zrínyi 2026 Defence and Armed Forces Development Program. Based on the above, the aim of this study is to discover correlation of the Hungarian defence research and development as well as domestic conditions.

Keywords: defence research and development, Hungarian defence industry, Zrínyi 2026 Defence and Armed Forces Development Program

¹ PhD, adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: hegedus.erno@uni-nke.hu

² Habilitált mk. ezredes (PhD), tanszékvezető, docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszék, e-mail: gyarmati.jozsef@uni-nke.hu

1. Bevezetés

A haditechnikai kutatás-fejlesztés minden szuverén államban fontos szerepet játszik a nemzetbiztonság rendszerében. A tanulmány a hazai haditechnikai kutatás-fejlesztés jelenlegi helyzetével foglalkozik, különös tekintettel arra, hogy ez a szak- és tudományterület (katonai-műszaki tudományok) kiemelt szerephez jut a Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program során. E haderőfejlesztési program egyszerre tűzte ki célul a haderő korszerűsítését, illetve a magyar hadiipar élénkítését. Ennek érdekében a Honvédelmi Minisztérium (HM) több K+F-szervezetet is felállított az utóbbi néhány évben, amelyek hatékonyan kapcsolódhatnak be a magyar hadiipar szereplői és a felsőoktatási intézmények között zajló tudományos tevékenységbe.³

Egy ország haderejének hadrafoghatósága és művelési képessége elsősorban az alábbi tényezőktől függ:

- a haderőszerkezet felépítésétől (katonai szervezetek) és személyi összetételétől (kiképzett állomány);
- a haditechnikai eszközök minőségétől és mennyiségétől;
- a stratégia, a doktrínák, szabályzatok, harceljárások kidolgozottságától.

A haditechnikai eszközrendszer tehát csak egy részét képezi a haderőképesség összetevőinek, azonban e részképesség fontossága a háborúk és a haderők gépesítésével (hátultöltő, majd automata fegyverek megjelenése, repülőgépek és harckocsi, majd helikopter elterjedése stb.) napjainkra egyre jelentősebb.

A nyugati világ katonai stratégiái napjainkban rendkívül artikulált formában hangsúlyozzák a haditechnikai kutatás-fejlesztés szerepét az ellenféllel szembeni folyamatos haditechnikai fölény (minőségi, technológiai és az ebből fakadó információs fölény) fenntartásának fontosságával kapcsolatban. A haditechnikai stratégia napjainkban a korszerű nyugati stratégia egyik önálló elemét képezi.

A Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program célul tűzte ki a haderő haditechnikai korszerűsítését, illetve a magyar hadiipar élénkítését. E célok megvalósítása érdekében a Honvédelmi Minisztérium új haditechnikai kutató-fejlesztő intézetet – az MH Modernizációs Intézetet – állított fel. Létrehozták a hadiiparért felelős kormánybiztosi tisztséget (dr. Maróth Gáspár, a nemzeti védelmi ipari és védelmi célú fejlesztésekért, valamint a haderő-modernizáció koordinálásáért felelős kormánybiztos), és új hadiipari cégek megalapítására, illetve megvásárlására is sor került.

A haditechnikai K+F-tevékenység alapvetően az alábbi lépéseken keresztül valósul meg:

- hadművelési igény megfogalmazása (vezérkar);
- a hadművelési igény lebontása harcászati és műszaki követelményekre (K+F-szervezet);
- döntéshozatal a műszaki követelményeknek megfelelő céltermék rendszerítésének legcélszerűbb útjáról – „fejlesztés, licencgyártás vagy beszerzés”;

³ Csák Tamás Károly: A haditechnikai kutatás-fejlesztés múltja, jelene, helye, szerepe a magyar haderő fejlesztésében, jövőbeli kihívásai a Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program tükrében. *Honvédségi Szemle*, 147. (2019) 3. 125–139.

- tényleges haditechnikai K+F-tevékenység;
- ellenőrző vizsgálatok, csapatpróba, gyártás-technológizálás.

A hazai hadiipar – és az ehhez mindenképpen szükséges haditechnikai kutatás-fejlesztési képesség – fenntartásának előnyei az alkalmazó ország hadereje számára az alábbiak:

- gazdaságosabb lehet a hazai hadiipari termék, amelynek megvásárlásakor az állam hazai ipart támogat;
- számunkra kedvezően specifikus termék, amely részleteiben igazodik a magyar haderő igényeihez;
- ellátásbiztonság: hadiipari kapacitásfenntartás háborús helyzetre, amikor eldugulnak a termék- és szolgáltatásbeszerzési csatornák;
- rugalmasság: a hazai hadiipartól a terméken módosításokat kérhetünk, rugalmas üzemen tartás és javítás hazai bázison, fegyverzet-korszerűsítés lehetősége;
- a hazai hadiipar munkahelyeket teremt, mérnököket termel ki, illetve szinerikus iparfejlesztő hatása van a polgári iparra;
- exportlehetőség: részkitöltő jellegű vagy a konkurenciánál jóval olcsóbb termék kedvező esetben eladható lehet külföldre is.

A haditechnikai K+F jelentős eredményei születtek az utóbbi évtizedekben (Gepárd rombolópuska-család, Rába védett-zárt felépítmény, Gamma Komondor járműcsalád, Bohn Hungary különféle termékei stb.), ami bizonyítja a hazai hadiipar berkeiben zajló kutatás-fejlesztési tevékenység folyamatos működését. Azonban a haditechnikai K+F- működése csak a hazai polgári kutatóhelyekkel (egyetemek, MTA kutatóintézetek, ipar) folytatott együttműködése révén lehet igazán eredményes, de nemzetközi együttműködés nélkül sem lehet hatékony. Ezért tanulmányunkban áttekintjük a haditechnikai kutatás-fejlesztés szervezeti hátterét, illetve e szervezetek kapcsolatát a katonai és a polgári felsőoktatással, illetve a különféle kutatóintézetekkel, az iparral és az alkalmazókkal.

A Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program elsősorban a Magyar Honvédség (MH) haditechnikai modernizálása érdekében valósul meg. Kiemelten fontosak az eszközbeszerzések, legyen szó akár új, akár használt haditechnikai eszközökről. Ugyanakkor kiemelten fontos cél a hazai hadiipar szereplőinek bevonása is a programba, elsősorban annak érdekében, hogy a jelentős erőforrások elköltésének legalább egy része a hazai gazdaságot erősítse, emellett élénküljön a hazai hadiipar (és általában az ipar), növekedjen a védelmi szféra háborús ellátásbiztonsága stb. E tevékenység során mindenképpen adódnak tudományos háttérrel igénylő haditechnikai K+F-feladatok.

Jelen tanulmányban felvetett tudományos probléma az, hogy napjaink korszerű viszonyai között, illetve a Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program 2016-os megindulásától értelmezve adjon választ az alábbi kérdésekre:

- Milyen folyamatokat tartalmaz a haditechnikai kutatás-fejlesztés?
- Mennyiben különül el Magyarországon a hadiipar a polgári ipartól?
- Milyen szervezeti keretei és szabályozása van a haditechnikai kutatás-fejlesztésnek ma Magyarországon?

- Miben különül el a haditechnikai kutatás-fejlesztés a polgári kutatás-fejlesztés folyamataitól?

Tanulmányunk ezekre a kérdésekre keresi a választ, miközben áttekinti a haditechnikai kutatás-fejlesztés területéhez kötődő fogalmakat és folyamatokat. Tanulmányunkban külön figyelmet szentelünk annak a kérdésnek is, hogy egyes résztvevőek (katonai minőségbiztosítás, gyártás-technológizálás, az üzembentartás-elmélet – üzembentartási rendszerek – kimunkálása, katonai szabványügy, műszaki szabályzatfordítás stb.) mennyiben képezték részét a mindenkor haditechnikai kutató-fejlesztő szervezet tevékenységének.

2. A haditechnikai kutatás-fejlesztés fogalmi meghatározása és az azt meghatározó folyamatok

2.1. A kutatás-fejlesztés fogalma általános értelemben

A kutatás-fejlesztés fogalmának meghatározásában a tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról szóló törvény definíciója adhat leginkább támpontot.⁴ Eszerint a kutatás-fejlesztéshez kötődő legfontosabb fogalmak:

- Alapkutatás: felfedező jellegű kísérleti vagy elméleti munka, amelyet elsősorban jelenségek, tapasztalatok és megfigyelések megértéséhez szükséges új ismeretek megszerzésének érdekében folytatnak.
- Alkalmazott kutatás: tervezett kutatás vagy célzott vizsgálat, amelynek célja új ismeretek, tudás és szakértelem megszerzése új termékek, eljárások, technológiák vagy szolgáltatások kifejlesztéséhez, vagy a létező termékek, eljárások vagy szolgáltatások jelentős mértékű továbbfejlesztésének elősegítéséhez.
- Innováció: tudományos, műszaki, szervezési, gazdálkodási, kereskedelmi műveletek összessége, amelyek eredményeként új vagy lényegesen módosított termék, eljárás, szolgáltatás jön létre.
- Kísérleti fejlesztés: a meglévő tudományos, technológiai, üzleti és egyéb vonatkozó ismeretek és szakértelem megszerzése, összesítése, megosztása, alkalmazása és felhasználása új, módosított vagy javított termék, eljárás vagy szolgáltatás terveinek létrehozása vagy megtervezése céljából. Kísérleti fejlesztésnek minősülhetnek:
 - az új termékek, eljárások és szolgáltatások fogalmi meghatározását, megtervezését és dokumentálását célzó tevékenységek;
 - prototípusok elkészítése;
 - termékek, eljárások és szolgáltatások kísérleti gyártása és tesztelése.

⁴ 2014. évi LXXVI. törvény a tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról.

2.2. Az állam és az egyetemek szerepét hangsúlyozó Triple Helix K+F-tudományos modell

Az egyetemek szerepe az innovációk létrehozásának és transzferálásának különböző mozzanataiban kulcsfontosságú a kutatás-fejlesztés szempontjából. A „Triple Helix” (Hármas Spirál) modell egy modern felfogás megjelenítése, amely „a tudomány – a gazdaság – a kormányzat” újszerű munkamegosztásának és koordinált együttműködésének fontosabb dimenzióit és alapelveit foglalja össze. Ennek alapja a szereplők folyamatos kommunikációja. Az elmélet a tudományos fejlődést három erőtevényező (szereplők intézményei) által meghatározott erőterben létrejövő, egymásba fonódó spirálvonalú fejlődésként értelmezi. A közös mozgástereket az együttműködésre alapított közös projektek teremtik meg. A TH-modell elnevezése a három szereplői kör párhuzamos, ám egymásba épülő fejlődési spiráljaira utal, kifejezve a szinergikus kapcsolódások szükségességét. A modell alapján a három szféra összefonódása a tudásalapú gazdaság egyik ismérve; a tudásalapon való szerveződésnél a hálózati kapcsolatokban pozitív visszacsatolásokat feltételezhetünk.

A TH-koncepció néhány alapvető együttműködési színtere és tartalmi követelménye:

- Az egyetemeket és a kutatóintézeteket a tudásteremtés kiemelt forrásaiként kezeli, de gazdasági szerepvállalási kötelezettségüket is előírja.
- A kormányzati szereplők beavatkozásait a tudásteremtés ösztönzése és a tudástranszferek intenzifikálása érdekében tett erőfeszítéseik alapján értékeli. Az együttműködés e gazdaságpolitikai síkjában megvalósuló aktivitásokat a tudásalapú gazdaságfejlesztés nélkülözhetetlen eszközeiként jeleníti meg. Kiemeli, hogy a decentralizációnak, a lokális forrásallokációnak az eredményesség szempontjából e folyamatokban döntő szerepe van.
- A hálózati együttműködés és ennek keretében történő szakosodás (klaszterizáció) a szereplők újszerű együttműködését kívánja meg (partneri megközelítés).
- Az elkövetkező évtizedben a tudásalapú iparágak és vállalatok hálózati rendszereiket úgy fogják fejleszteni, hogy a tudáscentrumok irányába mozdulnak el. Ezekre a termelés és az innováció összefonódása és a gerjesztett szervezeti tanulási akciók jellemzők. A tudáscentrumok létrehozásánál tudatosan törekedni kellene a sokszínű és jól diverzifikálható tevékenység, struktúra, illetve infrastruktúra kialakítására, ötvözve a tudományos parkok, a technológiai transzferintézmények, a technopoliszok, a kompetencia- (kiválósági) központok, az inkubátorházak és a vállalkozói parkok előnyeit és szolgáltatásstruktúráját.

2.3. A haditechnikai kutatás-fejlesztés fogalma

Prof. Dr. Kármán Tódor, az Osztrák–Magyar Monarchia haderejének fejlesztő-hadmérnöke, a 20. századi repülés- és rakétatechnika egyik legjelentősebb mérnök-konstruktőre és elméleti szakembere, az Egyesült Államok hadiipari programjainak koordinátora, a NATO Kutatási és Technológiafejlesztési Szervezetének alapítója. Kármán professzor 1952-ben alapította a Repülésügyi Kutatási és Fejlesztési Tanácsadó Csoportot – a NATO

RTO/STO elődjét. Dr. Kármán Tódor professzor a tudomány, az ipar és haderő összekötő szerepéről a következőt vallotta: „A tudományos eredményeket nem lesznek képesek hatékonyan alkalmazni az olyan katonák, akik nem értik azokat, és a tudósok nem lesznek képesek a hadviselésben alkalmazható eredmények elérésére, a hadműveletekre vonatkozó ismeretek hiányában.”⁵

Tehát hiába létezik önálló elemként az ipar és a hadiipar, illetve a polgári egyetemek, továbbá a haderő, ezek nem értik egymás fogalmait, tehát olyan katonai K+F- fejlesztő intézet (tudományos kutatóhely) kell, amely összeköti a haderőt, a tudományos szférát és a hadiipart. Kármán definíciójából kibontható, hogy szükség van olyan intézményi háttérre, amely:

- képes nyomon követni a műszaki-tudományos fejlődést;
- képes nyomon követni a haditechnikai eszközökben bekövetkező fejlődést, és ezek alapján képes bizonyos prognózisok felállítására;
- ismeri a katonai szervezetek alkalmazásának harcászati-hadművelési kérdéseit;
- ismeri a hazai ipar katonai felhasználhatóságának lehetőségeit;
- ismeri a hazai egyetemek és kutatóintézetek haditechnikai K+F-képességeit;
- ismeri a stratégiaileg fontos országok hadiiparának főbb aspektusait és fejlesztési irányait.

Mindezen képességek alapján a nevezett katonai műszaki (Haditechnikai) intézet képes:⁶

- K+F-tevékenység során katonai követelmények megfogalmazására, figyelembe véve a katonai követelményeket és a hazai iparpolitika elvárásait;
- K+F-tevékenység megindítására és ehhez a megfelelő partnerek kiválasztására;
- K+F-tevékenység koordinálására;
- gyártási folyamatok bizonyos szintű koordinálására;
- K+F-tevékenységben való részvételre;
- haditechnikai tudásbázist szolgáltatni a katonai és az állami (ipari) vezetés részére.

A Hadtudományi lexikon szerint a

„*haditechnikai K+F-a* fegyveres erők állományába sorolt olyan *eszközök kutatása-fejlesztése*, amelyek a *fegyveres küzdelem megvívására* és biztosítására, valamint a *személyi állomány és a technikai eszközök kiszolgálására* hivatottak. Magába foglalja mindazokat a termékeket, módszereket, eljárásokat, technológiákat, amelyek előállítása, fejlesztése, valamint alkalmazásuk technikai kérdéseinek feltárása révén kihatással van az egyén vagy a társadalom általános nemzetbiztonsági helyzetére”.⁷ (Az idézetben a kiemelések: a szerzőktől.)

⁵ Jan Van der Blik (szerk.): *The AGARD History, 1952–1997*. The NATO Research and Technology Organization, 1999. 1.

⁶ Hajdú Ferenc – Sárhidai Gyula: *A Magyar királyi honvéd Haditechnikai Intézettől a HM Technológiai Hivatalig*. Budapest, HM Technológiai Hivatal, 2005.

⁷ Szabó József (szerk.): *Hadtudományi lexikon*. Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 1995. I. kötet, 457.

A definíció felhívja a figyelmet arra, hogy a közvetlenül a harc megvívását szolgáló eszközök (harckocsi, harcirepülőgép- és helikopter, tüzérségi eszköz és kézfegyver stb.) mellett az ezek üzemeltetését biztosító eszközök (tehergépkocsi, üzemanyagos- és műhelygépkocsi stb.) és a személyi állomány kiszolgálására hivatott eszközök (tábori mozgókonyha, tábori sütőde, tábori áramellátó rendszerek, tábori kórház stb.) is a haditechnikai kutatás-fejlesztés körébe tartoznak.

A Honvédelmi Minisztérium Technológiai Hivatal – mint haditechnikai kutató-fejlesztő intézet – definíciója szerint a haditechnikai kutatás-fejlesztés: „Olyan előre tervezett, átfogó műszaki-gazdasági-tudományos tevékenység, amely a célul kitűzött hadfelszerelési anyag, technológia és szellemi termék kifejlesztésére, korszerűsítésére, illetve az ezeket megalapozó kutatási feladat megoldására irányul.”⁸

Haditechnikai K+F-tevékenység alatt az ezredforduló után – szakállamtitkári szinten – az alábbiakat értette a Honvédelmi Minisztérium:

„[Haditechnikai] kutatás-fejlesztési tevékenységnek minősül:
 a haditechnika területén alap- és alkalmazott kutatások, gyártmányfejlesztés,
 alkalmazhatósági vizsgálatok végzése, szervezése, irányítása, koordinálása;
 a HM által igényelt új eszközök kifejlesztése, meglévő eszközök, rendszerek korszerűsítése, továbbfejlesztése;
 a HM által beszerzésre tervezett eszközminták haditechnikai alkalmazhatóságának vizsgálata;
 a mindenkori élvonalbeli technológiák, anyagok megismerése, alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata, az újdonság erejű eszközök, módszerek tanulmányozása;
 a két- vagy többoldalú nemzetközi együttműködésben vállalt, vezetési és haditechnikai korszerűsítéssel kapcsolatos feladatok végzése;
 olyan eszközök, rendszerek kifejlesztésében való részvétel, amelyek az MH vagy a fegyveres testületek technikai színvonalát hosszabb távon emelik.”⁹

2.4. A védelmi kutatás-fejlesztés intézményesítésének szervezeti modelljei

A védelmi kutatás-fejlesztés intézményesítésének szervezeti modelljeit legutóbb az NKE SVKI (Stratégiai Védelmi Kutatóintézet) szakemberei vizsgálták hazánkban, szervezetimodell-kategorizálásunkat elsősorban az általuk felvetett szempontok és adatok alapján készítettük.¹⁰ A kutatók rávilágítottak arra, hogy a haditechnikai kutatás-fejlesztés intézményesítése és működtetési mechanizmusa – a megrendelői és a piaci/szolgáltató oldal közötti kapcsolat jellege – alapjaiban határozza meg, hogy milyen hatékonysággal működik az egész rendszer. Az intézményesített kapcsolatokat rendszerszintű vizsgálata több szervezeti dimenzió mentén végezhető, annak függvényében, hogy a védelmi kutatás-fejlesztést koordináló szervezet:

⁸ A Honvédelmi Minisztérium Technológiai Hivatal ME-730 eljárási dokumentuma alapján.

⁹ A HM védelmi tervezési és infrastrukturális szakállamtitkárnak 6/2008. (HK 4.) HM VTI SZÁT intézkedése a termelői és fogyasztói logisztikai rendszer szakirányításáról, valamint a logisztikai gazdálkodásról, 266.

¹⁰ Csiki Tamás – Tálas Péter: A védelmi beszerzés és kutatás-fejlesztés kapcsolata a védelmi tervezés rendszerében. *Nemzet és Biztonság*, 6. (2013), 3–4. 107–142.

- védelmi minisztériumokon belül vagy önállóan, azon kívül helyezkedik el;
- ha katonai szervezet, a védelmi beszerzési szervezet felügyelete alá tartozik-e vagy sem;
- teljes mértékben állami, illetve részben vagy egészben polgári/magántulajdonban van-e;
- fő profilja kifejezetten a védelmi célú K+F, vagy a polgári kutatásokat egészítik ki védelmi/katonai kutatásokkal;
- a kutatás-fejlesztést megrendelő állam teljes spektrumú, jelentős hadiiparral rendelkezik, és jelentős összeget költ a védelmi szférára, vagy kisebb államról van szó részképességeken alapuló hadiiparral.

A felsorolt lehetőségek szerint négy fontosabb modellt különböztethetünk meg:

- A védelmi kutatás-szervezés erősen kötődik a védelmi minisztériumokhoz, akár azokon belül kialakított szervezet keretében folyik: Egyesült Államok, Németország, Franciaország, Olaszország, Spanyolország. Ebben a modellben csak kisebb haditechnikai kutatás-fejlesztési kapacitásokat szerveznek ki. A védelmi kutatás-fejlesztést jellemzően katonai K+F-szervezetek végzik, és ezek gyakran a védelmi beszerzési szervezetek felügyelete alá tartoznak (Németország, Franciaország, Egyesült Államok), szervesen integrálódva a védelmi minisztériumokba. Fontos kiemelni, hogy ez a modell „teszi lehetővé a legszorosabb kapcsolatot a védelmi technológiai igények azonosítása és azok fejlesztés általi kielégítése között, továbbá így marad meg a legnagyobb függetlenség a civil szférától, azaz nagyobb mértékben megőrizhető a stratégiai függetlenség”.¹¹ Ez a modell lehetővé teszi, hogy a fejlesztések és beszerzések direkt kontrolljával a haderő optimális szinten tartsa a polgári hadiipar profitmaximalizálási törekvéseit, ugyanakkor az ilyen módon fenntartott haditechnikai kutató-fejlesztő szervezet fenntartása – összevetve a többi modellel – költséges. Az ezt alkalmazó államok rendszerint nagyhatalmi törekvéseket fogalmazznak meg stratégiájukban, haderejük minden haderőnemben – gyakran az atomtűzterén is – képviseli magát.
- A kutatás-fejlesztés növekvő mértékű kiszervezése a polgári fejlesztési források bevonásával: Nagy-Britannia és a skandináv országok (Norvégia, Svédország), illetve Hollandia követik. Ez egyúttal egyfajta „ügynökség-modell”, ahol a védelmi kutatás-fejlesztést a védelmi minisztériumokkal együttműködő, de szervezetileg elkülönülő K+F-szervezetek (ügynökségek) végzik. Az ügynökségek távolabb helyezkednek el a védelmi tervezési mechanizmustól, ami nagyobb működési szabadságot biztosít, és nagyobb mértékben lehetővé teszi a civil szférával folytatott együttműködést. Ez a modell költségkímélőbb jellegű az előzőnél az alkalmazó állam számára, rendszerint olyan középhatalmak alkalmazzák, amelyek egy-egy szegmensben (például Svédország – repülőipar) exportképes hadiipari képességgel rendelkeznek.
- Államilag finanszírozott vállalati és egyetemi kutatási modell: a védelmi kutatás-fejlesztést állami megrendelések mentén szervezik ki állami cégeknek

¹¹ Csiki-Tólas (2013): i. m.

és olyan felsőoktatási intézményeknek, amelyek egyben magas szintű kutatás-fejlesztési tevékenységet is képesek végezni (kutatóegyetemek). Ez esetben a civil és védelmi kutatások funkcionálisan nem különülnek el, de fennmarad bizonyos mértékű közvetett állami felügyelet (Belgium, Csehország, Finnország, Portugália, Ausztria, Írország, Szlovákia, Szlovénia). „Ezt a modellt olyan, volumenében korlátozottabb kutatás-fejlesztési tevékenységet folytató országok alkalmazzák, amelyek rendelkeznek bizonyos védelmi ipari kapacitással is, és a védelmi szektor egyes technológiai igényeit is képesek részben vagy egészében önállóan kielégíteni.”¹² Jellemzően olyan gazdasági-ipari kategóriába tartozó államok alkalmazzák ezt a modellt, mint hazánk.

- Egyetemi modell: a védelmi kutatás-fejlesztést katonai felsőoktatási intézmények végzik olyan kis országok esetében (Litvánia, Lettország, Ciprus, Málta), amelyek volumenében nem képesek komplex kutatások végrehajtására, és a jelentős haditechnikai fejlesztésekhez szükséges védelmi ipari kapacitással sem rendelkeznek, azonban egy-egy kiválasztott, tudásintenzív területen igyekeznek világszínvonalú kutatást végezni (például Észtország – kibervédelem). Ennek kedvez az egyetemi közeg, amelyben a nemzetközi kutatói közösség tagjai és a civil K+F-szervezetek képviselői is találkozhatnak.¹³

3. A haditechnikai kutatás-fejlesztés és a hadiipar viszonya és együttműködése

3.1. Különbségek ipar és hadiipar, illetve a polgári és a haditechnikai kutatás-fejlesztés között

A haditechnikai kutatás-fejlesztés olyan célirányos tudományos tevékenység, amely védelmi célú ipari termék (haditechnikai eszköz) előállítására irányul. A megrendelő, egyúttal alkalmazó nemzeti szinten az adott állam hadereje, amely az új haditechnikai eszközzel kapcsolatos követelményeket a nemzeti katonai stratégiával, illetve katonai doktrínával összhangban fogalmazza meg. Fontos hogy a gyártó (hadiipari cég) szervezeti keretei között is meg kell valósítani a haditechnikai kutatás-fejlesztés egyes részfolyamatait (prototípusgyártás, labormérések és teszt pályakísérletek stb.), azonban a hadiipar önállóan nem képes a teljes haditechnikai kutatás-fejlesztési folyamat komplex szakmai menedzselésére. Ez olyan tudományos kutatóműhelyek szervezett együttműködését igényli, mint az adott haderő vezérkara (egyebek mellett a haderő tudományos tevékenységének irányításáért felelős szervezet) és a haderő haditechnikai kutató-fejlesztő intézete (harcászati-műszaki követelmények megadása, katonai szabványok betartatása, katonai minőségbiztosítási követelmények érvényesítése, katonai szabadalom- és műszakidokumentum-kezelés

¹² Csiki-Tálas (2013): i. m.

¹³ Rudolf Urban – Martin Macko: Place and Role of the Defense Science in the Czech Research and Development System. *Војно Дело*, (2011). 59–65.

stb.), másfelől a (polgári és katonai) felsőoktatási-egyetemi szféra szoros együttműködése (alapkutatások, és azok legújabb eredményeinek hasznosítása).¹⁴ Habár a hadiipar működése szorosan kötődik a polgári iparhoz, mégis számos ponton élesen elkülönül attól, mivel a haditechnikai eszköz létrehozása során gyökeresen eltérő elveket (konstrukciós elvek, követelmények, szabványok stb.) érvényesítenek. Amíg a polgári termékek létrehozásakor a mérnökök 1924-től (izzók élettartamának iparági kartellszintű szabályozása) konzekvensen követik a tervezett elavulás konstrukciós elveit (minden részegységre és alkatrészre kiterjedő, jellemzően az elérhető maximum felét-harmadát kitevő tervezett élettartam), addig a haditechnikai eszköz esetében a katona túlélését a harc megvívásának sikerességét garantáló alapvető elv a maximális megbízhatóság és a polgári eszközökhöz képest (a háborús időszakot leszámítva) rendkívül hosszú üzemidő.¹⁵ Ezek ellentétes elvek. A haditechnikai eszközökön alkalmazott konstrukciós elvek (megbízhatóság érdekében alkalmazott egyszerűség, ugyanakkor redundáns rendszerek alkalmazása duplikálással vagy triplikálással a megbízhatóság növelése érdekében stb.) abszolút idegenek a polgári technikai eszközök konstruálása során – kivéve olyan speciális területeket, mint a repülés vagy az űrhajózás. Ellenben a haditechnikai eszközök konstrukciós elvei közül teljes mértékben hiányoznak az olyan polgári életben piaci szempontból létfontosságú elvek, mint a design, a formatervezés vagy az idényjellegű divat követése. Jellemzően eltérők a gyártási darabszámokra vonatkozó adatok is, mivel a haditechnikai eszközök legyártott mennyisége rendszerint a töredéke a polgári tömeggyártásban mutatkozó mennyiségeknek, ennek következtében gyökeresen más jellegű gyártástechnológia valósul meg a polgári és a katonai ipar esetében. (Kivétel ez alól: nagy darabszámú lőszergyártás.) A polgári és a haditechnikai eszközök viszonylatában tehát az alapvető különbség a felhasználás formájából adódó teljesen más követelmények, szabványok léte is (például extrém magas, illetve extrém alacsony környezeti hőmérséklet, por, homok és szennyeződés, illetve rezgés elviselésére vonatkozó követelmények, ergonómia, összetett felhasználási körülmények, extrém hatások [lőszer, robbanóanyag] stb.), ami piaci viszonyok között nem rentábilis termék létrejöttét eredményezi. A haditechnikai eszköz gyártása piaci értelemben tehát rendszerint messze nem rentábilis, az állam mégis – akár mesterségesen, jelentős ráfizetéssel is – fenntart egyes hadiipari kapacitásokat – a háborús ellátásbiztonság megteremtése érdekében. (Természetesen kedvező, ha az állam és a hadiipar szakkiállítások szervezésével, a termékek magas színvonalának fenntartásával, a szabadalmak védelmével stb. olyan piaci környezetet teremt a hadiipar számára, amelyben az exportorientált termeléssel képes növelni saját rentabilitását.) Habár a haditechnikai eszköz – a megbízhatóság követelményeinek figyelembevételével – rendszerint a konstrukciós egyszerűség megvalósítására törekszik, szerkezetébe mégis olyan high-tech elemeket vonnak be (szenzorok, számítástechnika, automatika, lokátortechnika, korszerű anyagok stb.), amelyek a haditechnikai eszköz klasszikus értelemben vett tömeggyártását

¹⁴ Gávay György et al.: A kutatás-fejlesztés szerepe és hatása az oktatásra az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén. *Hadmérnök*, 12. (2017), 4. 26–33.

¹⁵ Gávay György – Kende György: A hadfelszerelések életciklusával kapcsolatos fogalmak elemzése a fontosabb magyar és angol nyelvű kifejezések megfeleltetése. *Hadmérnök*, 9. (2014), 3. 267–273.

(futószalagrendszer, magas darabszám, nagy fokú robotizálás) eleve ellehetetleníti. A haditechnikai eszköz egyes elemei és elvei (például robbanóanyagok, ballisztika, vegyifegyver-fejlesztés és -védelem, páncéltartógyártás stb.) olyan tudomány-részterületeket képviselnek, amelyek a polgári életben gyakorlatilag egyáltalán nem lelhetők fel. A haditechnikai eszköz harcászati-műszaki követelményrendszerének egyes elemei (például harci túlélőképesség, álcázás, illetve lopakodóképesség stb.) olyan fogalmak, amelyek a polgári mérnöki gyakorlatban és mérnöki tudományokban értelmezhetetlenek. Mindez önálló tudományos kutatóintézeti és képzési szervezeti háttér fenntartását teszi szükségesé. A felsorolt tényezők jelentős mértékben elkülönítik a katonai-műszaki tudományterületet és a haditechnika kutatás-fejlesztés folyamatát a polgári műszaki tudományoktól és a polgári ipartól, ami önálló intézeti, felsőoktatási és akadémiai szegmensek működtetését követeli meg az államtól.

3.2. A haditechnikai K+F együttműködése a polgári felsőoktatással és iparral, illetve a kapcsolódási pontok kialakítása: hadmérnökök, katonai minőségbiztosítási szakemberek iránti igény

A haditechnikai kutatás-fejlesztés és a katonai-műszaki tudományterület tehát a műszaki tudományok egy speciális tulajdonságokkal rendelkező része. Ugyanakkor nem az elkülönülés a cél, hanem az állami szereplők és a magántulajdonú hadiipar koordinált együttműködése, az elégséges technológiai szint elérése érdekében. A haditechnikai kutató-fejlesztő intézetnek ezért fontos feladata a haditechnikai kutatás-fejlesztés folyamata során, hogy kapcsolatot tartson az ipar jellemzően magántulajdonban lévő, de hadiipari kapacitásokkal rendelkező elemeivel. E folyamatban olyan szereplőkre (kutatókra, menedzserekre, oktatókra) van tehát szükség, akik egyaránt rendelkeznek megfelelő szintű katonai és műszaki ismeretekkel, valamint egyes funkciókban tudományos fokozattal és kutatói tapasztalattal.

A direkt értelemben vett katonai-műszaki képzésnek (egyetemi képzés, doktori iskola stb.) azonban vannak nélkülözhetetlen „segédtudományai” is. Az állami megrendelő, a haderő termékkel (haditechnikai eszközzel) kapcsolatos igényei és követelményei (harcászati-műszaki követelmények maximális érvényesítése, alacsony beszerzési ár és kedvező árú üzemben tartási logisztikai költségek mellett, megbízhatóság stb.) gyakran ellentétesek a polgári tulajdonban lévő hadiipari cégek érdekeivel (profitmaximalizálás, magas beszerzési ár, logisztika és üzemben tartás jelentős részének célszerűen rentábilis kézben tartása a gyártó részéről). Ennek az érdeellentétnek a kompromisszumos menedzselése, folyamatoptimalizálása céljából az alkalmazó állam védelmi szférája gyakran hoz létre részben állami tulajdonú hadiipari gyártó- és javító kapacitásokat. Ezek lehetnek katonai javítóüzemek, katonai átvételi szervezetek saját laborkapacitással, katonai minőségbiztosítási szervezetek és részben állami tulajdonban lévő hadiipari cégek. Mindez azonban aktív katonai tapasztalattal és gyakorlattal rendelkező mérnökök és minőségbiztosítási szakemberek létezését feltételezi.

3.3. A haditechnikai kutató-fejlesztő szervezet szerepe a hadiipar rentábilitásának növelésében: a hadiipar szinergikus iparélénkítő hatása

Mindez átvezet annak a területnek a vizsgálatára, hogy mennyiben rentábilis az állam számára a hadiipar? Egyáltalán miért kell nemzeti szinten fenntartani? Ha nem rentábilis, mennyiben tehető rentábilissá a haditechnikai kutatás-fejlesztés eszközeivel? A korábban említett állami szintű mesterséges hadiipari kapacitásfenntartás ugyanis az állam háborús túlélési képessége és autonómiája érdekében fontos a – legalább az alapvető hadfelszerelések (kézifegyver, egyenruha és egyéni védőfelszerelés, katonai terepjáró gépjármű) előállítására képes – nemzeti hadiipar fenntartása. Ez a háborús ellátásbiztonság elvének megvalósítása, amely az állami költségvetést terhelő megkerülhetetlen kényszer.

Ugyanakkor fontos leszögezni azt is, hogy a hadiiparba és a haditechnikai kutatás-fejlesztésbe befektetett állami erőforrások – a polgári iparban megjelenő csúcstechnológia, illetve magas technológiai színvonalú gyártó- és mérnöki képességek következtében – olyan szinergikus iparélénkítő hatást válthatnak ki, amely maga után vonja a polgári ipar dinamikus fejlődését. A szinergikus hatás – rendkívül általános megfogalmazásban, de a fő irányt tekintve helyesen – úgy fogalmazható meg, hogy a hadiiparra és a haditechnikai kutatás-fejlesztésre fordított költségvetési összegek legalább egy nagyságrenddel nagyobb gazdaságélénkítést (technológiai színvonal-növekedést, forgalom- és adóbevétel-növekedést, munkahelyeket, exportképesség-növekedést stb.) eredményeznek a polgári ipar szférájában. Megéri tehát haditechnikai kutató-fejlesztő intézeteket fenntartania az államnak, amely – egy-egy haditechnikai eszköz kifejlesztése céljából – szerződéseket köt a hadiipar szereplőivel, ezt közös szabadalmak és közösen tesztelt prototípus követi, majd siker esetén következik a sorozatgyártás és az állami megrendelés.

3.4. A haditechnikai kutató-fejlesztő szervezet partnere az ipar, amelynek korszakoként más szintjén jelenik meg az innováció

Történetileg a szervezett hadiipar kezdeteit Gusztáv Adolf szabványosítási folyamatai, a Carnot-lövegek hőtani folyamataira vonatkozó számításai, a gőzgépgyártást lehetővé tevő ágyúfűrés technológiájának megjelenése, illetve szervezetileg a tüzérségi szertárak és a haditengerészetek arzenáljai és a napóleoni háborúk brit vitorlášhajó és huzagoltpuska „tömeg-gyártása” jelentik.¹⁶ Intézeti szinten a haditechnikai kutatás-fejlesztés első korszerű szervezeti reprezentánsa a porosz hadiipar árnyékában felnövő porosz, majd német kutatóintézeti háttér, amelyet az osztrák–magyar, illetve az orosz és szovjet haderő egyaránt átvett. (Ebben a modellben tevékenykedett repülőmérnökként 1916–1918 között maga Kármán Tódor is, majd a két háború között német intézetekben folytatta munkásságát.) A klasszikus hadiipar – amely ennek az európai intézeti háttérnek a megjelenését lehetővé tette – a Krupp ágyúgyár

¹⁶ Bán Attila: *A műszaki-technikai fejlődés hatása a hazai használatú tüzérségi eszközök fejlődésére*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, NKE KMDI, 2016.

és a Thyssen-konzern társszervezeteként jött létre a német egyetemekkel együttműködve a 19. század derekán. A sikeres porosz modellre épült az európai haditechnikai K+F, mivel az 1870 körül felfutó német acél- és szénttermelés, a robbanásszerű iparosodás, a hátultöltő puska, a Krupp ágyú, vasút alkalmazása, a flottaépítés stb. mögött sikeres intézeti háttér állt, ami később, a II. világháborúban sem volt eredménytelen (rakétatechnika, gázturbina, robotrepülőgép, Enigma-titkosító, kónikus löveg stb.). Vajon csak az óriáscégek kiváltsága a haditechnikai kutatás-fejlesztés? Vagy – különös tekintettel a fejlesztés sebességére – szerephez jutnak a kisebb cégek is? Ez korszakonként változó. Krupp fénykorában,

„[a]z acél és nehézipar korában a független feltalálóknak és kisméretű cégeknek köszönhetően az innováció elsősorban a vállalatokon kívül zajlott. Az *automobil* és az *olaj* korában viszont a nagyvállalatok törekedni kezdtek a termékfejlesztési folyamat irányítására. Ennek érdekében az innovációt és a fejlesztést bevonták a vállalatba, vállalati kutatási és fejlesztési (K+F) részlegeket hoztak létre, amelyek az elmúlt évszázad közepére átvették a feltalálók, vállalkozók helyét. Ebben az időszakban elsősorban a vállalati K+F-laborok szabták meg a fejlesztés ütemét. A legtöbb bürokratikus szervezet ezt az elvet követi manapság is, az ezredfordulón azonban az információtechnológia és telekommunikáció korában a kockázati tőke által finanszírozott startupok kezdték elárasztani a piacot, így a vállalati K+F-csoportok, amelyek az előző ötven évben sikeresnek bizonyultak, hirtelen azzal szembesültek, hogy a hagyományosan sikeresnek tekinthető módszerek többé nem működtek. Történelmi viszonylatban a vállalati K+F-csoportok nagy gyakorlatra tettek szert abban, hogy elemezzék versenytársaikat, a trendeket, az új technológiákat és a vállalat üzletmenetére radikálisan ható tényezőket, megbízásuk azonban arra szolgált, hogy figyeljék a látóhatárt. Így a vállalati K+F-az új technológiai ciklus és a startup vállalkozások helyett a legutóbbi technológiai ciklusra és azok meglévő képviselőire fordították elsősorban a figyelmüket, és egyre többször elmulasztották a negyedik ipari forradalomban kínálkozó forradalmi lehetőségeket. [...] a startup vállalkozások [...] sokkal agilisabban és rugalmasabban közelítik meg a problémákat és a *nagyvállalatok tervezésén alapuló rendszerei egyszerűen képtelenek követni ezt a tempót*. A vállalati kockázati tőke átfutási ideje, az általunk jelenleg alkalmazott beszerzési módszerek és szabályzók túl hosszúnak bizonyulnak ahhoz, hogy reagálni tudjanak a változásokra és kifizetődők legyenek”.¹⁷ (Az idézetben a kiemelések: a szerzőktől.)

Általában a kutatás-fejlesztést – de különösen a haditechnikai kutatás-fejlesztést – versenykényszer uralja, amelynek kulcseleme az idő. A fejlesztési ciklust gyorsítani kell. Hiszen nem szerencsés, ha az, amit a haditechnikai kutató-fejlesztő szervezet egy projekt során kifejleszt, a gyártás, a csapatpróba és a rendszerítés idejére már elavult; ha ilyen módon technológiai hátrányba kerül az ellenfél haditechnikai eszközével szemben; ha ennek következtében a termék a fegyverpiacon már eladhatatlan. Mivel a haditechnikai eszközök fejlődésének üteme az ezredfordulót követően jelentős mértékben felgyorsult, fontos hangsúlyozni azt is, hogy a haditechnikai kutatás-fejlesztést végző állami szervezetnek rendkívül szoros tudományos-szakmai kapcsolatot

¹⁷ Porkoláb Imre: Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózis a stratégiaelméletek tükrében. *Haditechnika*, 53. (2019), 1. 2.

kell fenntartania egyfelől a polgári felsőoktatással, másfelől azokkal a dinamikusan fejlődő mikrocégekkel (egyetem közeli projektcégek, startupok, inkubátorházak, ipari parkok), amelyek a legújabb tudományos eredmények ipari megjelenítésének legfontosabb, és ami még lényegesebb, leggyorsabb szereplői. Ennek következtében 2019-ben hazánkban a fegyverzeti igazgató kutatás-fejlesztésért felelős helyettese rámutatott arra, hogy a hazai haditechnikai kutatás-fejlesztés szervezeti átalakítása során „újra strukturált szervezetet és olyan központokat kell létrehozni, amelyek biztosítják a képességfejlesztések összekapcsolását a startup-ökoszisztémával hiszen szükség van a hazai ipar – kkv-k és start-upvállalkozások – bevonására a védelmi ipari fejlesztésekbe”.¹⁸ A magyar haditechnikai kutatás-fejlesztés jövőjét – a klasszikus hadiipari cégekkel való kapcsolattartás mellett – a startupok felé nyitás fogja jellemezni.

4. Összegzés és következtetések

A védelmi kutatás-fejlesztés intézményesítésének szervezeti modelljei tekintetében megállapítható, hogy Magyarország – amely haderejének haditechnikai fejlesztési irányait 1867–1918 között az határozta meg, hogy az Osztrák–Magyar Monarchia (egy haditengerészettel is rendelkező klasszikus nagyhatalom) része volt – egészen a rendszerváltásig azt a porosz-német modellt alkalmazta, amelyben „a védelmi-kutatás-szervezés erősen kötődik a védelmi minisztériumokhoz, akár azokon belül kialakított szervezet keretében folyik”.¹⁹ Napjainkra viszont inkább közelebb állhat hazánk haditechnikai kutatás-fejlesztéséhez az „államilag finanszírozott vállalati és egyetemi kutatási modell” és az „egyetemi modell”, amelyeket a hozzánk hasonló méretű államok alkalmaznak.²⁰ Ehhez erős egyetemi szféra fenntartása szükséges.

Emellett megállapítható, hogy:

- a hazai haditechnikai K+F-és a magyar hadiipar fenntartásának létjogosultsága – a háborús ellátásbiztonság elve és a hadiipar szinergikus hatása miatt – megkérdőjelezhetetlen;
- a Kármán Tódor professzor által felvetett összefüggés – amely szerint szükséges egy, a tudomány, az ipar és a haderő összekötésének céljára létrehozott önálló tudományos kutatóintézeti (és felsőoktatási) háttér – ma is igaz;
- a Triple Helix K+F-tudományos modell az állam és az egyetemek szerepét hangsúlyozza, illetve a kutatóintézeteket a tudásteremtés kiemelt forrásai-ként kezeli;
- a hatékony haditechnikai K+F-működtetéséhez alapvető fontosságú a katonai-műszaki képzés szükségessége;
- a védelmi kutatás-fejlesztés intézményesítésének négyes felosztású szervezeti modellje (NKE SVKI) közül kiemelendő az, ahol a védelmikutatás-szervezés erősen kötődik a védelmi minisztériumokhoz, vagy katonai K+F-szervezetek végzik, és ezek gyakran a védelmi beszerzési szervezetek felügyelete alá

¹⁸ Porkoláb (2019): i. m.

¹⁹ Csiki-Tálas (2013): i. m.

²⁰ Kende György – Seres György: *Haditechnikai kutatás-fejlesztés*. Egyetemi jegyzet. Budapest, ZMNE, 2004. 213.

tartoznak, vagy az egyetemi modell, ahol a védelmi kutatás-fejlesztést katonai felsőoktatási intézmények végzik;

- ezek a szervezeti elemek – például a katonai minőségbiztosítás – gyakrabban képezték a haditechnikai kutató-fejlesztő szervezet részét az utóbbi évszázadban, mint önálló elemet;
- a haditechnikai kutatás-fejlesztés szereplői napjainkra legalább annyira a startupok, mint a nagy múltú hadiipari nagyvállalatok. A magyar haditechnikai kutatás-fejlesztés jövőjét – a klasszikus hadiipari cégekkel való kapcsolattartás mellett – a startupok felé nyitás fogja jellemezni.

Felhasznált irodalom

- Bán Attila: *A műszaki-technikai fejlődés hatása a hazai használatú tüzérségi eszközök fejlődésére*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem KMDI, 2016. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2018.031>
- Csák Tamás Károly: A haditechnikai kutatás-fejlesztés múltja, jelene, helye, szerepe a magyar haderő fejlesztésében, jövőbeli kihívásai a Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program tükrében. *Honvédségi Szemle*, 147. (2019), 3. 125–139. Online: <http://real.mtak.hu/id/eprint/125211>
- Csiki Tamás – Tálás Péter: A védelmi beszerzés és kutatás-fejlesztés kapcsolata a védelmi tervezés rendszerében – nemzetközi tapasztalatok. *Nemzet és Biztonság*, 6. (2013), 3–4. 107–142. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/neb/article/view/4309/3518>
- Gávay György – Gyarmati József – Hegedűs Ernő – Vég Róbert László: A kutatás-fejlesztés szerepe és hatása az oktatásra az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén. *Hadmérnök*, 12. (2017), 4. 26–33. Online: http://hadmernok.hu/174_03_gavay.pdf
- Gávay György – Kende György: A hadfelszerelések életciklusával kapcsolatos fogalmak elemzése a fontosabb magyar és angol nyelvű kifejezések megfeleltetése. *Hadmérnök*, 9. (2014), 3. 267–273. Online: http://hadmernok.hu/143_21_gavaygy.pdf
- Hajdú Ferenc – Sárhídi Gyula (szerk.): *A Magyar királyi honvéd Haditechnikai Intézettől a HM Technológiai Hivatalig*. Budapest, HM Technológiai Hivatal, 2005.
- HM TH Eljárási dokumentuma. *ME-730 Hadfelszerelési anyag élettartam menedzselése kapcsán jelentkező K+F-tevékenységek*. 2005. december 1.
- Kende György – Seres György: *Haditechnikai kutatás-fejlesztés*. Egyetemi jegyzet. Budapest, ZMNE, 2004.
- Porkoláb Imre: Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében. *Haditechnika*, 53. (2019), 1. 2–8. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.1.01>
- Szabó József (szerk.): *Hadtudományi lexikon*. Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 1995.
- Urban, Rudolf – Martin Macko: Place and Role of the Defense Science in the Czech Research and Development System. *Војно Дело*, (2011). 59–65. Online: www.vojnodelo.mod.gov.rs/pdf_clanci/vojnodelo360/vd-360-2011-63-2-7-Urban-Macko.pdf

Van der Blik, Jan (szerk.): *The AGARD History, 1952–1997*. The NATO Research and Technology Organization, 1999.

Jogi források

2014. évi LXXVI. törvény a tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról
A HM védelmi tervezési és infrastrukturális szakállamtitkárnak 6/2008. (HK 4.) HM
VTI SZÁT intézkedése a termelői és fogyasztói logisztikai rendszer szakirányítá-
sáról, valamint a logisztikai gazdálkodásról

Lévai Zsolt¹ 

A katonai-védelmi követelmények érvényesülésének vizsgálata a 142-es számú Budapest– Lajosmizse–Kecskemét-vasútvonal tervezett fejlesztése kapcsán²

Investigation of the Validation of Military Defence
Requirements in Connection with the Planned
Development of the Budapest–Lajosmizse–
Kecskemét Railway Line Nr. 142

A vasúti közlekedési rendszer egy ország gazdasági és társadalmi életének szerves része. Megfelelő működésükhöz szükséges, hogy a pályák állapota és a vasúti szolgáltatások minősége elérje a kor megfelelő műszaki színvonalát. Különösen igaz ez az ország legnagyobb városához kötődő vonalakra. A Budapestre vezető vasútvonalak felújítása az utóbbi években elkezdődött. A soron következő pályarekonstrukciók egyike a Budapestet Kecskeméttel összekötő 142-es vonal felújítása, amelynek terveit a Budapest Fejlesztési Központ közzé is tette. Ez a vasútvonal ugyanakkor nemcsak polgári, hanem katonai értelemben is fontos az általa kiszolgált katonai bázisok miatt. A közlekedési infrastruktúra felújításakor, különösen, ha annak katonai szempontból is van jelentősége, érdemes a katonai-védelmi követelmények érvényesülését is vizsgálni, hogy adott infrastruktúra elláthassa mind a polgári, mind pedig a katonai közlekedési rendszerben neki szánt feladatokat. Cikkemben ezt a vizsgálatot végzem el a 142-es vonal tervezett felújítása

¹ Szenior kutató, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: levai.zsolt@kti.hu

² Jelen publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

okán. Vizsgálatom eredményei alapján javaslatokat teszek a további szükséges fejlesztésekre.

Kulcsszavak: vasúti közlekedés, védelmi követelmények, vasútfejlesztés, mellékvonal

The rail transport system is an integral part of the economic and social life of a country. For its proper function, the condition of the tracks and the quality of rail services need to be up to the technical standards of this period. This is particularly true of the lines related to the country's largest city. The renovation of the railway lines leading to Budapest has started in recent years. One of the next track reconstruction projects is the renovation of line Nr. 142 connecting Budapest with Kecskemét. The plans had been published by the Budapest Development Centre. However, this railway line is important not only for civilian interest, but also in military terms, because of the military bases it serves. During the renovation of transport infrastructure, particularly those that have military importance, it is worth analysing the validation of the military defence requirements, in order that the infrastructure can fulfil its intended role in both the civil and military transport system. In this article, I make this analysis in relation to the planned renovation of the line Nr. 142. Based on the results of my analysis, I will make recommendations for further improvements that are needed.

Keywords: railway transport, national defence requirements, rail development, branch line

1. Bevezetés

A vasúti közlekedés mint a közlekedési rendszer egyik alágazata, részt vesz a katonai harcászolgáló támogatási rendszer részeként definiált közlekedési támogatás feladatainak ellátásában. Ezen kívül mint a polgári közlekedési hálózat szerves része, a személyek és áruk szállításának egyik legfontosabb eszköze. E kettős feladatköréből adódóan minden ország életében elengedhetetlen, hogy jól működő vasúthálózattal rendelkezzen. A megfelelő működés feltétele a folyamatos fejlesztés, a legújabb technikák alkalmazása. A vasúti közlekedésben ez az infrastruktúra (pálya), a forgalomszervezés és a működés szabályainak megújítását jelenti. Katonai szempontból a védelmi képesség megfelelése elsősorban a fővonalai vasúti hálózat fejlesztését jelenti, ugyanakkor a vasúti közlekedési rendszer meghatározó kiegészítő elemei, a mellékvonalak rekonstrukciója sem elhanyagolható. Ezek a vonalak alacsonyabb szolgáltatási színvonalal ugyan, de a fővonalak helyettesítő útvonalaként szolgálnak, illetve a mellettük épült katonai bázisok vasúti elérhetőségét is biztosítják.

A cikk kutatási hipotézise: a vasúti fejlesztések terén szükséges a mellékvonalai hálózat bevonása is annak érdekében, hogy a fővonalak zavarának bekövetkezésekor a vasúti közlekedés és az ország működése ne álljon le. A cikkben a Budapestet Kecskeméttel összekötő 142-es számú vasútvonal tervezett fejlesztése kapcsán vizsgálom az infrastruktúra katonai-védelmi követelményeinek érvényesülését. A vizsgálatot a szakirodalomban meghatározott védelmi követelmények adott vasútvonalra való

adaptálási lehetőségeinek elemzésével végzem el. A cikk elején meghatározom, hogy vasútüzemi okok miatt miért lehet a vonalat mellékvonali jellegűnek tekinteni, ezután a szakirodalom feltárásával vizsgálom a vasúti mellékvonalak problémakörét a katonai közlekedési támogatás rendszerében. Ezt követően elsősorban a hazai szakirodalom alapján meghatározom a vasúti közlekedési alágazattal kapcsolatos katonai-védelmi követelményeket, amelyeket a vonalra való alkalmazhatóság szempontjából elemzek. Ezután az Albert Gáborral közös cikkünkben publikált eljárásrend felhasználásával vizsgálom a katonai-védelmi követelmények érvényesülését a vonal nyilvános fejlesztési terveiben, és javaslatot teszek a szükséges védelmi célú fejlesztésekre, amelyekkel a katonai-védelmi követelmények megfelelően kielégíthetők.

2. A vonal jelenlegi helyzetének értékelése³

A Budapest–Lajosmizse–Kecskemét-vonal a MÁV 142 számú, 86 km hosszú vasútvonala. A vonal jelenlegi hálózati szerepe kettős: egyrészt elővárosi vonalként üzemel Budapest és Lajosmizse között, másrészt a Kecskemét környéki tanyavilág kiszolgálását látja el Lajosmizse és Kecskemét között. Fejlettsége, műszaki állapota ugyanakkor nem üti meg a korszerű elővárosi vonalaktól elvárható színvonalat, ezért a személyszállítási igények nem elégíthetők ki megfelelően. A hazai gyakorlatban a regionális pályahálózatot és a regionális vasúti személyszállítási szolgáltatás területét eltérően kell értelmezni:⁴ a 142-es vonal esetében nem villamosított, alacsony sebességű (40 km/h) pálya, a megállóknak akadálymentesek, a menetrendi kínálat viszont viszonylag nagy. A pálya sűrűn lakott térségben halad, ebből következően az utasforgalmi növekedési potenciál jelentős.⁵ Különösen igaz ez Budapest területére. A vonal által hosszan feltárt XVIII. kerület lakói számára nyújthat a vasút gyors eljutást a belváros felé. Személyvonati menetrendi kínálata ennek megfelelően az északi, elővárosi szakaszon sűrű, a déli szakaszon Lajosmizse–Hetényegyháza között napi 2, Hetényegyháza–Kecskemét között 11 vonatpár. A vonal teherforgalma nem jelentős, ugyanakkor a vonal mentén fekszik a Magyar Honvédség táborfalvai és kecskeméti bázisa, így katonai szempontból fontos vonalról beszélhetünk. A már most is jelentős személyforgalom miatt a tehervonatok számára kevés a szabad kapacitás.

A vonal végig egyvágányú, 60 km/h sebességű, tengelyterhelése 210 kN, egyes állomási vágányokon csak 185 kN. A sínek 48 és 54 kg/fm rendszerűek, leginkább fővonalai bontott anyagból származnak. Az árufuvarozás szempontjából probléma, hogy a vonalon a maximális vonathossz 300 m, ami legfeljebb 15 pórekocsiból (Sammp típus⁶) álló szerelvény leközlekedését teszi lehetővé. A vízszintes vonalvezetés a városi szakaszokon kis sugarú ívekből tevődik össze, a legkisebb ívsugar 250 m, a függőleges vonalvezetés esése 0 és 5,1‰ között változik, a lejtőrészszakaszok esetén 200 m alattiak.

³ Műszaki adatok forrása: MÁV Zrt.: *Műszaki Táblázatok I. és II. rész.*

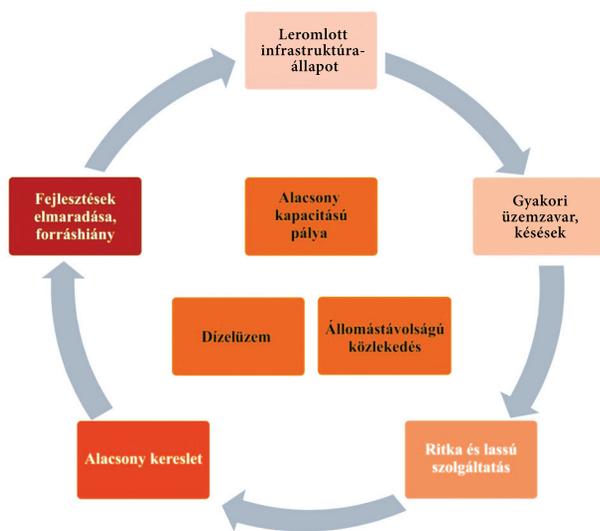
⁴ Bánfi Miklós Gábor – Mészáros Ferenc – Bokor Zoltán: Zöldülő vicinálisok Európában. *Innoraíl Magazin*, 1. (2014), 2. 50.

⁵ Trenecon Kft. – Fómterv Zrt. – KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.: *Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia (BAVS) – Budapest Rail Node Study (BRNS) Harmadik szakcikk.* (h. n.), (é. n.). 4.

⁶ RaliCargo Hungaria: *Használati útmutató Sammp különleges építésű kocsihoz.* (é. n.).

A vonalon több olyan állomás is található (például Pestszentimre, Gyál, Örkény, Hetényegyháza), ahol a leghosszabb vágány nem éri el a 300 métert, így ott a maximális hosszal közlekedő vonatokkal félreállni nem lehet. Ez egyrészt lecsökkenti a keresztezési helyek számát, másrészt kapacitáscsökkenést okoz a szabad menetvonal biztosítása miatt. Biztosítotttság szempontjából több állomás (szolgálati hely) is nem biztosított,⁷ illetve az állomások között ellenmenetkizárás⁸ nem üzemel, a követési rend állomástávolságú.⁹ Az útátjárók több mint fele szintén nem biztosított, ugyanakkor jelentős részükön napi 1000 egységjárműnél¹⁰ alacsonyabb a forgalom. A vonal elméleti átbocsátóképesége a mértékadó Dabas-Örkény-állomásközben az UIC szerint¹¹ 44,3 vonat/nap, a ténylegesen közlekedő vonatok darabszáma 43,¹² így megállapítható, hogy a kapacitáskihasználtság 97%, ami azt jelenti, hogy csak minimális (napi 1 db) többletvonat közlekedtethető le.

A fenti pályaparaméterekből meghatározható, alapvetően negatív irányú problémakört az alábbi ábra foglalja össze (1. ábra).



1. ábra: A helyzetértékelés alapján azonosított problémakör

Forrás: a szerző szerkesztése

⁷ Olyan szolgálati hely, ahol a váltók és a jelzők között nincs szerkezeti függés. MÁV Zrt.: *F. 2. sz. Forgalmi Utasítás* 1.2.69. és 1.2.11. pontjai.

⁸ Olyan szerkezeti függést biztosít a két szomszédos állomás kijáratí vagy fedező jelzői között, amely az állomásköz ugyanazon vágányára egyidejűleg csak az egyik állomáson lévő kijáratí vagy fedező jelzőn teszi lehetővé a továbbhaladást engedélyező jelzés megjelenését. MÁV Zrt. (2008): i. m. 1.2.19. pont.

⁹ Állomástávolságú közlekedésre berendezett pályán az elől haladó vonat után ugyanarra a vágányra általában csak akkor szabad követő vonatot indítani, ha az elől haladó vonat megérkezett a következő állomásra, és erről visszajelentés érkezett. MÁV Zrt. (2008): i. m. 15.3.1. pont.

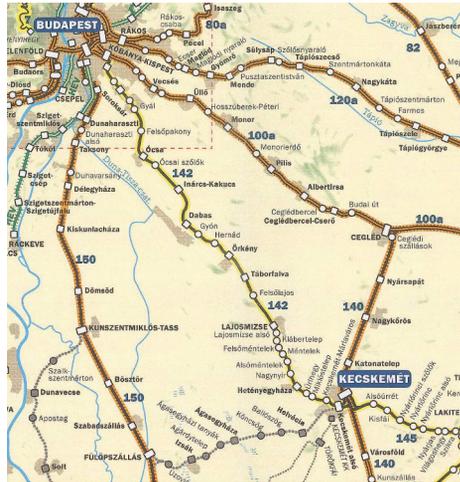
¹⁰ 41/2003. (VI. 20.) GKM rendelet a forgalomirányító jelzőlámpák követelményeiről, tervezési, telepítési és üzemeltetési előírásairól, 1. számú függelék.

¹¹ Union International des Chemins de fer: *Capacity* (UIC Code 406), Paris, 2013. 13.

¹² A VPE Kft. által közzétett menetrendábra adatai alapján: www2.vpe.hu/menetrendi_abrak/2021_2022

Fenti helyzetelemzés alapján kijelenthető, hogy bár a vonal törvényi besorolás szerint nem,¹³ azonban infrastruktúrájának kiépítettsége, állapota és azonosított problémái alapján mellékvonali jellegűnek tekinthető.

A vonal elhelyezkedését mutatja a 2. ábra.



2. ábra: A 142-es számú vonal fekvése

Forrás: <https://maps.hungaricana.hu/hu/HTTIterkeptar/34539/view/?bbox=5086%2C-5911%2C10252%2C-3669> (részlet)

3. A vasúti mellékvonalak problémája a katonai közlekedési támogatás rendszerében

A Bevezetésben említett katonai közlekedési támogatási rendszer egyik feladata a közlekedési rendszeren belül a katonai mozgásokhoz szükséges hálózat kijelölése.¹⁴ Ezek az útvonalak elsősorban a TEN-T¹⁵ hálózat vasúti elemeit érintik, mert ezek biztosítják a megfelelő átbocsátóképességet. A NATO¹⁶-hoz való csatlakozásunk után a Befogadó Nemzeti Támogatás (BNT) keretében végzett szállítási feladatok leginkább a szövetséges erők országon való áthaladását jelentik,¹⁷ amelyek szintén a nagy átbocsátóképességgel rendelkező út- és vasútvonalak igénybevételével lehetségesek. Ebből következően a közlekedési támogatás üzemeltetési szakfeladata, azaz a kijelölt útvonalak működőképességének biztosítása¹⁸ is elsősorban a törzshálózati vasútvonalak megfelelő állapotban tartását jelenti.

¹³ 2011. évi CXCVI. törvény a nemzeti vagyonról 1. Melléklet B) Az állam kizárólagos tulajdonában álló országos törzshálózati vasúti pályák.

¹⁴ Magyar Honvédség Közlekedési Főnökség: *Magyar Honvédség Közlekedési Támogatás Doktrína* (2005). 23.

¹⁵ TEN-T, *Trans European Network-Transport*, Transzeurópai Közlekedési Hálózat.

¹⁶ NATO, *North Atlantic Treaty Organization*.

¹⁷ Horváth Attila: *Közlekedési hálózat és az ország védelmi képesség kapcsolata (védelmi követelmények a közlekedésfejlesztésben)*. *Biztonságpolitika*, 2009. 6.

¹⁸ Magyar Honvédség Közlekedési Főnökség (2005): i. m. 17.

A közlekedési hálózatok, így a vasúti hálózat kiépítettsége olyan, hogy biztosítja az eljutási lehetőséget a fővonalak között is, illetve a ráhordást a fővonalakra. Ezek az összekötő (harántirányú) vagy szárnyvonalak a rendszer egészének működése szempontjából fontosak, ugyanis a vasúti hálózatot gráfként leképezve az ilyen vonalak az egyes csomópontok (csúcscok) közötti éleket is jelentik.¹⁹ Az éleknek a csúcspontok közötti forgalom levezetésében van szerepük. Ugyanakkor ezek a vasútvonalak nem vezetnek át jelentős csomóponton (településen), hanem azokat kötik össze, vagy kisebb településeket kötnek be a hálózatba. Emiatt a keletkező utazási igény is kisebb, adott esetben pedig nem is keletkezik áruszállítási igény a vonalon. Ezeket a vonalakat nevezzük mellékvonalaknak. A vasúti mellékvonalak hálózati szerepe a fentiek miatt alacsonyabb a jóval jelentősebb forgalmat lebonyolító fővonalakénál. Ebből következően a vonalak karbantartása és fejlesztése is alacsonyabb színvonalú. A bevett gyakorlat szerint a mellékvonalak karbantartása sokszor a fővonalból elbontott anyagokkal (például aljak, kapcsolószerkezetek, sínek beépítésével) történik, hozzátevé, hogy ez sok esetben önmagában is fejlesztésnek minősül például az így elérhető sebességemelés.

Az előző bekezdésben részletezett alacsonyabb hálózati szerep azonban a költségek tekintetében nem mutatkozik meg. A fenntartás magas költségei miatt ezek a vonalak jelentős veszteséget termelnek a pályahálózat üzemeltetőjének és fenntartójának, így már az 1968-as közlekedési koncepció egyik legfajslúlyosabb döntése volt a mellékvonalai racionalizáció. A veszteségesség problémája azonban továbbra is fennállt, így a későbbi kormányok is éltek a mellékvonal-bezárások vagy forgalomszüneteltetések lehetőségével.

A fent meghatározott összekötő szerep miatt azonban szükséges megvizsgálni a vasúti mellékvonalak szerepét katonai szempontból: a közlekedési támogatás szakfeladatainak elláthatóságához meg kell határozni az egyes fő szállítási útvonalak helyettesíthetőségét, azaz ki kell jelölni a kerülő útirányokat, továbbá vizsgálni kell a mellékvonalak mentén fekvő katonai bázisok vasúti kiszolgálásának biztosíthatóságát. Szászi Gábor 2013-ban írt doktori értekezésében²⁰ végezte el ezt a vizsgálatot, amelyben megállapítja, hogy földrajzi szempontból a 142-es vonal a Budapest–Cegléd–Kecskemét TEN-T vonal helyettesítő vonala.

A helyettesítő útirányok kijelölésének tekintetében alapvetően kétféleképpen járhatunk el: lehetséges távolság és időminimum alapján meghatározni azokat.²¹ A meghatározás alapja az lehet, hogy az eredeti útirányhoz képest melyik eredményezi az alacsonyabb mértékű költségnövekedést. A továbbítási költségeket a vasúti mellékvonalak esetében azonban további tényezők is befolyásolhatják. Ilyen befolyásoló tényezők lehetnek:

- a vonalak kapacitása az egy vonali vágány és az állomástávolságú követési rend miatt alacsony, így nem biztos, hogy a teljes elterelendő forgalom leközlkedtethető;

¹⁹ Tóth Bence: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózatban állomások és állomásközlők zavara esetén. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 120–121.

²⁰ Szászi Gábor: *A vasúti hálózati infrastruktúrával szemben támasztott újszerű védelmi követelmények kutatása, a továbbfejlesztés feltételrendszerének vizsgálata*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013. 89–98.

²¹ Tóth (2018): i. m. 119.

- a vonalak nagy része nem villamosított, így szükséges a vontatójármű cseréje, vagy legalább a villamos mozdony dízelmozdonyral való előfogatolása, amely művelet megnöveli az eljutási időt;
- a vonalakon alkalmazható sebesség az infrastruktúra kiépítettsége miatt alacsonyabb, mint a fővonalakon, emiatt az átbocsátóképesség kisebb;
- a vonalak sok esetben nem megfelelően karbantartottak, így még az eredeti pályasebességgel sem járhatók, ami tovább növeli a menetidőt és csökkenti az átbocsátóképességet.

Az előzőekben meghatározott okok jelentős mértékben leszűkítik a mellékvonalak kerülő útirányként való felhasználhatóságát, ugyanakkor fejlesztésekkel a negatív hatások csökkenthetők. Szászi Gábor doktori értekezésében megállapítja, hogy amennyiben a regionális vonalakon a közlekedés minimális feltételei biztosítottak, akkor ezek a vonalak elősegítik a védelmi követelmények teljesítését.²² Ugyanakkor veszélyként azonosítja a forgalomszünetelés miatti állagmegóvás elmaradását és a pálya felügyelet nélkül hagyását. Ezek a veszélyek jelenleg is fennállnak. A felhagyott vasúti mellékvonalak csak akkor láthatják el a védelmi rendszerben számukra meghatározott feladatokat, amennyiben rajtuk a forgalom bármikor megindítható. Ez csak állagmegóvással és pályafelügyelettel biztosítható. Az állagmegóvás rendszeres karbantartást, a pályafelügyelet a pályák bejárással való rendszeres ellenőrzését jelenti. Amennyiben a vasúti pálya valamely eleme hiányzik (például az egyik sínzsalát eltulajdonították), a vonatforgalmat közútra kell terelni, így a katonai szállítási feladatok sem teljesíthetők. A vasúti mellékvonalak legfőbb problémái tehát az alacsony kapacitás, valamint az állagmegóvás és a megfelelő pályafelügyelet hiánya. A 142-es vonalra annak alacsony kapacitása miatt a mellékvonali probléma kiterjeszhető. A tervezett fejlesztés többek között ezt a problémát igyekszik felszámolni.

4. A vasúti infrastruktúrával szemben támasztott katonai-védelmi követelmények vizsgálata

Egy ország védelmi képességét meghatározza a közlekedési rendszer fejlettsége.²³ A közlekedési rendszernek képesnek kell lennie a szükséges katonai mozgatási-szállítási feladatok végrehajtására. A fejlettség nemcsak technikai színvonalban mérhető, hanem a rendszer felkészítettségén is. Egy jól felkészített közlekedési rendszer megfelelően képes reagálni a rendkívüli jogrend idején felmerülő szállítási igényekre. Az elvégzendő feladatokat a rendkívüli helyzet által előidézett körülmények jelölik ki. Védelmi igények azonban normál időszakban is jelentkeznek. Ezek nemcsak katonai szállítási-mozgatási feladatok lehetnek, hanem összefügghetnek a katasztrófavédelemmel és a terrorizmus elleni harccal is. Ezek alapján meghatározhatók olyan követelmények, amelyek képessé teszik az alágazatot a védelmi feladatok ellátására. A követelményeket az infrastruktúrára összpontosítva a szakirodalmak alapján részletezem:

²² Szászi (2013): i. m. 137.

²³ Horváth (2009a): i. m. 1.

- a fő közlekedési irányokban napi 15–30 katonavonat leközlekedtetése;
- vasútállomások épületeinek, ingatlanjainak és infrastruktúrájuknak igénybevehetősége;
- tárolókapacitás kialakítása a meghatározott állomásokon;
- közúti átjárók nagy teherbírású kialakítása;
- úrszelvények biztosítása a vasútvonalak teljes hosszában;²⁴
- a katonai vasúti szállítások biztosítása érdekében a megtartandó mellékvonalak kijelölése;
- ezen mellékvonalak felkészítése;²⁵
- a fő vonalakon 215 kN tengelyterhelés biztosítása;²⁶
- Budapest vasúti elkerülhetőségének biztosítása;²⁷
- rendkívüli helyzetben a szükséges vonatok forgalomba helyezése és leközlekedtetése menetvonal-megrendelés nélkül;
- a szükséges katonai és a különleges jogrend idején felmerülő szállítások lebonyolíthatósága érdekében kapacitástartalékok képzése;
- a vasúthálózat kapacitáskihasználtsági adatainak gyűjtése, a túlszűfolt infrastruktúra elkerülése érdekében szükséges intézkedések megtétele.

A fő közlekedési irányok elsősorban a TEN-T hálózat elemei, amelyek lehetővé teszik a felvonulási területre a haditechnika eljuttatását, ugyanakkor ezek kerülő útirányai is hasonló kapacitásokkal kell hogy rendelkezzenek, hogy a szükséges számú vonat ezen az útvonalon is leközlekedtethető legyen. Miután a 142-es vonal helyettesítő vonal, ezért ezen a vonalon is megfelelő kapacitást kell biztosítani a katonavonatok közlekedéséhez. A helyettesíthetőség kérdése elsősorban a kecskeméti katonai bázis vasúti kiszolgálása miatt merül fel. A MH Anyagellátó bázis és a katonai repülőtér vasúti megközelítése alapvetően a 140-es Budapest–Cegléd–Kecskemét–Szeged-fővonalon történik, ugyanakkor az egyvágányú, villamosított vonal sérülésekor a vasúti kiszolgálás lehetősége megszűnik, vagy jelentősen lecsökken. Ebben az esetben, különösen különleges jogrend idején a bázisok vasúti kiszolgálását segítheti a 142-es vonal. Az ország védelmének egyik feltétele, hogy a katonai anyagok időben eljussanak az egységekhez, amelyek ezáltal tudják védelmi képességeiket fenntartani. A 142-es vonalon a főváros és az ország nyugati fele vasúton továbbra is elérhető marad, így a szükséges szállítások lebonyolíthatók. A vonal szűkebb kapacitása miatt azonban az elvárt szolgáltatási színvonal csökken (például az eljutási idő meghosszabbodik). A vonal fejlesztése ezért katonai szempontok alapján is időszerű, különös tekintettel az átbocsátóképesség növelésére és a vonal villamosítására.

²⁴ Tóth Bálint – Helmeczi Gusztáv: Védelmi követelmények a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium közlekedési szakterületén. *Katonai Logisztika*, 14. (2006), 4. 44–45.

²⁵ Szászi (2013): i. m. 92–93.

²⁶ Pócsmegyeri Gábor: *A katonaföldrajzi tényezők hatása a Magyar Köztársaság közlekedési rendszerének védelmi célú előkészítésére*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, 2003. 51.

²⁷ Tóth Bence – Lévai Zsolt: Budapest vasúti elkerülésének barnamezős alternatívái. In Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.* 2021. 254.

5. A vonal fejlesztésének tervei

A közelmúltban a Kormány döntött a vasútvonal fejlesztésének előkészítéséről. A rekonstrukció célja a személyszállítás színvonalának emelése, a teherforgalom gyorsítása, valamint kapcsolódó hatásként az M5-ös autópálya és a dél-pesti térség gépjárműforgalmának és ezáltal Budapest légszennyezettségének csökkentése. Fentiekkel összhangban a Budapest Fejlesztési Központ (BFK) közzétette a vonal fejlesztési terveit:²⁸

- Kőbánya-Kispest – Ócsa vonalszakasz kétvágányúsítása;
- villamosítás a teljes vonalon;
- a vonali sebesség megemlése 60-80-120 km/h-ra;
- akadálymentes megállók, P+R-, B+R-parkolók²⁹ kialakítása a teljes vonalon;
- külön szintű keresztezések a frekvenciált átjárókban (lásd 4. ábra);
- menetrendi sűrítés 15-30 percre (3. ábra), zónázó rendszer bevezetése.



3. ábra: A 142-es vonal tervezett menetrendi üteme

Forrás: Budapest Fejlesztési Központ (<https://lajosmizseivasut.hu/>)

A vonalon 63 km teljes, és 23 km részleges felújítást terveznek, illetve 10 állomás újul meg. A katonai szempontból fontos teherforgalmi fejlesztésekről nyilvános terv nem áll rendelkezésre, ugyanakkor a fenti tervekben a teherforgalmat illetően az alábbi következtetések vonhatók le:

- amennyiben a pálya geometriája nem változik, a szűk ívek és az ebből származó zaj miatt a tehervonatok hossza korlátozva lehet;
- a külön szintű keresztezések miatt szükséges rohamos emelkedők³⁰ és lejtők (25%) kialakítása csökkentheti a vontatható elegytömeget;
- nyitott kérdés marad a „Burma” vágánnyal³¹ való kapcsolat.

²⁸ Lásd: <https://lajosmizseivasut.hu>

²⁹ P+R, *Park + Ride*; B+R, *Bike + Ride*.

³⁰ A mértékadó emelkedőnél nagyobb emelkedő beiktatása igen rövid, néhány száz méteres szakaszon (például hídra fel).

³¹ A 100-as és 150-es vasútvonalakat összekötő, valamint a 142-es vonalat keresztező, azzal összekapcsolt vonal neve. Bővebben: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Burma-vas%C3%BA>

A nyilvános információkból levonható továbbá az a következtetés, hogy rekonstrukció egyik célja a katonailag is támogatott kapacitásnövelés, ugyanakkor a 3. ábra megmutatja, hogy a tervezett menetrendi fejlesztés nagymértékben felemésztheti a nagyobb kapacitást, ezért a kérdéskört a következő fejezetben vizsgálom részletesen. Ezen túlmenően további infrastruktúra-fejlesztési lehetőségeket is szükséges vizsgálni annak érdekében, hogy a katonai-védelmi követelmények teljesíthetők legyenek. Ezek:

- a vonal tengelyterhelésének növelése;
- a megfelelő (honvédségi) rakodási kapacitás biztosítása;
- vasútirányítás korszerűsítése.

6. A védelmi követelmények érvényesítése a vonal fejlesztése kapcsán

Ebben a fejezetben az Albert Gáborral közös cikkünkben meghatározott eljárásrend³² alapján a katonai-védelmi követelmények érvényesülését elemzem a vonal tervezett fejlesztési intézkedéseiben, illetve teszek javaslatokat a szükséges további védelmi célú fejlesztésekre.

6.1. A kritikusinfrastruktúra-elemek azonosítása

A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítását Horváth Attilával közösen végeztük el. Szaktanulmányunkban³³ megállapítottuk, hogy kritikusinfrastruktúra-elemként azonosítható a 142-es vonal kezdőpontja Kőbánya-Kispest, továbbá a vonal végpontja Kecskemét állomás. Ezekon kívül a vonalon nem található olyan műtárgy, amely a létfontosságú infrastruktúra-elemek közé sorolható. Szükséges azonban megvizsgálni a vasútirányítási rendszer vonali fejlesztését. Miután korszerű elővárosi vonal kialakítása a cél, a vasútirányítás fejlesztése is szükséges. A tervezett sűrű elővárosi vonatforgalom szükségessé teszi a vonatok gyors közlekedési feltételeinek megteremtését, amelynek alapja a korszerű biztosítóberendezések alkalmazása. Ez elsősorban a központi forgalomirányítás kiépítését jelenti, vagyis a vonatforgalmat egy központból elektronikus úton vezérlik. Az ilyen jelentős vasúti automatizálási fejlesztések esetében az informatikai védelem szerepe megnő. Idézett szaktanulmányunkban is megállapítottuk, hogy a forgalomirányító központok a kritikus infrastruktúra részének tekinthetők, így egy ilyen fejlesztés joggal azonosítható létfontosságú rendszeremként.

³² Lévai Zsolt – Albert Gábor: Vasúti infrastruktúra beruházások tervezése a kritikus infrastruktúra védelem szempontjainak figyelembevételével. *Közlekedéstudományi Szemle*, 72. (2022), 1. 5–19.

³³ Horváth Attila – Lévai Zsolt: A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása. In Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.* 2021. 131–146.

6.2. A kritikuszinfrastruktúra-elemek értékelése

A védelmi értékelés szempontjából a nevezett két vasútállomás hálózaton betöltött szerepéből kell kiindulni. Kőbánya-Kispest állomás, azon túl, hogy a 142-es vonal kezdőpontja, a 100a számú vonalon³⁴ fekvő, frekventált budapesti intermodális átszállási pont. Utasforgalma jelentős, az elővárosi utasok itt szállnak át a városi közlekedési eszközökre (metró, busz), illetve innen indulnak a budai oldal elérésére igénybe vehető vonatok is, azaz a városi vasúti utasok is jelentős számban használják az állomást.

Kecskemét Bács-Kiskun megye székhelye, jelentős forgalmi csomópont, ugyan-csak intermodális átszállási pont. Amellett, hogy a 142-es vonal végpontja, a nagy forgalmú Budapest–Cegléd–Szeged-vonalon fekszik. A város jelentős ipara miatt sok tehervonat is érinti az állomást.

Mindkét állomás hálózati szerepe indokolhatja a kockázati elemzés végrehajtását. Kiemelt jelentőségű lehet Kecskemét esetében a jelenlevő német autógyár vonata ellen esetlegesen végrehajtott terrorakció esetében Németország érintettsége és így nemzetközi konfliktus kialakíthatósága.

Ugyancsak vizsgálni kell azokat az állomásokat, amelyekhez katonai érdekű vasúti vágányok csatlakoznak. Ilyen állomások Táborfalva és Kecskemét alsó. A honvédségi bázisok vasúti kiszolgálása okán tisztázandó, hogy az állomások működését folyamatosan biztosítani kell, vagy a vasúti közlekedés ellehetetlenülésekor a kiszolgálás közúton megoldható-e. A központi forgalomirányító rendszer védelme ebben a kérdésben támogatja a folyamatos működés biztosítását.

6.3. A védelem lehetséges módjai

A 21. század harmadik évtizedében az elsődleges védelmi feladatokat az informatikai védelmi megoldások teszik ki. Ez jelenti a biztosítóberendezések, illetve az adattovábbítás védelmét. A biztosítóberendezések védelme kettős: egyrészt szükséges megakadályozni, hogy azokat illetéktelenek működtessék, ugyanis a nem megfelelő használat halálos kimenetelű balesetek bekövetkezéséhez vezethet, másrészt szükséges a kibervédelem annak érdekében, hogy megfelelő legyen az adatcsere a berendezések között. Hibás parancsok (például nem megfelelő jelzési kép kivezérlése) továbbítása nem megengedhető.

Az érintett településszerkezet miatt a vonal felbontható városi, sűrűn beépített vonalrészre Budapest és Gyál, ritkábban lakott vonalrészre Gyál–Lajosmizse és rurális térségre Lajosmizse–Kecskemét között. Terrorfenyegetettség szempontjából a városi területek a veszélyeztetettebbek,³⁵ így fizikai védelem elsősorban a városi terminálon, vagyis Kőbánya-Kispest állomáson, illetve a vonal személyszállítási kezdőpontján, Budapest-Nyugati pályaudvaron képzelhető el. A fizikai védelem területén is

³⁴ Budapest–Cegléd–Szolnok-vasútvonal.

³⁵ Horváth Attila: A vasúti közlekedés terrorfenyegetettségének jellemzői a városokban. *Hadmérnök*, 4. (2009), 3. 181–182.

eldöntendő kérdés Táborfalva állomás őrzése a működőképesség fenntartása miatt, azonban a terrorfenyegetettség jelenkori kockázata nem indokolja a fizikai védelmet.

6.4. A vasúti közlekedési és a védelmi érdekek közötti összhang megteremtése

A védelmi követelmények és a fejlesztési elképzelések közötti összhangot a bemutatott követelmények szerint vizsgálom meg. A vizsgálatnál csak azokat a követelményeket veszem számításba, amelyek a 142-es vonal esetében relevánsak.

6.4.1. Megfelelő vonali kapacitás biztosítása katonai szállításokra

A katonai szállítási kapacitásokat két helyzetben szükséges vizsgálni: a konfliktusoktól és veszélyhelyzetektől mentes normál időszakban, illetve a kihirdetett különleges jogrendi időszakban. A normál időszak szállítási feladatai nem igénylik a katonai szállítások elsőbbségét, ugyanakkor szabad vonali kapacitás rendelkezésre állását igen. Ehhez megfelelő számú közlekedési lehetőségre, úgynevezett menetvonalra van szükség, amelyek felhasználásával a katonai szállító vonatok leközlekedtethetők. A menetvonalakat a menetrendábrába rajzolják be a több, már lefoglalt kapacitás függvényében. Alapesetben a személyszállító vonatok számára megrendelt éves menetvonalak elsőbbséget élveznek a tehervonatok számára megrendelt kapacitáshányaddal szemben, így a menetvonalakkal gazdálkodni kell.

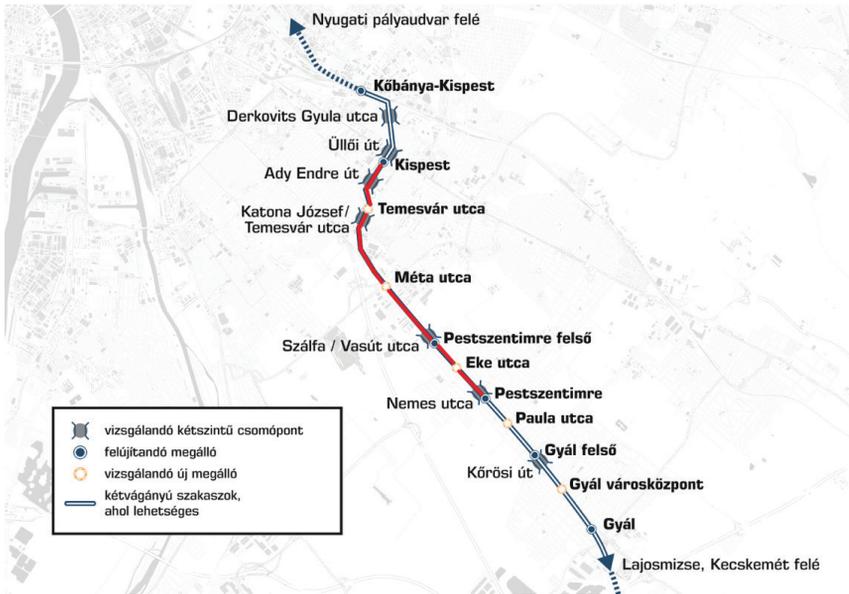
Különleges jogrend bevezetésekor az előbbi sorrend érvényét veszti, és az ország biztonsága szempontjából fontosabb vonatok közlekedtetése lesz az elsődleges (vagyis a személyvonatok számára fog kevesebb kapacitás rendelkezésre állni). Ugyanakkor a katonavonatok is csak a vonalak átbocsátóképességének maximumáig közlekedtethetők. Ebből a szempontból a 142-es vonal jelenleg nem ideális, mert az egyvágányú pálya alacsony vonali sebessége, az elavult biztosítóberendezések és a korszerűtlen forgalomtechnika alacsonyan tartják a vonal átbocsátóképességét. A már bemutatott 44 vonatos napi kapacitás nem felel meg az irányonkénti 30 katonavonat közlekedési feltételének (irányonként napi 22 katonavonat közlekedése biztosítható).

A normál időszak vonali kapacitásának biztosításához a személyvonati menetrendi elképzelésekből kell kiindulni. A fejlesztési elképzelés szerint a vonal elővárosi szakaszán Budapest és Gyál között 15 percnként közlekednek majd a személyvonatok (lásd a 2. ábra zölddel jelölt szakaszát). A vizsgálat szempontjából a Kőbánya-Kispest – Gyál szakasz az érdekes, amelynek mértékadó állomásköze (ahol a legnagyobb az eljutási idő két állomás között) a Pestszentimre–Kispest-állomásköz foglaltsági ideje 11 perc. Ezen a szakaszon a fejlesztési javaslat három új megállóhely létesítését és a pályasebesség 40 km/h-ról 80 km/h-ra emelését tartalmazza (4. ábra pirossal jelzett szakasza). Az új menetidő FLIRT³⁶ motorvonatot feltételezve 13 perc. Amennyiben a követési

³⁶ FLIRT, *Flinker, Leichter Intercity und Regional-Triebzug*; forrás: www.stadlerail.com/de/produkte/detail-all/flirt160/13/

rend nem változik, akkor a 13 perces menetidő és a 2 perc visszajelentési idő³⁷ pontosan 15 perces követést tesz lehetővé a személyvonatok számára. Ez azt jelenti, hogy a csúcsidőszakokban nem áll rendelkezésre szabad kapacitás a tehervonatok számára, sőt egyáltalán nem áll rendelkezésre kapacitástartalék, vagyis ez a feltétel ilyen formában nem teljesíthető. A megoldás két irányból közelíthető meg:

- kevesebb személyvonat közlekedtetése;
- nagyobb átbocsátóképességet biztosító közlekedési rend bevezetése.



4. ábra: A 142-es vonal elővárosi szakaszának mértékadó állomásköze

Forrás: Budapest Fejlesztési Központ (<https://lajosmizseivasut.hu/>) alapján a szerző szerkesztése

Jogosan merülhet fel kérdésként a másik vágány igénybevétele a tehervonatok számára. Az elővárosi közlekedés jellegzetessége az egyirányú csúcsidőszak, azaz az utazási igények reggel Budapest felé, délután Budapest felől magasabbak. Ez elvben lehetővé is tenné a másik vágány használatát, ugyanakkor a gördülőállomány rendelkezésre álló darabszáma nem engedi meg, hogy csúcsidőszakban egy járművet csak egyszer használjunk fel, ezért azokat visszafelé irányban is közlekedtetni kell. Természetesen ez lehet ritkább ütem (például 60 perces), mint az ellenkező irány, de ez nem eredményez optimális felhasználást, ráadásul a városban belüli haladó vonalak esetében az ellenkező irányú utasforgalom sem elhanyagolható mértékű. Az ilyen, korszerű

³⁷ Az előző állomás értesítésének időszükséglete a vonat megérkezéséről a következő állomásra.

személyszállítási szolgáltatást és optimális üzemi viszonyokat jelentő ütemes menetrendi szerkezet³⁸ megkívánja az azonos ütemválasztást mindkét irányban.

Amennyiben kevesebb személyvonat közlekedik, az egyenlő követési időköz 5 perccel módosítható 20 percre, ez a megoldás ugyanakkor úgy növeli meg az utasforgalmat, hogy két jármű együttes közlekedtetése túlzott ülőhelykapacitás-kibocsátást jelentene, csak egy egység közlekedésével pedig már zsúfoltság keletkezik. Ráadásul az így létrejövő 5 perces ablakokba a lassabb tehervonati menetvonalak nem szerkeszthetők be. Megoldás lehet minden negyedik személyvonati menetvonal átadása a teherforgalom számára, ekkor azonban az ütemesség sérül a 15-15-30 perces követési időkkal.

Javasolható tehát a követési rend megváltoztatása állomástávolságú közlekedésről önműködő térségi követési rendre. Ebben a rendszerben a vonatok követési időköze a legkedvezőtlenebb térségi közlekedési időhöz igazodik, vagyis akár harmada is lehet a fenti 15 percnél. 5 percenkénti követéssel 12 vonat, 10 percenkénti követéssel 6 vonat közlekedtethető le óránként. A tervezett 4 személyvonat mellett tehát a tehervonatok részére is biztosítható szabad kapacitás. Ez a megoldás jelentősen növeli a fejlesztés költségeit, ugyanakkor az állomástávolságú követési rend meghagyásával a csúcsidőszakban vagy zavarhelyzet előfordulásakor nem fog szabad kapacitás rendelkezésre állni, így a vasúti közlekedés csak vonatok lemondásával tartható fenn. Célszerű ezért a vonalszakasz térségi közlekedése legalább Kőbánya-Kispest és Gyál között.

A tervezett sűrű vonatkövetés dízelüzemmel jelentős környezetszennyezést okozna, ezért a villamosüzem felvétele mindenképp indokolt. Ugyanakkor a honvédségi iparvágány nem villamosított, és nincs is tervben a villamosítása, ezért annak használatához egy dízelmozdony üzemben tartása szükséges Táborfalva állomáson, vagy az oda tartó tehervonatok dízelmozdonyokkal kell közlekedtetni.

6.4.2. Tárolókapacitás kialakítása egyes állomásokon

A Magyar Honvédség a táborfalvai bázison rendelkezik saját célú pályával, így a bázis vasúti kiszolgálása közvetlenül történik, nincs szükség közúti fel- és elfuvarozásra, ezáltal jelentősebb tárolókapacitásra sem. A katonavonatok szerelvényei közvetlenül a bázisra közlekedhetnek, a kocsik ki- és berakása a bázison történhet, a személyi állomány ki- és beszállása a bázis közelében kialakított peronon balesetmentesen biztosítható. Ugyanakkor a tervezett táborfalvai vágánymegszüntetések, illetve a kecskeméti bázisok közelsége miatt célszerű a vonal további állomásain tartalék rakodókapacitás biztosítása, a következők szerint:

- Inárcs-Kakucs állomáson legalább 250 m hosszú rakodóvágány;
- Örkény állomáson új rakodóvágány;
- Kecskemét alsó állomáson új rakodóvágány.

³⁸ Lévai Zsolt – Kormányos László – Tóth Bence: Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vonalakon. In Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): *XI. Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újkezdés?”*. Győr, Széchenyi István Egyetem, 2021. 554–555.

6.4.3. Új infrastruktúra-elemek beépítése

A teherforgalom és ezáltal a katonai szállítási-mozgatási feladatok biztosíthatósága megköveteli, hogy a lakott területek közelében zajvédő fal épüljön, ezáltal a zajszennyezés mértéke csökkenthető, és így a tehervonatok hosszát nem kell korlátozni.

Nagyobb problémát okoz a különszintű keresztezések kiépítése. A 25‰-es emelkedők és lejtők kiküszöbölése csak a felszíni közlekedés áttemelésével biztosítható, ugyanakkor egyes helyeken ezt a közutak kialakítása nem teszi lehetővé, illetve egyes keresztezéseken közúti villamos is közlekedik. A felül- vagy aluljárók építése csak ennek figyelembevételével valósítható meg. Vizsgálni szükséges, hogy adott keresztezésben melyik műtárgy kialakítása a kedvezőbb.

A vasúti pályát keresztező közutak esetében szükséges továbbá a megfelelő szintbeni áthaladás biztosítása, mert a nem megfelelő kialakítás miatt a gépjárművek kerekei nekiütődnek a sínfej oldalának, így károsíthatják azt. Emiatt az útátjárókban sebességkorlátozásokat kell bevezetni, ami negatívan befolyásolja a vonalak átbocsátóképességét. A megoldás rugalmas, nagy teherbíró képességű elemek beépítése, amelyek biztosítják a megfelelő egyenletességet az útátjárón való áthaladáskor (5. ábra).



5. ábra: Rugalmas útátjáró elem

Forrás: www.sinekvilaga.hu/a-strail-utatjaro-szerkezetek-uj-elemei-beepitesi-es-fenntartasi-tapasztalatok

6.4.4. Megfelelő tengelyterhelés biztosítása

A vonal helyettesítő útirányként való esetleges használata miatt (lásd következő pont) szükséges, hogy nagy tömegű tehervonatok is használhassák a pályát a vonal teljes

hosszában. Ezért javaslom, hogy az átépítés 225 kN tengelyterhelést biztosítson, vonalosztályi besorolása D3, de legalább CM3 legyen.³⁹

6.4.5. Budapest vasúti elkerülése

A Budapesten átmenő kelet–nyugati irányú katonai szállítások esetében is sorompóhátásként jelentkezik a fővárosi vasúthálózat elégtelen kapacitása. A kérdéskör vizsgálatát Tóth Bencével készített tanulmányunkban⁴⁰ végeztük el, amelyben megállapítottuk, hogy az ország védelmi képessége szempontjából szükség van egy Budapestet elkerülő vasútvonalra. Több alternatív javaslatot is tettünk, a cikk szempontjából a Solt és Dunaföldvár közötti Duna-hidat tartalmazó elkerülő vonal a releváns.

E vizsgálati eredményünk alapján, elemezve a 142-es vonal vasúti környezetét, megállapítottam, hogy a katonai szállítások akkor tudnak Budapest elkerülésével közlekedni, ha Kecskemét alsó állomásnál deltavágány épül a 142-es és 152-es⁴¹ vonalak közé, ezzel biztosítva a közvetlen átjárást a két vonal között, valamint ezzel kiváltható a „Burma” vágánnyal való kapcsolat. A 152-es vonal jelenleg nem üzemel, ugyanakkor az ismert tervek egyik alternatívájaként a Budapestet elkerülő „V0” vonal⁴² lehetséges útvonalaként szerepel. Amennyiben a „V0” vonal más nyomvonalon halad majd, de az keresztezi a 142-es vonalat, akkor a két vonal várható forgalma miatt nem javasolt a szintbeni keresztezés, hanem híd építésével lehetséges a két vasútvonal térbeli elválasztása. Ebben az esetben is javaslom a deltavágány megépítését a két vonal között oly módon, hogy az biztosítsa a Táborfalva/Kecskemét – Dunántúl közvetlen összeköttetéseket.

A 142-es vonal a fenti kapcsolatok megépítésével fontos szerephez juthat, mint a 100-as számú vonal⁴³ helyettesítő vasútvonala (kerülő útiránya). Amennyiben a 100a vonal Cegléd és Budapest között sérülés vagy rombolás miatt használhatatlanná válik, akkor a felfejlesztett 142-es vasútvonal a Cegléd–Kecskemét–Dabas–Budapest-útvonalon képes lehet a vonatok egy részének leközlekedtetésére. A 100a vonal alapvető helyettesítő vonala a 120a vonal a Szolnok–Nagykátán–Budapest-útvonalon, ugyanakkor a Szeged felől érkező vonatok esetében a 100a vonal helyett használható a 142-es vonal.

Hasonló megfontolások alapján a 150-es vasútvonal⁴⁴ Ferencváros és Fülöpszállás közötti szakaszának kiesésekor ugyancsak használható a 142-es vonal a Kőbánya-Kispest – Lajosmizse – Kecskemét alsó deltavágány – Fülöpszállás útvonalon.

Látható tehát, hogy a vonal szerepe a fejlesztés után Budapest és a Budapestre vezető vasútvonalak elkerülésében jelentősen megnövekedhet.

³⁹ Lásd: https://uic.org/IMG/pdf/mav_ag_gysev_ag_01-04-2020_destination_stations.pdf

⁴⁰ Tóth–Lévai (2021): i. m.

⁴¹ Kecskemét–Fülöpszállás-vasútvonal.

⁴² Budapestet délről elkerülő tervezett teherforgalmi vasútvonal, forrás: www.fomterv.hu/hu/node/248

⁴³ Budapest – Szolnok – Debrecen – Záhony-országhatár vasútvonal.

⁴⁴ Budapest – Kiskunhalas – Kelebia-országhatár vasútvonal.

7. Összegzés

Egy ország közlekedési rendszerének fejlettsége meghatározó jelentőségű a védelmi képesség szempontjából. A megfelelő védelmi szint eléréséhez megfelelő színvonalú közlekedési hálózatokra van szükség annak érdekében, hogy a védelem ellátásához szükséges szállítási feladatok elvégezhetőek legyenek. Ezért a közlekedési rendszer elemei részére szükséges meghatározni olyan védelmi követelményeket, amelyek teljesítésével képesek védelmi feladataik ellátására. A védelmi követelmények teljesítését, illetve az ehhez szükséges berendezések kiépítését vagy új beruházáskor, vagy egy meglévő rendszer elem fejlesztésekor a legcélszerűbb véghezvinni. Éppen ezért az ilyen jellegű beruházásoknál a tenderkiírásánál van lehetőség katonai érdekek érvényesítésére. Cikkem arra mutat be példát egy vasútvonal fejlesztése kapcsán, hogy a katonai-védelmi követelmények hogyan emelhetők be a fejlesztési tervekbe.

A 142-es vonal az egyik budapesti elővárosi vonal, kiépítését tekintve leginkább mellékvonali jellemzőkkel. Ezt az ellentmondást felismerve a közlekedési kormányzat a vonal fejlesztését tűzte ki célul. A rekonstrukció bejelentése alkalmat adott arra, hogy a vonal infrastruktúrájának fejlesztési tervében vizsgáljam a védelmi követelmények érvényesülését. A jelenlegi helyzet elemzésével rávilágítottam a vasútvonal problémáira, aminek eredményeként megállapítottam, hogy a vonal infrastruktúrája leginkább mellékvonali színvonalú. Ezért szakirodalom alapján vizsgáltam a mellékvonali problémakört a katonai szállítási támogatás rendszerében, és megállapítottam, hogy a 142-es vonalra annak alacsony kapacitása miatt a probléma kiterjeszhető, ami a fejlesztéssel javítható, illetve szintén megállapítottam, hogy a vonal a Budapest–Cegléd–Kecskemét-szakasz helyettesítő vonala és mint ilyen, érvényesek rá a magyarországi szakirodalomban meghatározott katonai-védelmi követelmények. Ezután egy korábbi cikkünkben publikált eljárásrend alapján vizsgáltam a vonal nyilvános fejlesztési tervében a védelmi követelmények érvényesülését. A vizsgálat eredményeként megállapítottam, hogy a vonal fejlesztési tervei csak részben teljesítik a védelmi követelményeket. Ahol szükséges volt, javaslatokat tettem további fejlesztésekre, amelyeket a fejlesztésről szóló honlap nem említett, ugyanakkor a védelmi követelmények teljesítéséhez szükségesnek tartottam.

Cikkem fő mondanivalója arra irányult, hogy bemutassam a vasúti infrastruktúra-beruházások és az ország védelmi képessége közötti kapcsolatot, és igazoljam, hogy katonai szempontból szükséges a vasúti mellékvonalak és az ilyen jellegű szakaszok megfelelő állapotban tartása. Tanulmányom vizsgálati eredményei és megállapításai ezt a feltevésemet igazolták.

Felhasznált irodalom

Bánfi Miklós Gábor – Mészáros Ferenc – Bokor Zoltán: Zöldülő vicinálisok Európában, *Innorail Magazin*, 1. (2014), 2. 48–53. Online: http://innorail.hu/wp-content/uploads/arch/pdf20147_445.pdf

- Horváth Attila: Közlekedési hálózat és az ország védelmi képesség kapcsolata (védelmi követelmények a közlekedésfejlesztésben). *Biztonságpolitika*, 2009a. Online: http://old.biztonsagpolitika.hu/documents/1277414270_horvath_attila_kozlekedesi_halozat_es_az_oroszag_vedelem_kepesseg_kapcsolata_-_biztonsagpolitika.hu.pdf
- Horváth Attila: A vasúti közlekedés terrorfenyegetettségének jellemzői a városokban. *Hadmérnök*, 4. (2009b), 3. 180–189. Online: http://hadmernok.hu/2009_3_horvatha.pdf
- Horváth Attila – Lévai Zsolt: A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása. In Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből* I. 2021. 131–146. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16207/905_KMDI_I_oktatoi_tanulmánykotet.pdf#page=132
- Lévai Zsolt – Albert Gábor: Vasúti infrastruktúra beruházások tervezése a kritikus infrastruktúra védelem szempontjainak figyelembevételével. *Közlekedéstudományi Szemle*, 72. (2022), 1. 5–19. Online: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.1.1>
- Lévai Zsolt – Kormányos László – Tóth Bence: Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vonalakon. In Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): *XI. Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés?”*. Győr, Széchenyi István Egyetem, 2021. 550–560.
- Magyar Államvasutak Zrt.: *F. 2. sz. Forgalmi Utasítás*. Online: www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/public-procurement/document/public/f_2_sz_forgalmi_utasitas.pdf
- Magyar Államvasutak Zrt.: *Műszaki Táblázatok I. és II. rész*.
- Magyar Honvédség Közlekedési Főnökség: *Magyar Honvédség Közlekedési Támogatás Doktrína* (2005).
- Pócsmegyeri Gábor: *A katonaföldrajzi tényezők hatása a Magyar Köztársaság közlekedési rendszerének védelmi célú előkészítésére*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, 2003.
- Rail Cargo Hungaria: *Használati útmutató Sammp különleges építésű kocsihoz* (é. n.). Online: https://rch.railcargo.com/dam/jcr:536b7d79-b4ee-4313-a804-0ce45067187c/4821_Sammp.pdf
- Szászi Gábor: *A vasúti hálózati infrastruktúrával szemben támasztott újszerű védelmi követelmények kutatása, a továbbfejlesztés feltételrendszerének vizsgálata*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2014.028>
- Tóth Bálint – Helmeczi Gusztáv: Védelmi követelmények a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium közlekedési szakterületén. *Katonai Logisztika*, 14. (2006), 2. 37–55. Online: www.epa.hu/02700/02735/00058/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2006_2_037-055.pdf
- Tóth Bence: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavarja esetén. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 118–132. Online: http://hadmernok.hu/181_09_toth.pdf
- Tóth Bence – Lévai Zsolt: Budapest vasúti elkerülésének barnamezős alternatívái. In Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből*

I. 2021. 233–256. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16207/905_KMDI_I_oktatoi_tanulmánykotet.pdf#page=234
Trenecon Kft. – Főmterv Zrt. – KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.:
Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia (BAVS) – Budapest Rail Node Study (BRNS)
Harmadik szakcikk. (h. n.), (é. n.). Online: <http://bvs.hu/budapesti-agglomeracios-vasuti-strategia-bavs-budapest-rail-node-study-brns-harmadik-szakcikk/>
Union International des Chemins de fer: *Capacity* (UIC Code 406), Paris, 2013.

Jogi források

2011. évi CXCVI. törvény a nemzeti vagyonról 1. Melléklet B) Az állam kizárólagos tulajdonában álló országos törzshálózati vasúti pályák. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100196.tv>
41/2003. (VI. 20.) GKM Rendelet a forgalomirányító jelzőlámpák követelményeiről, tervezési, telepítési és üzemeltetési előírásairól. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0300041.gkm>

Hattyár István¹

A Defender-Europe 21 gyakorlat és a kapcsolt nemzeti kiképzési rendezvények tapasztalatai a koronavírussal terhelt időszakból

The Experiences of the Defender-Europe 21 and the Linked National Exercises from the Period Threatened by the Coronavirus

Jelen tanulmányban a szerző összefüggéseiben mutatja be a Defender-Europe 21 nagy láthatóságú gyakorlat és a kapcsolt nemzeti kiképzési rendezvények tervezésével és levezetésével kapcsolatos tapasztalatokat. Teszi ezt azzal a szándékkal, hogy a megszerzett tapasztalatok hatékonyan hozzájáruljanak egy jövőbeni, hasonló, több haderőnem összehangolt tevékenységét igénylő összetett gyakorlat megtervezéséhez és levezetéséhez.

A téma kifejtése két fő részt ölel fel. Az írás első részében az amerikai fél által követett gyakorlattervezési folyamatba kaphatunk átfogó betekintést. Majd ezt követve a szerző szemlélteti a nemzetközi részvétellel járó, kapcsolt hazai gyakorlatok tervezési folyamatát. A tanulmány második felében a gyakorlat végrehajtása során megszerzett tapasztalatokra és a végrehajtás irányítását ellátó ideiglenesen felállított vezetési elem működésére vonatkozóan kapunk áttekintést.

Kulcsszavak: gyakorlat, gyakorlattervezés, kiképzés, nemzetközi

In the present study, the author introduces the gained experiences of the Defender-Europe 21 high-visibility military exercise and the linked national exercises in their complexity, from planning and command and control point of view. Thereby, the gained experiences might effectively contribute to the planning of any complex military exercise requiring synchronised activity in the future. The exposition of the theme will focus on two parts. In the first part the author will introduce the

¹ Alezredes, MHP Kiképzési Csoportfőnökség, Gyakorlattervező Főnökség, e-mail: hattyi@freemail.hu

U.S. Army as well as the national exercise planning processes and the related key findings. In the second part of the study, the gained experiences of the execution of the exercises will be presented including the introduction of the temporarily established national command and control element.

Keywords: exercise, exercise planning process, training

1. Bevezetés

A Defender-Europe (DE) nagy láthatóságú gyakorlatsorozatot évente rendez meg az Egyesült Államok Európában és Afrikában Állomásozó Szárazföldi Haderő Parancsnokság (*U.S. Army Europe and Africa*, USAREUR-AF). Az elmúlt évek gyakorlatát követve páros években az északi régióban rendezik meg, kiemelten Lengyelországra, Litvániára, Lettországra és Észtországra összpontosítva, míg a páratlan években a fő erőkiejtés a déli irányra tevődik át, elsősorban a Nyugat-Balkánra és a Fekete-tenger térségére, érintve többek között Magyarország területét is.

A többnemzeti részvétellel levezetett összhaderőnemi kiképzési rendezvény kiemelt célja a készenlét és az interoperabilitás további építése az amerikai, a részt vevő NATO-tagországok, valamint a partnerországok között. A gyakorlat védelmi jellegű műveletek begyakorlására és végrehajtására koncentrál, mindenkor szem előtt tartva a forgatókönyvben kidolgozott válságokra való reagálás lehetőségét.

A gyakorlaton részt vevő nemzetek a Befogadó Nemzeti Támogatás (BNT) keretében biztosították a beérkező nemzetközi erők részére a szabad mozgást (*freedom of movement*, FoM), valamint az erők műveleti átcsoportosításának, befogadásának (*reception*), állomásoztatásának és logisztikai kiszolgálásának (*staging*) és műveleti területen belüli áttelepülésének (*onward movement*) a végrehajtását (RSOM) és az azt támogató tevékenységeket.

A kiképzési rendezvény méretét és összetettségét jellemezve néhány tény a számok tükrében: hozzávetőlegesen 28 ezer katona vett részt rajta 26 nemzetből annak érdekében, hogy több mint 12 ország 30 kiképzési bázisán közel egy időben hajtsanak végre kiképzési feladatokat.² Ki kell emelni azt a tényt, hogy a levezetést jelentősen nehezítette a Covid-19-világjárvány terjedésének megelőzésével kapcsolatos rendszabályok maradéktalan betartása, amire a felkészülés a tervezés időszakának egyik legkomplexebb kihívását jelentette.

A gyakorlatnak nagy jelentősége volt a Magyar Honvédség Parancsnoksága (MHP) és az alárendelt katonai szervezetek felkészítési és kiképzési rendezvényeinek rendszerében, hiszen lehetőséget biztosított többek között a BNT-vel kapcsolatos tevékenységek ellátása mellett, a többnemzeti környezetben végrehajtott magas intenzitású műveletekkel kapcsolatos feladatok begyakorlására is.

A tanulmányban részletesen kívánom bemutatni többek között a USAREUR-AF által követett gyakorlattervezési folyamat mellett a hazai tervezési folyamatot, valamint azokat az azonosított tapasztalatokat, amelyek jó alapot szolgáltatnak a jövőben levezetendő, több haderőnem koordinált tevékenységét igénylő, nemzetközi vagy nemzeti gyakorlatok eredményes tervezéséhez és levezetéséhez.

² DEFENDER-Europe 21 Fact Sheet (é. n.).

2. A tervezési időszak

A gyakorlat tervezési időszakának bemutatása során két részre kívánom bontani a tevékenységet. Az első részben a USAREUR-AF haderőnemi komponensparancsnokság kiemelt tervezési aktusainak lépéseit és a fő tapasztalatait kívánom bemutatni magyar szempontból, majd a második részben ahhoz csatlakozóan a hazai kapcsolt nemzeti gyakorlatok rendszerét és azok tervezését fogom szemléltetni.

2.1. A USAREUR-AF gyakorlattervezési folyamata

Ahhoz, hogy az amerikai fél gyakorlattervezési tevékenységét bemutassam, elengedhetetlen kitekintenünk a katonai műveleteik végrehajtásának kiemelt fázisaira. Tényként kell kezelni azt a megállapítást, hogy az amerikai fél többek között a „Gyakorolj, ahogy harcolsz”,³ azaz a valós harchelyzetet megközelítő kiképzési környezet megteremtésének alapelvét követi.

Ez a megállapítás többek között azt jelenti, hogy a szárazföldi haderőnem szerepét az összhaderőnemi műveletek fázisaiban mindenkor figyelembe veszik, és a gyakorlatok tervezése során a doktrinális fázisokra⁴ építik fel a scenáriót és az arra kidolgozott műveleti tervet. Az 1. ábra részletesen szemlélteti az összhaderőnemi műveletek fázisait.

Ezen túlmenően a valóságot megközelítő ellenerő⁵ (OPFOR) alkalmazásával fokozzák a gyakorlat realitását.



1. ábra: A U.S. Army stratégiai szerepe és az összhaderőnemi fázisok közötti összefüggés

Forrás: a szerző szerkesztése

³ Department of the US Army: *FM 7-0 Training*. Washington, DC, Headquarters, Department of the US Army, (2021. június). 1-1, 1-2, „Train as you fight”.

⁴ Department of the US Army: *FM 3-0 Operations*. Washington, DC, Headquarters, Department of the US Army, (2017. október.). 1–14.

⁵ *Opposing Force*, a tanulmány későbbi részében mutatom be az OPFOR erők jelentőségét és az alkalmazásuk tapasztalatait.

A gyakorlat tervezésénél az amerikai fél a saját kiképzési rendszerét követte, ezért elengedhetetlen részleteiben szemléltetni a kiképzés alapelveinek rendszerét, amelyek iránymutatást adnak minden szintű parancsnoknak és vezetőnek.

Közös jellemzőjük, hogy ezek az alapelvek kiegészítik egymást, feladatot (*task*) és célt (*purpose*) biztosítva a szárazföldi haderőnem kiképzése minden vonatkozásában.

A kiképzés alapelvei:⁶

- a parancsnokok az elsődleges kiképzők;
- az altisztek hajtják végre az egyéni kiképzést, a kezelőszemélyzetek kiképzését és a kisalegységek összekovácsolását, mindezek mellett javaslatot fogalmaznak meg a parancsnok részére a kiképzés tekintetében;
- a kiképzés során többlépcsős, a fokozatosság elvét követő eljárásrendeket alkalmaznak, a rendelkezésre álló idő maximális kihasználása és az erőforrások hatékony felhasználása érdekében;
- a kötelező kiképzés általában összefegyvernemi keretek között történik;
- a doktrínák követelményeivel összhangban történik a kiképzés;
- a kiképzést a valóságot legjobban megközelítő környezetben kell végrehajtani;
- a kiképzés során elért eredményeket szinten kell tartani;
- folyamatosan fenn kell tartani a katonák harcképességét, a haditechnikai eszközök hadrafoghatóságát;
- az előljáró parancsnoknak törekednie kell a kiképzési rendezvények elsődlegességére, valamint a kiképzési tervek végrehajtásához szükséges feltételek biztosítására.

A Defender-Europe 21 (DE21) tervezése érdekében egyebek mellett három kiemelt tervezői rendezvényt vezetett le a USAREUR-AF kijelölt gyakorlattervező állománya a részt vevő nemzetek bevonásával, úgymint Indító Tervező Konferencia (*Initial Planning Conference, IPC*), Közbülső Tervező Konferencia (*Mid-Planning Conference, MPC*)⁷ és végül Záró Koordinációs Konferencia (*Final Coordination Conference, FCC*).

Természetesen a fenti rendezvények mellett még számos koordinációs megbeszélés, tervezőcsoport-ülés, koncepciópontosító és begyakorlást szolgáló rendezvény biztosította a megfelelő információáramlást.

A továbbiakban az egyes konferenciák legfontosabb célkitűzéseit, azok megvalósulását és a fő tapasztalatait tekintem át.

Az IPC érdekessége, hogy 2020 első negyedében Budapesten rendezték meg jelenléti formában, a Covid-rendszabályok maximális figyelembevételével.

Egy ilyen volumenű nemzetközi konferencia megrendezése (több mint 300 fő részvétele) körültekintő tervezést és koordinációt igényelt. Fontos megjegyezni, hogy a rendezvény végén a résztvevők meglegedésüket kifejezve távoztak.

Az IPC fő célkitűzései:

- a végrehajtás érdekében létrehozott csoportosítások pontosítása;
- a gyakorlat szinkronizációs tervének a kidolgozása (például erők telepítése, előre telepített készletek igénybevétele, erők visszatelepítése stb.);

⁶ Department of the US Army (2021): i. m. 1-1, 1-2.

⁷ Joint Staff: *Joint Training Manual for the Armed Forces of the United States*. Washington, DC, CJCSM 3500.03E (2015. április 20.). H-A-2.

A Magyar Honvédség (MH) részéről a tervezett részvételt a SAGU 21 és DE21 CPX gyakorlatokon pontosították. A Magyarország területére átcsoportosításra tervezett USA-alegységek erőit, településük körzeteit és a logisztikai igényeiket áttekintették. A gyakorlatok további tervezéséhez szükséges alapadatok, igények rendelkezésre álltak.

A Közbülső Tervező Konferenciát a pandémiás helyzetre való tekintettel virtuális formában rendezték meg 2020 júliusában. A konferencia részét képezte a Főbb Szcenáriós Események Listája (*Master Scenario Events List*, MSEL)¹⁰ összeállítása első változatban, amely meghatározó jelentőségű volt a komplex gyakorlatok vonatkozásában.

Az MSEL időrendi sorrendben sorolja fel azokat a szcenárióhoz kapcsolódó tevékenységeket, amelyekre a gyakorló állománynak az elvárásoknak megfelelően kell tevékenykednie, és a gyakorlat levezetésének alapjául szolgál.

Mindenképpen lényeges bemutatni azt a vezetési-irányítási rendszert, amely keretként szolgált a gyakorlat műveleti levezetésével kapcsolatban. A USAREUR-AF bázisán alakították meg az Összhaderőnem Szárazföldi Komponens Parancsnokságát (*Joint Force Land Component Command*, JFLCC), amely egyebek mellett a művelettervezéssel és műveletvezetéssel kapcsolatos feladatokat is ellátta. A műveleti parancsok kidolgozása 2020 őszén vette kezdetét, ahol már az MHP érintett szervezeti egységei is képviselték magukat.

Ebben az időszakban sok fejtörést okozott a magyar művelettervezőknek az a körülmény, hogy az amerikai tervezőkkel megértessék az ideiglenes jelleggel felállításra tervezett Helyi (Nemzeti) Műveletirányító Elem (*Local Operations Control*, LOPSCON) mint magyar vezetési elem funkcionális feladatrendszerét és a vezetési rendszerben betöltött szerepét. A LOPSCON jelentőségére és a működésével kapcsolatos tapasztalatokra a végrehajtás részben részletesen ki fogok térni.

Mivel az amerikai fél összhaderőnemi képességeket felsorakoztató gyakorlatot tervezett levezetni, a tervezési rendezvények körébe tartozott a szintén 2020 őszén megtartott Légi Tervezési Konferencia (*Air Planning Conference*, APC).

A tervezés folyamatában ezt követte az FCC, amely során egyebek mellett véglegesítették a DE21 gyakorlat levezetésének koncepcióját, a részt vevő erők összetételét, a szcenárió, a kiképzési támogatás elgondolását (például OPFOR alkalmazása), az elérni kívánt stratégiai hatások körét, a komplett logisztikai és személyügyi támogatás koncepcióját, az egészségügyi támogatás, a vezetés-irányítási koncepció, illetve a légi támogatás elgondolását.

Így papírra vetve ezek a feladatok egyszerűnek tűnnek, de ahogy a fentiekből is kitűnik, az MHP részéről olyan felkészült törzstiszteket kellett delegálni és természetesen felkészíteni, akik megfelelő hatékonysággal, a szakmai érvek felsorakoztatásával voltak képesek a nemzeti gyakorlattervezés érdekeinek képviselésére.

A megszerzett tapasztalatok körét gyarapította az a tény, hogy az FCC-t virtuális formában vezették le, de azt gondolom, hogy a konferencia előkészítésében és levezetésében érintett állomány ekkorra már óriási tapasztalatot szerzett nemzetközi környezetben az ilyen jellegű megoldásokban.

¹⁰ Joint Staff: *Joint Training Manual for the Armed Forces of the United States*. Washington, DC, CJCSM 3500.03E (2015. április 20.). D-8.

Véleményem szerint ezt a feladatot az MH tervezői legjobb tudásuk szerint teljesítették, és a tervezési fázis e részére birtokolták mindazon információmennyiséget, amely jó alapot szolgáltatott a kapcsolt nemzeti gyakorlatok tervezéséhez. Ez a tervezés a DE21 kidolgozó munkájával párhuzamosan valósult meg.

2.2. A Magyar Honvédség gyakorlattervezési folyamata

A hazai gyakorlatok tervezésének koordinált végrehajtása érdekében kiadták a „607/2020 Magyar Honvédség Parancsnok (MH PK) parancsa a Defender-Europe 21 gyakorlatsorozathoz kapcsolt magyar nemzeti gyakorlatok tervezésére” nevű dokumentumot.

Egyebek mellett ebben a parancsban határozták meg, hogy a gyakorlatsorozat Magyarországon tervezett tevékenységének vezetését és koordinálását az MHP bázisán és szervezeti egységei részvételével a DE21 gyakorlatsorozat időszakában, egy integrált műveletvezetési elemmel, valamint gyakorlatvezető és irányító csoporttal megalakított nemzeti műveletirányító elem, nevezetesen a LOPSCON hajtja végre.

A műveletvezetés vonatkozásában a LOPSCON-t alapvetően hadosztályszintű vezetési funkciók végrehajtására ideiglenesen alakították ki a harc megvívásának hat funkcionális területei – (*warfighting function*¹¹) ellátása érdekében.

A harc funkcionális területei:

- vezetés és irányítás;
- mozgás és manőver;
- felderítés;
- tűztámogatás
- fenntartás;
- erők megóvása.

A parancs továbbá kitért arra, hogy a gyakorlat során a LOPSCON műveleti alárendeltségébe tartozó műveleti dandár törzs megalakítása az MH 5. Bocskai István Lövészdandár (MH 5. LDD) bázisán történt meg, amely a DE21 II. fázisában, a SAGU 21 gyakorlat ideje alatt vezette az alárendeltségében lévő és modulelemeivel kiegészített összefegyvernemi zászlóaljharccsoportot, amely a nemzetközi alegységek integrációját követően, 2021. május 24. és június 9. között, az MH Központi Gyakorló- és Lőter területén begyakorolta a harc fajtáit mint védelmi és támadó harc a hagyományos, magas intenzitású katonai műveletek során, a hadosztály első lépcsőjében.

A parancsban rögzítették továbbá a DE21 kapcsolt nemzeti gyakorlatok rendszerét az alábbiak szerint:

- Brave Warrior 2021 (BRWA21) szárazföldi harcászati gyakorlat;
- Blue Sky 2021 (BLSK21) légi műveleti gyakorlat;
- Black Swan 2021 (BLSW21) különleges műveleti gyakorlat;

¹¹ Department of the Army: *ADP 3-0, Operations*. Army Doctrine Publication, Washington, DC, Headquarters Department of the Army, (2019. július 31.). 5-2.

- Soft Caps 2021 (SOCA21) nemzetközi nem kinetikus harcászati gyakorlat és CIMIC, PSYOPS valós biztosítás;
- DE21 BNT feladatainak vezetése és végrehajtása;
- Safety Fuel 2021 (SAFU21) Német–Magyar Tábori Hajtóanyag Raktár képességfejlesztés;
- Safety Transport 2021 (SATR21) Német–Magyar Közepes Szállító Század képességfejlesztés;
- Precise Reception 2021 (a továbbiakban: PRRE21) a NATO Erőket Integráló Elem (NATO Force Integration Unit HUN (a továbbiakban: NFIU HUN) minősítő gyakorlata.

A PRRE21 minősítő gyakorlattal kapcsolatban kell megjegyezni azt a tényt, hogy a szcenárió tekintetében nem követte a DE21 műveleti kereteit, azonban a LOPSCON gyakorlatvezető állománya irányította annak levezetését, amit kiváló eredménnyel hajtott végre az érintett állomány.

A fenti, kapcsolt nemzeti gyakorlatok tervezése érdekében Központi Tervező Csoportot (KTCS) állítottak fel, az MHP Kiképzési Csoportfőnökség Gyakorlattervező főnökség főnök vezetésével és az MHP szervezeti egységek, valamint az MHP alárendelt katonai szervezetek részvételével. Pozitív tapasztalatként jelentkezett az a körülmény, hogy a tervezők jelentős része megegyezett a DE21 tervezésében részt vevő állománnyal, és a kidolgozás folyamatában csak minimális fluktuáció jellemezte az összetételét.

A tervezés összehangolt végrehajtása és az információáramlás folyamatosága érdekében felállítottak egy központi portált, amely megfelelő szinten támogatta a tervezőket.

Röviden áttekintve az alábbi tervezési aktusokat tartották meg:

2021. január hónapban a DE21 gyakorlatsorozathoz kapcsolt magyar nemzeti gyakorlatok összevont Indító Tervezői Konferenciáját (ITK) és Fő Tervező Konferenciáját (FTK) rendezték meg, amelyet a Covid-19-járványhelyzetből adódóan hibrid módon, a nemzetközi résztvevők virtuális részvételével vezettek le.

Kiemelt tapasztalat, hogy a két tervezési rendezvény (ITK, FTK) összehívására lehetőség nyílik, ahogy azt a gyakorlat is bizonyította, azonban követelmény, hogy a gyakorlat tervezéséhez kapcsolódó tervezési okmányok, mint a Gyakorlat Alapadatai és a Gyakorlat Terve (*Exercise Specification, Exercise Plan*)¹² kidolgozottsága úgy tartalmában, mint minőségében biztosítsa a szükséges információkat a tervezésben érintett alárendelt részére.

A kapcsolt nemzeti gyakorlatok tervezése mellett, 2021. március hónapban, a műveleti tervezés vonatkozásában tartották meg a hadosztályszintű harcparancs kidolgozó konferenciáját, amelyet a műveleti dandár harcparancsának kidolgozó konferenciája követett. A korábbi és már bejáratott gyakorlatot követve a nemzetközi résztvevők videokonferencián keresztül csatlakoztak a rendezvényhez. A nemzeti gyakorlatok műveleti tervezéséhez alapot szolgáltató szcenáriókat sikerült oly mértékben kidolgozni,

¹² Magyar Honvédség (2017): i. m. A-2.

hogyan az megfelelő mélységben támogatta az alárendelt katonai szervezetek tervező tevékenységét, és összhangban volt a JFLCC által alkalmazott forgatókönyvvel.

A nemzeti gyakorlatok tervezési folyamata a ZKK megtartásával fejeződött be a gyakorlatokon részt vevő amerikai, cseh, horvát, lengyel, német és szlovák felek részvételével.

A ZKK során véglegesített témakörök:

- a résztvevők körének és harcértékének (személyi, technikai) pontosítása;
- a kiképzési feladatok és célkitűzések;
- a kiképzési létesítmények, bázisok igénybevétele;
- a gyakorlat vezetés-irányítási rendszere;
- a támogatási rendszer;
- az összeköttetési rendszer;
- az egészségügyi rendszer véglegesítése, kiemelt figyelmet fordítva az előírt, a gyakorlatra vonatkozó Covid-rendszabályok ismertetésére;
- a Technikai Megállapodások;
- a médiaterv.

A fenti fejezet jól szemlélteti azt a tervezési körülményt, hogy az érintett állománynak közel egy időben kellett végrehajtani a DE21 gyakorlat és a kapcsolt nemzeti gyakorlatok tervezését, összehangolását egy Covid-világjárvány által terhelt időszakban.

A gyakorlatot tervező állomány megszakítási dátumot (*abort date*) illesztett be a tervezési időrendbe, ami azt a célt szolgálta volna, hogy az előjáró megfelelő időben tudja meghozni a járványhelyzet negatív alakulása esetén a gyakorlat törlésére vonatkozó döntést. Így sem jogi, sem pedig anyagi értelemben nem érte volna veszteség a külföldi résztvevőket.

Megállapítható, hogy az információáramlás a hazai és nemzetközi tervező állomány között folyamatos volt.

Fontosnak tartom hangsúlyozni azt a körülményt, hogy a gyakorlat tervezésében részt vevő állománynak részletesen ismernie kellett az amerikai gyakorlattervezési folyamatot, terminológiát és a művelettervezési, -vezetési rendszert. Ennek a körülménynek a megvalósulása nagyban hozzájárult a tervezés sikeréhez.

Végül lényegesnek látom kiemelni azt a tényt, hogy az előjáró (döntéshozó) tájékoztatását hivatott vezetői aktusok biztosították voltak. Ez a tény azért lényeges, mert a tervezés folyamatában folyamatosan fenn kellett tartani az előjáró és a tervezők közötti információs csatornát a döntések időbeni meghozatala érdekében.

3. A végrehajtás időszaka

A végrehajtás fázisa a már korábban ismertetett gyakorlatra vonatkozó szakaszok bemutatására épül. Elsőként az amerikai fél által végrehajtott gyakorlatokat (fázisonként), majd a kapcsolt nemzeti gyakorlatok rendszerét ismertetem. Ebben a részben mutatom be továbbá az ideiglenes jelleggel felállított nemzeti vezetési elem, a LOPSCON felépítését, feladatrendszerét és a vonatkozó legfontosabb tapasztalatokat.

3.1. Az amerikai fél által végrehajtott gyakorlatok

A kapcsolódó műveleti fázisok a következők voltak.

IA–IB. fázisok: Elrettentés (*deter*, 2021. május 1–14.)

Az IA. fázishoz kötött, amerikai részvétellel végrehajtott SWRE 21 során a 173. Légi Szállítású Dandárharcsoport (*Infantry Brigade Combat Team – Airborne*, 173 IBCT – A), a 82. Légi Szállítású Hadosztály kijelölt dandárharcsoportja „összhaderőnemi erőteljes fellépés” (*Joint Forcible Entry*, JFE) műveleteket hajtott végre egy ideiglenes összpontosítási körletből (Pápa).

Magyarországon az MH Pápa Bázisrepülőtér a BNT keretében, Közbülső Állomásoztatási Bázisként (*Intermediate Staging Base*, ISB) működött a gyakorlat ideje alatt, ahonnan a 173 IBCT(A) két alegysége hajtotta végre a Bulgáriába tervezett ejtőernyős műveleteit.

II. fázis: A kezdeményezés megragadása (*Seize the initiative*, 2021. május 24. – június 9.)

A SAGU 21 szárazföldi harcászati gyakorlat során a résztvevő amerikai manőver erők éleslövészettel egybekötött harcászati mozzanatait vezették le Románia, Bulgária és Magyarország területén.

Az amerikai fél részéről Magyarországon a 2-2. páncélos felderítő zászlóalj (2-2 *Cavalry Squadron*, 2-2CR) hajtott végre kiképzési feladatokat, ami csatlakozott az MH 5. LDD által vezetett BRWA21 harcászati gyakorlathoz.

A 2-2CR harctevékenységének támogatására a 12. csapatrepülő dandár (12th *Combat Aviation Brigade*, 12CAB) részeit, 20 db AH-64D, 2 db CH-47F, 2 db UH-60M, 3 db HH-60A telepítették Szolnok és Kecskemét helyőrségekbe.

Szolnokról hajtották végre a 2-2CR közvetlen támogatását. Ezt egészítette ki az Újmajorban felállított előretolt fegyverzeti és üzemanyagtöltő-pont (*Forward Arming and Refueling Point*, FARP). Ezenfelül a kiképzési célkitűzések elérése érdekében a 12CAB harcászati áttelepülést hajtott végre Taszár egykori katonai repülőtérre.

III. fázis: A fölény megtartása (*Dominate*, 2021. június 10–14.), Defender 21 gyakorlat

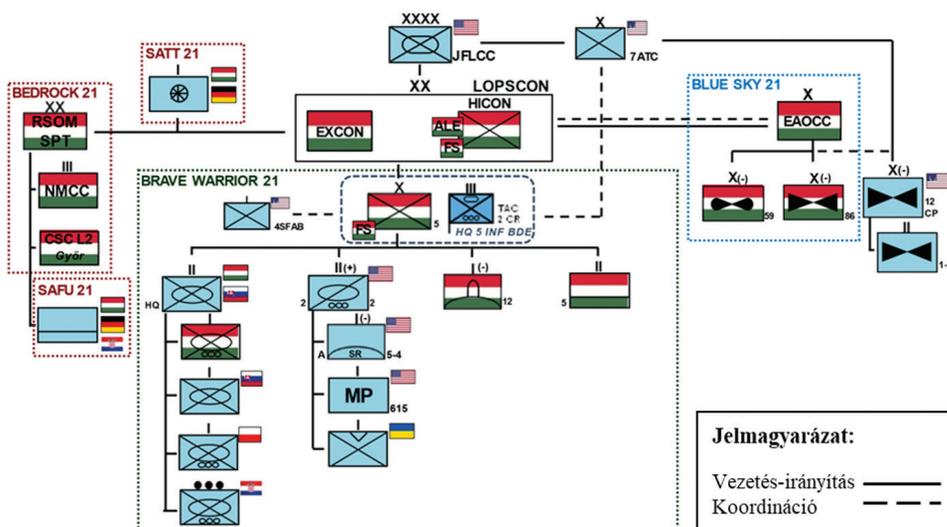
A DE21 gyakorlatsorozat III. fázisában CPX/Computer Assisted Exercise (CAX) tevékenységet tartottak, amely során a wiesbadeni USAREUR-AF parancsnokság alárendeltségében tevékenykedő Közép-európai Többnemzeti Hadosztály-parancsnokság (HQ MND-C) hajtotta végre a gyakorlatot. Az HQ MND-C másodlagos kiképzendő állományként vett részt a III. fázisban. A hadosztályparancsnokság fő vezetési pontja Székesfehérváron települt, míg az HQ MND-C Telepíthető Vezetési Eleme a német grafenwöhri gyakorlótér infrastruktúrájára támaszkodva hajtotta végre a tevékenységét.

3.2. A kapcsolt hazai nemzeti gyakorlatok

A fenti fázisokból álló amerikai vezetésű gyakorlatokhoz kapcsolták az alábbi hazai nemzeti gyakorlatokat.

3.2.1. BRWA 2021

A gyakorlatot az amerikai zászlóaljharccsoport mellett a visegrádi országok (V4) részéről század szintű kötelékek, valamint egy horvát AMV Patria harcjárművel felszerelt gépesített lövészzakasz részvételével rendezték meg. Az MH 5. LDD alárendeltségében lévő nemzetközi zászlóaljharccsoportok összetételét az alábbiak szerint alakították ki (3. ábra):



3. ábra: A vezetés-irányítás és a hazai kapcsolt gyakorlatok rendszere

Forrás: a szerző szerkesztése

Kiemelt feladatként jelentkezett a műveleti dandár törzs megalakítása az MH 5. LDD bázisán, amely a gyakorlat ideje alatt vezette az alárendeltségében lévő, zászlóaljszintű nemzetközi manővert támogató és kiszolgáló erőket.

A gyakorlat keretében 2021. május 31. és június 2. között hajtották végre az erők egymással szemben („force on force”) alkalmazásának módszerével terepen a zászlóaljszintű harcászati gyakorlatot. Az MHP által felállított LOPSCON alárendeltségében, a műveleti dandár törzs vezette a neki alárendelt zászlóaljharccsoportokat. A harcászati mozzanat hadműveleti szünet nélkül, három napon át tartott.

Lényeges megjegyezni, hogy a dandár tevékenységét az Amerikai Egyesült Államok Hadseregének 4. Biztonsági Erőket Támogató Dandár (U.S. ARMY 4th Security Forces

Assistance Brigade, 4th SFAB) mentori állománya segítette és támogatta. Ez a támogatás szintén jelentősen segítette az MH 5. LDD kiképzési céljainak elérését.

A valóságot megközelítő körülmények szimulálása érdekében az OPFOR szerepét az amerikai 1-4 lövészsászlóalj (Hohenfels, Németország) és a kötelékébe át-, illetve alárendelt magyar ellenerőszázad töltötte be.

Fontos tapasztalatként jelentkezett az a tény, hogy míg az amerikai fél részéről hivatalos döntnökök felügyelték a harc „tisztá” megvívását, azonban magyar részről nagyobb hangsúlyt kell a jövőben fektetni a döntnöki állomány felkészítésére.

A tevékenység megkezdése előtt terepen végrehajtott pontosító megbeszélés és koordináció a végrehajtó, a döntnöki, valamint a LOPSCON állománya között nagyban elősegítette a harcászati feladat eredményes végrehajtását.

A fenti tények jól érzékeltetik azt a körülményt, hogy az amerikai fél jelentős személyi és technikai erőforrást csoportosított át a gyakorlat körzetébe a „*force on force*” feladat érdekében. Sajnos tapasztalatként jelentkezett, hogy a magyar csapatok által használt iMILES típusú valós szimulációs rendszer nem volt 100%-ban interoperábilis az amerikai csapatok által használt valós szimulációs rendszerrel. Ennek következtében a találatokat ugyan jelezték a rendszerek, de az értékelő egység nem tudta fogni, csak a saját rendszeréhez tartozó adatokat, így nem volt alkalmas a visszajátzásra és kiértékelésre. Ennek következtében a kiértékelés a döntnöki jelentésekre épült.

3.2.2. Black Swan 2021

A BLSW21 gyakorlaton a Saber Guardian 21 idején Magyarországra települő 12CAB részeivel való együttműködés keretében lehetőség nyílt légiroham-feladatok végrehajtására. A BLSW21 gyakorlatot több fázisban vezették le és kapcsolták a DE21 gyakorlatsorozathoz.

A tevékenység során az MH 2. Különleges Rendeltetésű Dandár, 881. Rohamlövész osztaga hajtott végre légiroham-műveletet Taszár repülőterén 2021. június 3. és 4. között. Ezenfelül közös ejtőernyős kiképzésre is sor került Szolnok helyőrségben 2021. május 31. és június 1-je, valamint június 7. és 11. között.

3.2.3. Blue Sky 2021

A BLSK 21 gyakorlatot a magyar légierő kapcsolódó gyakorlataként vezették le, az alárendelt légierő katonai szervezeteinek bevonásával. Ennek során valós repülések végrehajtásával a Magyar Honvédség Művelet Vezetési Rendszerének (MH MVR) kijelölt légierőelemeit gyakoroltatták, együttműködve az amerikai szárazföldi haderőnem szervezeti alárendeltségébe tartozó forgószárnyas repülőeszközökkel. A helikopterek légi támogatást biztosítottak a gyakorlatban részt vevő szárazföldi erők részére.

Ennek érdekében a fokozatosság elvét betartva a gyakorlatsorozat ideje alatt aktiválták az adott feladat vezetési és irányítási rendszeréhez szükséges, a MH MVR részét képező Légierő Művelet Vezetési Rendszerének egyes elemeit is.

3.2.4. Soft Caps 2021

A DE21 gyakorlat részeként az MH CKELMK kijelölt állománya és az USAREUR-AF Civil Ügyek Csoport (*Civil Affairs Team*) köteléke közös Civil Kapcsolattartó Csoportokat megalakítva együtt hajtotta végre a határátlépések, a csapatmozgások és a kapcsolódó gyakorlatok valós CIMIC-PSYOPS-támogatását.

3.2.5. Bedrock 2021

A DE21 gyakorlatsorozathoz kapcsolódóan a BNT feladatainak vezetése és végrehajtása, továbbá a BNT rendszerének begyakoroltatása és fejlesztése érdekében nemzeti gyakorlatot hajtottak végre 2021. április 15. és június 18. között.

Az RSOM Támogató Parancsnokság alárendeltségében a BNT támogatására az alábbi elemek alakultak meg:

- a Nemzeti Mozgáskoordináló Központ (*National Movement Coordination Center, NMCC*) az MH Katonai Közlekedési Központ (MH KKK) bázisán alakult meg 2021. április 15. és június 18. között;
- a Konvoj Támogató Központ (*Convoy Support Center, CSC*) Lébényben települt, az MH Anyagellátó Raktárbázis (MH ARB), az MH 6. Sipos Gyula Területvédelmi Ezred (MH 6. TVE), az MH 64. Boconádi Szabó József Logisztikai Ezred (MH 64. LE) és az MH 12. ALRE kijelölt erőivel 2021. április 15. és június 16. között.

3.2.6. Safety Fuel 2021

A SAFU21 gyakorlat a DE21 gyakorlatsorozat hajtóanyag-ellátásának biztosítása a Központi Gyakorló- és Lőtérén német, horvát és magyar erők bevonásával 2021. május 14. és június 15. között, a többnemzeti tábori hajtóanyagraktár-képesség fejlesztése érdekében valósult meg.

3.2.7. Safety Transport 2021

A német–magyar közepes szállító század 2021. május 14. és június 13. között Kaposvár helyőrség települési körletből hajtotta végre a gyakorlat keretében tervezett valós biztosítási és kiképzési feladatait. Az MH 64. LE egy kis létszámú törzselemmel irányította a század gyakorlatát, amelybe előzőleg egyeztetett létszámmal a Bundeswehr 472. logisztikai zászlóalja is delegált állományt.

3.3. A LOPSCON felépítése, feladatrendszere, tapasztalatok

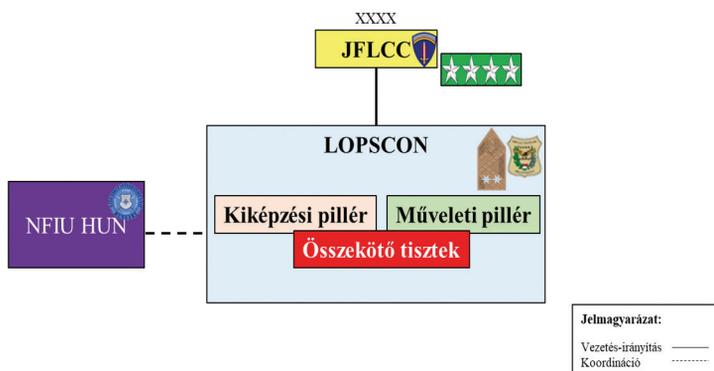
A LOPSCON rendeltetése a fenti, nemzeti gyakorlatok koordinált végrehajtása annak érdekében, hogy a tervezés időszakában kidolgozott kiképzési célkitűzések

megvalósuljanak. Ennek érdekében két pillérrel, kiképzési és műveleti pillérrel alakították ki. Ebben a részben a fő hangsúlyt a LOPSCON kiképzési pillérének bemutatására helyezem, de természetesen a felépítés komplexitásának bemutatása érdekében a műveleti pillért is érinteni fogom.

A LOPSCON tevékenységét többek között a DE21-hez kapcsolt nemzeti gyakorlatok irányítása, a USAREUR-AF bázisán megalakított JFLCC-vel való információcsere és koordináció végrehajtása, valamint a gyakorlat meghatározott fázisában a műveleti vezetés végrehajtása (BRWA 2021, „force on force” időszakában) képezte.

A LOPSCON-konceptiót a Norvégiában megrendezett Trident Juncture 2018¹³ (TRJU 18) NATO-gyakorlat során alkalmazták a részt vevő NATO- és norvég erők, a gyakorlat jellegzetességei miatt. A fő célja a gyakorlat zökkenőmentes lefolyásának irányítása és a tevékenységek koordinálása volt, főként Norvégia földrajzi és éghajlati sajátosságainak megfelelően.

A LOPSCON hazai viszonyokra adaptálása során a tervezők a rendezőelvet hasonlóképpen alakították ki. A LOPSCON egyfelől megvalósította és végrehajtotta a műveletvezetéssel kapcsolatos funkcionális feladatokat, másfelől lefedte a gyakorlatvezetés (*exercise control*, EXCON)¹⁴ klasszikus feladatrendszerét (4. ábra).



4. ábra: A LOPSCON szervezeti felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése

A kialakított LOPSCON-struktúra messzemenőig támogatta a gyakorlat eredményes levezetését. A végrehajtó állományból (a nemzetközi és a hazai) delegált összekötő tisztek jelentősen fokozták az információáramlás gyorsaságát és pontosságát. A kialakított napi működési rend (*battle rhythm*) maximalizálta a koordinációt a LOPSCON-t végrehajtó, valamint a támogató és biztosító erők között. Az MH Központi Gyakorló- és Lőtér (KGYL) optimális, koordinált igénybevétele érdekében, a végrehajtó nemzetközi és hazai katonai szervezetektől delegált összekötő tisztek aktív részvételével,

¹³ NATO: LANDCOM Participates in Exercise Trident Juncture (2018).

¹⁴ Magyar Honvédség (2017): i. m. B-6.

napi rendszerességgel tartották meg azt a szinkronizációs értekezletet, amely során a kiképzési rendezvények összehangolása valósult meg. Jól szemlélteti az értekezlet jelentőségét az a tény, hogy itt történt meg többek között a szárazföldi és a légi erők haderőnemek közötti kiképzési koordináció, valamint a feladat pontosítása.

A JFLCC amerikai törzsével heti rendszerességgel videokonferenciát (*video teleconference*, VTC) tartottak, ami jelentős segítség volt nemcsak a végrehajtás, de az erők települése (RSOM) és visszatelepülése (reverse RSOM) során is. Ezt a tevékenységet támogatta az MHP KIKCSF állományából az amerikai félhez, Wiesbadenbe delegált összekötő tiszt.

Rátérve a LOPSCON kiképzési pillérének felépítésére és feladatrendszerére, az 5. ábra jól szemlélteti a kialakított struktúrát és a hozzá kapcsolódó feladatrendszert. Szeretném hangsúlyozni, hogy a felépítés jó lehetőséget adott az eljárónak arra, hogy a feladatok intenzitását figyelembe véve növelje, illetve csökkentse a LOPSCON-ba bevont állomány létszámát.



5. ábra: A LOPSCON kiképzési pillér felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése

Levonható az a következtetés, hogy a funkcionális területek képviselői a gyakorlatvezetéssel szemben támasztott követelményeknek maximálisan megfeleltek, és a gyakorlat teljes ideje alatt képesek voltak operatív döntéseket előkészíteni és elöljárói döntés után kiadni az alárendeltnek felé a szükséges intézkedéseket és parancsokat. Végig rendelkeztek azzal a helyzetismerettel, amellyel az elöljáró információigényét hatékonyan képesek voltak kielégíteni.

Fontos kiemelni azt a körülményt, hogy a LOPSCON települési helyeként Székesfehérvárt jelölték ki, amely kellőképpen közel volt a gyakorlat körzetéhez, de a LOPSCON funkcionális támogatása (híradó-informatika, valós biztosítás) szempontjából is előnyös volt. Sikerült a LOPSCON-munkahelyeket is a követelményeknek megfelelően, praktikusán kialakítani.

Hasznos tapasztalat volt a gyakorlat egyes fázisaiban az Összhaderőnemi Gyakorlatkezelő Modul (*Joint Exercise Management Module*, JEMM) használata, amely mind a PRRE 21 (NFIU HUN minősítő gyakorlat), mind pedig a „*force on force*” során biztosította a szcenárióhoz illeszkedő incidensek és közlések koordinált és nyomon követhető bejátszását.

Kiemelt tapasztalat volt az a megállapítás, hogy a jövőben (elöljárói döntés alapján) a hasonló nagyságrendű, komplex, nemzetközi részvétellel járó gyakorlatok esetén az erők településének és visszatelepülésének időszakában célszerű, ha az MHP

Logisztikai és Gazdálkodási Csoportfőnöksége irányítja a feladatok végrehajtását, míg a kiképzési tevékenységek fázisában az MHP KIKCSF a fő felelős.

A gyakorlat levezetését jelentősen bonyolította és nehezítette a Covid okozta járványügyi helyzet. A kockázatok csökkentése érdekében, az előkészítés során kialakítottak és kiadtak egy egységes – magyar és angol nyelvű –, járványhelyzetek kezelésére szolgáló eljárásrendet, mind a magyar, mind a nemzetközi erők részére. Ezen túlmenően hasonló gyakorlatok esetén a jövőben tovább kell folytatni a kidolgozói munkát, amelynek célja olyan egészségvédelmi szabályzó kiadása, amely egységesen magyar és angol nyelven tartalmazza a szükséges eljárásrendeket, amihez jó kiindulási alapként szolgál az amerikai 7th Army Training Command (7ATC) kiadványa (7ATC Playbook).

A tapasztalatok sorában az utolsó, de talán a legfontosabb az a megállapítás, hogy az amerikai fél figyelmét már a gyakorlattervezési fázis korai szakaszában fel kell hívni a hazai gyakorló- és löterek hatályos használati utasításaiban rögzített, az éjszakai lövészetekre és egyéb nagy zajhatással járó tevékenységekre vonatkozó működési időrend következetes alkalmazására és betartására. De ugyanilyen jelentősége van a környező települések lakosai számára megtartott időbeni tájékoztatóknak a várható kiképzési rendezvényekről (ez a tevékenység a DE21 során megtörtént). Követendő lehet az a példa, amelyet az MH 5. LDD valósított meg a korábbi gyakorlatok időszakában. A környező iskolák diákjai részére megtartott technikai bemutatókkal lehet fokozni a MH és ezáltal a gyakorlatok elfogadottságát.

4. Összegzés

A DE21 és a kapcsolt nemzeti gyakorlatok tervezése több mint egyéves időszakot ölelt fel. Amikor 2020 első negyedében megtartottuk az ITK-t, még senki nem gondolt arra, hogy a koronavírus-járvány okozta pandémia mekkora korlátozást fog jelenteni, mind a tervezés körülményeit, mind pedig a végrehajtást megnehezítve.

A hazai és a nemzetközi tervezők mindent megtettek annak érdekében, hogy az erőforrások optimális felhasználásával, a Covid-pandémia elleni aktuális rendszabályok maximális betartásával és betartatásával hozzájáruljanak a végrehajtó állomány kiképzési célkitűzéseinek eléréséhez.

A kiképzési célkitűzések zömét, az alapos és részletes tervezési folyamatnak köszönhetően mind a nemzetközi, mind pedig a hazai kiképzendő állomány jó szinten teljesítette.

A gyakorlatok végén levezetett feladat utáni értékelések (*after action review*, AAR¹⁵) rávilágítottak arra, hogy kiemelt fontosságuk van a hasonló nagyságrendű, nemzetközi részvétellel járó, komplex, összhaderőnemi gyakorlatoknak. Ez a megállapítás összhangban van a Kormány 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozatával Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról. E rövid idézet kiemeli a Magyar Honvédséggel kapcsolatos elvárásokat:

¹⁵ Magyar Honvédség (2017): i. m. II-4.

„A Magyar Honvédségnek a képességfejlesztések végrehajtásával olyan korszerűen felszerelt, magasfokú mobilitással és reagálóképességgel rendelkező haderővé kell válnia, amely képes nemzeti és szövetséges keretek között azonnali, gyors és hatékony beavatkozásra. Továbbá a Magyar Honvédségnek képesnek kell lennie szövetségi keretek között nagy intenzitású, összhaderőnemi műveletekben történő nagyobb szerepvállalásra, amely alapot teremt az alacsonyabb intenzitású (béketámogató, válságkezelő stb.) műveletekben a rugalmas, feladathoz igazított részvételre is.”¹⁶

A DE21 gyakorlat és a kapcsolt nemzeti gyakorlatok rendszere jó lehetőséget és kiképzési környezetet biztosított a fenti célkitűzések eléréséhez.

Meggyőződésem, hogy a felhalmozott tapasztalatok és ismeretek hatékonyan fogják támogatni egy jövőbeni nemzetközi gyakorlat(sorozat) tervezését és levezetését.

Felhasznált irodalom

Department of the Army: *ADP 3-0 Operations*. Army Doctrine Publication, Washington, DC, Headquarters, Department of the Army, (2019. július 31.). Online: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN18010-ADP_3-0-000-WEB-2.pdf

DEFENDER-Europe 21 Fact Sheet (é. n.). Online: www.europeafrica.army.mil/Portals/19/documents/Fact%20Sheets/DE21%20Factsheet20210408.pdf?ver=MSNGt2Z-EXgeLOxMkAtPSqQ%3d%3d

Department of the US Army: *FM 3-0 Operations*. Washington, DC, Headquarters, Department of the US Army, (2017. október.). Online: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/ARN6687_FM%203-0%20C1%20Inc%20FINAL%20WEB.pdf

Department of the US Army: *FM 7-0 Training*. Washington, DC, Headquarters, Department of the US Army, (2021. június). Online: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN32648-FM_7-0-000-WEB-1.pdf

Joint Staff: *Joint Training Manual for the Armed Forces of the United States*. Washington, DC, CJCSM 3500.03E (2015. április 20.). Online: www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Library/Manuals/m350003.pdf

Magyar Honvédség: *Ált-224/197 A Magyar Honvédség gyakorlattervezési kézikönyve*. A Magyar Honvédség Hadkiegészítő, Felkészítő és Kiképző Parancsnokság kiadványa, 2017.

NATO: *LANDCOM Participates in Exercise Trident Juncture* (2018). Online: <https://lc.nato.int/media-center/news/2018/landcom-participates-in-exercise-trident-juncture-2018->

Jogi forrás

1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról

¹⁶ 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról.

Szabó Sándor¹

A gyakorlattervezés szerepe a NATO-reagálóműveletekre való felkészülés tükrében

The Role of Military Exercise Planning Regarding the Preparation for NATO Response Operations

„Az asszírok harcedzett katonák: amint bekerülnek a seregbe, fát ültetnek, majd mindennap átugorják a helyet, ahová a magot ültették. A magból hajtás lesz, s ők azt is átugorják. A hajtásból növény nő, és ők átugranak fölötte. Lassacsán megnő a fa, és a harcosoknak egyre nagyobbat kell ugraniuk. Türelemmel, odaadással készülnek az akadályok leküzdésére.”²

A NATO szövetségi rendszer által indukált műveleti tapasztalatok integrálása a Magyar Honvédség kiképzési eljárásrendjeibe kiemelt prioritást élvez. Ezeknek a tapasztalatoknak az átadása, illetve a tapasztalatokból nyert tudásbázis átemelése a hatályos műveleti eljárásokba korunk kiképzési feladatrendszerének alapját képezi. Annak érdekében, hogy a NATO-reagálóműveletekre való hazai felkészítés rendszere biztosított legyen, fontos olyan hazai kiképzési platformokat teremteni, ahol ez irányú NATO-gyakorlattervezési eljárásrendek átvételére lehetőség nyílik. A jelen tanulmány célja egy olyan NATO-centrikus gyakorlattervezési és -levezetési protokoll alapjainak a bemutatása, amely képes eredményesen támogatni a NATO-reagálóműveletekre való felkészítést és kiképzést, valamint a NATO-kompatibilis kiképzés hazai rendszerét.

Kulcsszavak: Magyar Honvédség, kiképzés, NATO-gyakorlattervezés, NATO-reagálóműveletek, NATO Reagáló Erők

¹ Alezredes, egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadászati Tanszék, e-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu

² Paulo Coelho brazil író, az ENSZ békenagykövete.

The integration of NATO mission-induced operational experience into the training system of the Hungarian Defence Forces is a high priority. The transfer of the knowledge base of operations gained from this experience into existing operational procedures is the basis of the current training system. In order to ensure a system of national level preparation for NATO response operations, it is important to create internal training platforms where NATO exercise planning procedures can be implemented. The aim of the present study is to interplant a NATO mission focused exercise planning and to compile a protocol for effectively supporting a NATO compatible national preparation and training system.

Keywords: Hungarian Defence Forces, military training, NATO exercise planning, NATO response operation, NATO Response Force

1. Bevezetés

Magyarország nemzeti érdekeinek védelme, kül-, biztonság- és védelempolitikai céljainak megvalósítása a Magyar Honvédség elsődleges feladata. A Magyar Honvédség által biztosított haderőnek képesnek kell lennie Magyarország szuverenitásának és területi integritásának megvédésére, a NATO szövetségi kereteken belül érdemi erőfeszítésekre a közös védelem kialakítása érdekében, valamint aktív szerepvállalásra a nemzetközi biztonságot erősítő szövetségi műveletekben.³

Az Észak-atlanti Szerződés Szervezetében betöltött tagságunk egyik legjelentősebb hozadéka az évről évre emelkedő tendenciát mutató, NATO-parancsnokságok által vezetett nemzetközi gyakorlaton való aktív magyar részvétel, amelynek egyik fontos kritériuma, hogy a részvételt szolgáló hazai szabályozói háttér strukturált formában legyen kialakítva, és biztosítson logikusan felépített eljárásrendet a gyakorlatok tervezésével, szervezésével, végrehajtásával, ellenőrzésével és értékelésével kapcsolatosan.

A hazai rendezésű gyakorlatok tervezési eljárásrendje olyan kiképzési normatívát kell hogy kövessen, amely szinkronban áll a NATO szervezeti elemek által megrendezésre kerülő gyakorlatok tervezési elgondolásával. Olyan új típusú, NATO-reagálóműveletekre való felkészülést elősegítő gyakorlati dizájn kialakítása válik szükségessé, amely lehetővé teszi reagálóművelési képességek megteremtését. Fontos továbbá, hogy olyan, a NATO védelmi stratégiai koncepciójával szinkronban álló, hazai rendezésű nemzetközi gyakorlatokat rendezzenek meg a jövőben, amelyek hatékonyan kielégítik a NATO 2014-es walesi csúcstalálkozóján elfogadott Készenléti Akciótervében (*Readiness Action Plan*) megfogalmazott elemek közül az egyik legfontosabbat, a NATO Reagáló Erők megújult és továbbfejlesztett formátumú Fokozott NATO Reagáló Erő (*Enhanced NATO Response Force, NRF*) művelési alkalmazásra való felkészítést. Ennek a koncepciónak a fókuszában álló Nagyon Magas Készenlétű Összhaderőnemi Művelési Erő (*Very High Readiness Joint Task Force, VJTF*) feladatrendszerének többnemzeti környezetben való gyakoroltatása révén új művelési képességek alapjai teremthetők

³ 2011. évi CXIII. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről, első rész a honvédelem alapjai I. fejezet a honvédelmi képesség biztosítékai, a honvédelmi kötelezettségek és a honvédelemben közreműködő szervek.

meg, illetve e kiképzési rendezvények segítségével fenntarthatóvá válhat az együttműködés, valamint az interoperabilitás magas szintje, amelyet a szövetség az elmúlt évtized műveleteiben elért.⁴

Ahhoz, hogy a Magyar Honvédség eleget tudjon tenni az Alaptörvényben meghatározott kötelezettségeinek és hazánk az Észak-atlanti Szerződés Szervezete és az Európai Unió megbízható és tevékeny tagja lehessen, elengedhetetlen a nemzeti önerő megerősítése. A Magyar Honvédségnek rendelkeznie kell az ország fegyveres védelméhez szükséges katonai képességek alapjaival, hogy a biztonsági környezet romlása esetén lehetőség legyen azok gyors és célirányos felfejlesztésére.⁵

A Magyar Honvédség Parancsnoksága szárazföldi haderőnem alárendelt katonai szervezetek évente mintegy 10-15 hazai, illetve nemzetközi gyakorlatot, kiemelt kiképzési rendezvényt hajtanak végre, amelyek az NRF készenléti szolgálatot megelőző kiképzési felkészítések szerves részét képezik. A gyakorlatok előkészítési és végrehajtási fázisában, számtalan esetben azonban komplikációt szül a tervezési eljárás egységesítésének, doktrinális háttérének hiánya. Szükségszerű követelmény tehát a gyakorlattervezés folyamatát is a NATO-reagálóképesség kialakításához járuló hazai felkészítési rendszerrel szinkronizálni oly módon, hogy a NATO-ban már elfogadott és alkalmazott egységes eljárásrendek a Magyar Honvédség felkészítési és kiképzési rendszeréhez igazodva jelenjenek meg.

Jelen publikáció kísérletet tesz a NATO-reagálóképesség bemutatására, a gyakorlat fogalmának értelmezésére, a kiképzési hierarchiában betöltött szerepének azonosítására, a gyakorlat tervezési szempontrendszerének, eljárásainak a *NATO BI-SC Collective Training and Exercise Directive (CT&ED) 075-003* gyakorlattervezési útmutatóban szereplő irányelvek szerinti elemzésére, valamint a NATO-reagálóképesség kialakítását célzó kiképzési normatívák adaptációs lehetőségeinek ismertetésére.

2. A NATO reagálóképessége

A 2000-es évek elején jelentkező biztonsági kihívásokra és fenyegetésre válaszul a 2002. novemberi prágai csúcstalálkozón, a NATO-tagállamok politikai vezetői közös memorandumban köteleződtek el egy gyors reagálóképességgel rendelkező, rugalmasan bevethető haderő létrehozása, az NRF mellett.⁶

Az NRF egy magas szinten kiképzett és fejlett technológiai háttérrel rendelkező, mintegy 40 ezer főből álló, szárazföldi, légi, tengeri és különleges műveleti erőt magában foglaló többnemzeti kötelék, amely a NATO-szövetségi célokkal összhangban, alacsony készenléti idő mellett, akár az észak-atlanti régió túl műveleti környezetben is bevethető. Olyan, a NATO-tagállamok meglévő haderőstruktúrájára épülő katonai erőt jelent, amely nagyon rövid időn belül képes reagálni a biztonsági kihívások teljes skálájára a válságkezelésektől a kollektív védelemig.

⁴ NATO: *Fact Sheet – NATO's Readiness Action Plan* (2016. július).

⁵ Magyar Honvédség: *Ált/44 MH Összhaderőnemi Doktrína*. 4. kiadás. MH DOFT kód: ÖHD 4. 2018. XVII.

⁶ NATO: *Prague Summit Declaration Issued by the Heads of State and Government Participating in the Meeting of the North Atlantic Council in Prague, Czech Republic* (2002. november 21.).

A NATO-tagállamok a 2014-es walesi csúcstalálkozón elkötelezték magukat, hogy megerősítik az NRF-et, és létrehoznak benne egy minden funkcionális területi igényt lefedő, kiterjesztett műveletiképesség-csomaggal rendelkező köteléket, a Nagyon Magas Készenlétű Összhaderőnemi Műveleti Erő (*Very High Readiness Joint Task Force*, VJTF) nevet viselő NATO alá rendelt szervezeti elemet. Ez a megerősített NRF a Készenléti Akcióterv (*Readiness Action Plan*, RAP) egyik intézkedése, amelynek célja a biztonsági környezet változásaira való reagálás és a szövetség kollektív védelmének megerősítése.

Az NRF-szolgálat rotációs rendszeren alapul, amelybe a NATO-tagországok 12 hónapos időtartamra szárazföldi, légi, tengeri vagy különleges műveleti erőket delegálnak. Az NRF-szolgálat készenlétének elérését nemzeti felkészülés előzi meg, amelyet a többnemzeti kötelek együttes kollektív kiképzési rendezvénye követ, amely a reagáló műveleti képesség elérését ellenőrző validációs rendezvényként is szolgál.

Az NRF műveleti parancsnoksága szintén évenkénti rotációban váltakozik a hollandiai Brunssumban és az olaszországi Nápolyban található Szövetséges Összhaderőnemi Hadműveleti Parancsnokságok (*Joint Force Command Headquarters*, JFC HQ) között.

A NATO Reagáló Erők műveleti képessége az alábbi szervezeti és képességterületekből tevődik össze:

- parancsnoki és vezetési elem;
- a nagyon magas készenléti, 20 ezer fős többnemzeti VJTF-kötelék, amely magában foglal mintegy 5000 fős szárazföldi dandárt, valamint légi, tengeri, logisztikai és különleges műveleti komponenseket. Aktiválást követően a vezetési elemek, illetve egy zászlóalj szintű alkalmi harci kötelék (*spearhead battalion*) két napon belül képesek a műveleti területre való átcsoportosítás megkezdésére;
- a Kezdő Követő Erők Kötelék (*Initial Follow-On Forces Group*, IFFG), két többnemzetiségű dandárból áll, amelyek a kialakult válsághelyzetre reagálva gyorsan bevetethők, és a VJTF-erőket követve érkeznek a műveleti területre;
- tengeri komponens, amely elsődlegesen a NATO állandó tengeri (*Standing NATO Maritime Group*, SNMG), illetve aknaelhárító csoportjaira (*Standing NATO Mine Countermeasures Group*, SNMCMG) épül;
- légi harc és légi támogató komponens;
- különleges műveleti erők;
- ABV (CBRN) védelmi kötelék.

Az NRF-erők nem állandó összetételű komponensekből tevődnek össze, mivel a műveleti környezet által diktált biztonsági kihívásoknak kell megfelelniük, ezért méretét és műveleti képességét is a műveleti környezet határozza meg. Az NRF-szolgálatba felajánlott szervezeti elemek a készenlét időszakában a saját országukban állomásoznak, de bármikor képesnek kell lenniük arra, hogy rövid átcsoportosítási idő alatt, az állomáshelytől akár több ezer kilométer távolságban is bevetethők legyenek.

Az NRF-erők egyes modulelemeit már több ízben sikeresen alkalmazták, elsőként a 2004-es athéni nyári olimpiai játékok kapcsán, majd 2004 szeptemberében az afgán elnökválasztás támogatása érdekében. 2005 őszén az NRF által biztosított légihídon keresztül a NATO-tagállamok és -partnerországok segélyszállományokat juttattak el

az Egyesült Államokba, hogy segítséget nyújtsanak a Katrina hurrikán utóhatásainak felszámolásában. Az NRF-erőket a 2005. októberi pakisztáni földrengés katasztrófa-elhárítási feladataiban is eredményesen vetették be, az NRF légiszállító-képességére alapozva 3500 tonna humanitárius segélyszállítmányt jutattak el Pakisztánba, illetve az NRF műszaki és egészségügyi állománya a katasztrófa helyszínén vett részt a káresemények felszámolásában. Az NRF-et utoljára 2021 augusztusában aktiválták, a NATO által, a korábbi afganisztáni műveletek során alkalmazott afgán állampolgárok és családjaik evakuálásának és áttelepítésének támogatására.⁷

3. A gyakorlat fogalmi rendszerének meghatározása

Az NRF-reagálóképesség kialakításának aktív letéteményeseként a Magyar Honvédség saját kiképzési rendszerében fő kiképzési célkitűzésként determinálja a NATO vezette katonai műveletekhez való hatékony hozzájáruláshoz, a katonai szervezetek által birtokolt reagálóképességek alkalmazásához szükséges funkcionalitás létrehozását, ami a kiképzési rendszer hierarchiájában kiemelt szerepet betöltő gyakorlatok során valósul meg.⁸

Az MH Kiképzési Doktrína a következőkben írja le a gyakorlat rendeltetését:

„[A] parancsnokok, vezető szervek, törzsek vezetési, irányítási és együttműködési képességeinek, továbbá a csapatok hadművelési-harcászati, harcászati és együttműködési képességeinek fejlesztése, valamint a meghatározott készenléti szintek fenntartása és fejlesztése. A gyakorlatok célja biztosítani a résztvevők számára a korszerű harc elméleti tételeinek megismerését, alkalmazását, továbbá a harc előkészítésében, megszervezésében és végrehajtásában szerzett ismeretek, jártasságok és készségek gyakorlatban történő alkalmazását, demonstrálását. A gyakorlatok keretében valósul meg a parancsnokságok, törzsek, valamint a katonai szervezetek részére meghatározott kiképzettség szintjének ellenőrzése és értékelése. A parancsnoki és törzsvetési gyakorlatok; harc- és tűzvezetési gyakorlatok; harcászati (szakharcászati) gyakorlatok (éleslövészettel egybekötve, vagy a nélkül); lögyakorlatok. A gyakorlatok a gyakorlaton részt vevő vezetési szint, a felek száma függvényében egy vagy kétoldalú, egy vagy többfokozatú; helyszínét tekintve pedig hazai vagy külföldi gyakorlatokra oszthatók.”⁹

Sajnálatos módon a megfogalmazásból hiányzik, hogy mely kritériumrendszer mentén különböztethető meg a gyakorlat más kiképzési rendezvénytől, hol húzható meg a határ a gyakorlat, illetve felkészítési foglalkozás között. A „gyakorlat” mint kiképzési rendezvény értelmezésbeli koherenciazavara napjaink egyik valós, járandóságmegállapítási problémájának az alapját is képezi, mint a gyakorlati pótlék jogszerű eseti illetményfolyósítása kapcsán.

⁷ NATO: *NATO Response Force* (2021. szeptember 20.).

⁸ A Magyar Honvédség Parancsnokának 253/2021 MH PK intézkedése a Magyar Honvédség 2022–2023. (2024–2025.) évi kiképzési feladatairól, 6.

⁹ Magyar Honvédség: *Ált/24 MH Kiképzési Doktrína*. 1. kiadás. MH DOFT kód: KIKD 7. (2013). 6-19. 95.

A honvédek illetményéről és illetményjellegű juttatásairól szóló 7/2015. (VI. 22.) HM rendeletben szereplő gyakorlati pótlék megállapításából lehet következtetni a gyakorlat fogalmi hátterére, amelyet a következők szerint értelmez:

„25. § (1) Az állomány tagja a miniszteri utasításban, valamint a KÁT, a HOÁT, az MH PK, a KNBSZ főigazgatója vagy a Honvédség középszintű vezető szervének parancsnoka által intézkedésben vagy parancsban elrendelt belföldi gyakorlaton végzett tevékenységért fokozott igénybevételi pótlékra jogosult. (2) Az (1) bekezdés szerinti pótlékra a gyakorlatvezetők, a gyakorlatokon ellenőrzési vagy döntnöki feladat ellátására kijelölt személyek is jogosultak. 26. § (1) A 25. § szerinti pótlék szempontjából csak azok a gyakorlatok vehetők figyelembe, amelyek időtartama a 24 órát meghaladja. (2) Az (1) bekezdés alkalmazása szempontjából nem tekinthetők gyakorlatnak a nem gyakorlat keretében elrendelt – kiképzés, továbbképzés, gyakorlattal nem összefüggő ellenőrzés miatti – távollétek, valamint azok az igénybevételek, amelyekért a résztvevők külön pénzbeli juttatásban részesülnek.”¹⁰

A megfogalmazás talán legnagyobb hiányossága, hogy a gyakorlatot mint kiképzési rendszerelemet nem értelmezi. Valójában a jogalkotó által szerepeltetett megfogalmazás azt sugallja, hogy a gyakorlat nem más, mint minden olyan kiképzési foglalkozás, amely legalább a 24 órát meghaladja, és a gyakorlatban részt vevő állománynak folyamatosan a gyakorlati helyszínen tartózkodását feltételezi.

A *Hadtudományi lexikon* I. kötetében a katonai gyakorlat címszó alatt a következő meghatározás található:

„a parancsnokok, a törzsek, a csapatok, valamint más katonai szervezetek alaprendeltetésre való felkészítésének legfőbb formája, alapvető módszere. Célja, hogy a résztvevők a korszerű harc elméleti tételeit gyakorlati formában is megismerjék, a harc szervezésében és végrehajtásában megfelelő jártasságot szerezzenek. A gyakorlat egyes elemei terepen, más mozzanatai terepasztalon, térképen, légi fényképen is végrehajthatók. A gyakorlat a részt vevő állomány és haditechnika nagyságrendjének függvényében lehet: harcászati, hadművelleti, illetve hadászati; tartalma és a levezetés módszere alapján: törzs-, csapat-, vezetési, ill. éleslövészettel egybekötött v. e nélküli; szervezését tekintve: egy- és kétoldalú, továbbá egy- és többfokozatú. Más szempont alapján a gyakorlat lehet bemutató v. kutató, kísérleti (tapasztalatszerző) jellegű. A gyakorlatot – Gyakorlatvezetőség segítségével, döntnökök, jelzők (jelzőcsapatok) bevonásával – a gyakorlatvezető vezeti az ország kijelölt körzeteiben (gyakorlóterein), ill. parancsnoki és törzsvezetési gyakorlat esetében térképen, korlátozás nélküli helyszínen. A gyakorlatok szervezésével szemben támasztott követelmények: komplexitás; a fegyvernemek bevonásával az együttműködés gyakorlása; rádióelektronikai harc; a diverzánsok, az ellenség alacsonyan támadó légi és páncélozott eszközei, valamint gyújtófegyverei elleni harc stb., továbbá a katonai felső vezetés által rendszeresen (évente) pontosított valamely követelmény. A gyakorlatokat nappal és éjszaka, az évszaktól és az időjárás viszonyoktól függetlenül hajtják végre.”¹¹

¹⁰ 7/2015. (VI. 22.) HM rendelet a honvédek illetményéről és illetményjellegű juttatásairól, III. fejezet, 15. 25–26. §.

¹¹ Szabó József (főszerk.): *Hadtudományi lexikon*. I. kötet (A–L). Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 1995. 417.

A *Hadtudományi lexikon*ban használt megfogalmazás számos, a hatályos NATO-kiképzési és -gyakorlattervezési doktrínákban rögzített alapelvvel mutat hasonlóságot.

A NATO kiképzési alapelvei a kiképzés rendszerét két alappillére osztják, úgymint egyéni felkészítés, amely magában foglalja a személyi állomány oktatását és az egyéni alap- és szakkiképzést, valamint a kollektív kiképzés, amely a kötelék kiképzéséből és a gyakorlat végrehajtásából áll.

A NATO-terminológia szerint a kollektív kiképzés és a gyakorlat közötti legfőbb különbség az, hogy a kollektív kiképzés adott műveleti eljárások, doktrínák drilleken keresztül elsajátítását teszi lehetővé, míg a gyakorlat a kiképzési rendszer hierarchiájának legmagasabb szintjén elhelyezkedő, a szervezeti elemek szoros együttműködésére fókuszáló kiképzési attribútum, amelynek elsődleges feladata a parancsnoki vezető szervek, valamint végrehajtó kötelékek közötti koherencia megteremtése.¹²

4. A gyakorlattervezés folyamatrendszere a NATO-reagálóműveletekre való felkészülés kapcsán

A NATO-reagálóműveletekre való felkészülés egyik kulcsa egy közös gyakorlattervezési platform kialakítása, amely kollektív eljárásrendet követő, doktrinálisan elfogadott és bejárattott rendszeren alapszik. Erre nyújt megoldást a *NATO BI-SC Collective Training and Exercise Directive (CT&ED) 075-003* gyakorlattervezési útmutató, amely minden vezetési szintre adaptálható módon írja le a gyakorlattervezés mechanizmusát.

4.1. A NATO-gyakorlattervezés folyamatrendszere

A NATO-gyakorlattervezési folyamat egyik kiemelt célja, hogy egy alap eljárásrendet biztosítson az NRF kiképzési rendezvényekre felkészülés, azok végrehajtása, illetve a vonatkozó jelentési rendszer fenntartása érdekében, hogy egységes rendszerközpontú szemléletet kialakítva a gyakorlattervezési és végrehajtási folyamat az alábbi, jól elkülöníthető módon, négy fő tervezési szakaszon keresztül valósuljon meg:

1. szakasz: a gyakorlat alapkoncepciójának és gyakorlattervezési alapadatainak kidolgozása (*concept and specification development*);
2. szakasz: a tervezési és okmányrendszer kialakítása (*planning and product development*);
3. szakasz: a gyakorlat levezetése (*operational conduct*);
4. szakasz: gyakorlatalemzés és a jelentések összeállítása (*analysis and reporting*).¹³

¹² NATO: *NATO BI-SC 075-003 Collective Training and Exercise Directive (CT&ED)* (2013. október 2.). 1–3.

¹³ NATO (2013): i. m. 2-1.

4.2. A gyakorlat tervezési és vezetési rendszerének személyi feltételei

A gyakorlattervezési folyamat fontos kritériuma, hogy a tervezési eljárásrend jól definiált hatás- és jogkörökhöz igazodva a feladatok teljesítésével, lépések és fő tevékenységek útján valósuljon meg. A gyakorlattervezési és -vezetési folyamatok eredményes koordinációs feladatainak ellátása érdekében gyakorlattervezői szervezeti struktúrát kell kialakítani, amely az alábbi kulcsbeosztásokra való kijelölést vonja maga után:

A gyakorlatot elrendelő parancsnok (*the officer scheduling the exercise, OSE*) meghatározza a kiképzési célokat és célkitűzéseket, valamint a kiképzési követelményeket. A gyakorlat kiinduló adatainak jóváhagyását és kiadását követően átadja a gyakorlattervezési folyamat vezetését a gyakorlatot levezető parancsnoknak és a gyakorlattervezési és -végrehajtási folyamat további időszakában megfigyelői és támogatói szerepkört tölt be.

A gyakorlatot levezető parancsnok (*the officer conducting the exercise, OCE*), felel a gyakorlatot elrendelő parancsnok által meghatározott kiképzési követelmények teljesítéséért, a kiképzési célokra vonatkozó javaslatok felterjesztéséért, a gyakorlatra vonatkozó elgondolás kidolgozásáért. Kijelöli a gyakorlatért közvetlenül felelős tisztet. A gyakorlatot levezető parancsnok felel a gyakorlat tervezési és levezetési dokumentumainak kidolgozásáért. Aktivizálja és összehívja a központi tervezőcsoportot a gyakorlattervezéssel összefüggő kiemelt feladatok végrehajtása és a főbb dokumentumok kidolgozása céljából. Tevékenységét a gyakorlat végrehajtási fázisában a gyakorlat igazgatója támogatja, akit a gyakorlat kiinduló adataiban jelölnek ki. A gyakorlatot levezető parancsnok felel a gyakorlat tervének és a szcenáriómodulok kidolgozásáért.

A gyakorlat rendezésért felelős parancsnok (*officer directing the exercise, ODE*) elsődlegesen felel a gyakorlattervezési dokumentációban szereplő feltételek megteremtéséért, és támogatja a kiképzési célkitűzések megvalósulását a gyakorlatban.

A gyakorlatért közvetlenül felelős tiszt (*officer with primary responsibility, OPR*) vezeti a központi tervezőcsoport munkáját, koordinálja a gyakorlattervezés és a végrehajtás teljes folyamatát.

A gyakorlatigazgató (*exercise director, EXDIR*) a gyakorlat végrehajtási fázisában irányítja és vezeti a gyakorlatvezetőség (*exercise control, EXCON*) feladatellátását.

Az értékelőcsoport-parancsnok (*director of evaluation, DIREVAL*) közvetlenül a gyakorlatot levezető parancsnok alárendeltségébe tartozik, vezeti és irányítja az értékelőcsoportot. A gyakorlat végrehajtási fázisában javaslataival segíti a gyakorlatigazgató munkáját.¹⁴

5. A gyakorlattervezési folyamatszakaszok részletes bemutatása az NRF-erők felkészítése kapcsán

Annak a célnak az elérése érdekében, hogy a NATO reagáló művelési képesség kialakítása folyamatos, magas kiképzettségi szintet érjen el, kiemelten fontos, hogy a gyakorlattervezési és -végrehajtási szakaszok egységes eljárásrendet kövessenek.

¹⁴ NATO (2013): i. m. 1-4-5.

Ezek a szakaszok az alábbiakban részletesen bemutatott kollektív kiképzéstervezési folyamatokat foglalják magukban:

5.1. A gyakorlat alapkoncepciójának és a gyakorlattervezési alapadatoknak a kidolgozása

Gyakorlattervezési szempontból az 1. szakasz legfontosabb célja meghatározni az NRF-gyakorlat követelményrendszerét, kialakítani a gyakorlat célkitűzéseit (*exercise objectives*, EO), megteremteni egy megvalósítható gyakorlattervezési elgondolást.

Az 1. szakasz kiemelt feladata kidolgozni a gyakorlat tervezési alapadatait tartalmazó dokumentumot (*exercise specification*, EXSPEC).

Felelősségi és hatáskörök: A gyakorlatot elrendelő parancsnok vezeti az 1. szakaszt, amelyet az általa irányított szervezetből kialakított gyakorlattervezői csoport támogat (*exercise planning group*, EPG).

Az 1. szakaszra jellemző főbb tevékenységek:

- megalakítani a gyakorlattervezői csoportot;
- kialakítani a gyakorlat tervezési alapadatait;
- a gyakorlat tervezett végrehajtási helyszínén szemrevételezést folytatni;
- levezetni a gyakorlat tervezési alapadatait előkészítő és véglegesítő konferenciát (*Exercise Specification Conference*, ESC; *EXSPEC Confirmation Conference*, ECC).

5.2. A tervezési folyamatok végrehajtása és a kapcsolódó okmányrendszer kialakítása

A gyakorlat alapkoncepciójának és a gyakorlattervezési alapadatoknak a kidolgozását követően a gyakorlatot levezető parancsnok részére delegálják a hatáskört a gyakorlattervezés 2. szakaszának eredményes végrehajtása érdekében. A 2. szakasz fő célkitűzése beazonosítani és meghatározni a gyakorlat specifikus tervezési követelményeit, valamint előkészíteni és kiadványozni a gyakorlat tervét (*exercise plan*, EXPLAN), valamint a scenárióval és gyakorlattervezéssel összefüggő dokumentációt.

A második szakasz főbb produktumai:

- az NRF készenléti erők műveletiképesség-alapú kiképzési célkitűzések (*training objective*, TO);
- gyakorlatot levezető parancsnok gyakorlattervezési útmutató (*oce's exercise planning guidance*);
- kidolgozott scenáriómodulok;
- kidolgozott fő események/incidensek listája (*main events list/main incidents list*, MEL/MIL).

Felelősségi és hatáskörök: A gyakorlatot levezető parancsnok vezeti a 2. szakaszt, amelyet az általa vezetett szervezetből kialakított központi tervező csoport támogat (*Core Planning Team*, CPT). A központi tervező csoport élén a gyakorlatért közvetlenül felelős tiszt áll.

A 2. szakaszra jellemző főbb tevékenység:

- kiképzési célkitűzések kialakítása,
- a központ tervező csoport megalakítása,
- gyakorlatot levezető parancsnok által meghatározott követelmények és korlátozások analízise,
- gyakorlatot levezető parancsnok gyakorlattervezési útmutatójának kidolgozása,
- a Gyakorlat Tervének kidolgozása, kiadása,
- a szcenáriómodulok kialakítása,
- a gyakorlat tervezett végrehajtási helyszínén szemrevételezés lefolytatása,
- Indító Tervezői Konferencia levezetése,
- Fő Tervezői Konferencia levezetése,
- Záró Koordinációs Konferencia levezetése.

5.3. A gyakorlat levezetése

Az NRF gyakorlatlevezetési szakasza több térben és időben elkülönülő fázisból és alfázisból tevődik össze. Ezek az alábbiak:

- Első fázis: gyakorlatot megelőző, alapozó kiképzési felkészítések (*foundation training*):
 - IA: egyéni és kollektív felkészítés (*internal individual and collective training*);
 - IB: kiképzési szemináriumok (*academic seminar*);
 - IC: kulcsbeosztású vezetői állomány felkészítése (*key leader training*);
 - ID: törzsfelkészítés (*battle staff training*).
- Második fázis: művelettervezés (*crisis response planning, CRP*):
 - IIA: stratégiai műveleti szintű tervezési folyamatok (*strategic/operational level CRP*);
 - IIB: műveleti harcászati szintű tervezési folyamat (*operational/tactical level CRP*).
- Harmadik fázis: végrehajtás (*execution*):
 - IIIA: erők átcsoportosítása (*force activation, deployment and RSOM*);
 - IIIB: műveletek. a gyakorlat végrehajtása (*operations*).
- Negyedik fázis: értékelés (*assessment*).

Felelősségi és hatáskörök: a gyakorlatot levezető parancsnok felelős a gyakorlat eredményes végrehajtásáért, tevékenységi körét a gyakorlatot rendezésért felelős parancsnok támogatja. A gyakorlatigazgató irányítja és vezeti a gyakorlatvezetőség feladatellátását. Az értékelőcsoport-parancsnok szervezi, koordinálja és vezeti az értékelési és elemzési feladatok összességét.

5.4. A gyakorlat analízise és a kapcsolódó jelentések összeállítása

A gyakorlat elemző, értékelő és jelentési szakasza a megfigyelések, értékelések gyűjtésével indul el, valamint olyan értékelések összeállításával és összegzésével,

amelyek lekövetik a gyakorlat teljes vertikumát, és pontos képpel szolgálnak az elérendő NATO-reagálóképességre irányuló kollektív műveletieképesség-kialakítás eredményével kapcsolatosan. Ez a szakasz magában foglalja a gyakorló állomány, a gyakorlatot levezető parancsnok és a támogató szervezetek tevékenységének elemzését és jelentését, a gyakorlattervben megfogalmazott követelményeknek és eljárási rendnek megfelelően. A szakasz végén a gyakorlatot elrendelő parancsnok jóváhagyja a gyakorlatot levezető parancsnok összesített jelentését, amelyben összegzik, hogy a gyakorlatot elrendelő parancsnok által meghatározott kiképzési célok, illetve a gyakorlatot levezető parancsnok célkitűzései milyen mértékben teljesültek. A jelentés ezenkívül tartalmazza a feldolgozott tapasztalatok hatását az alapvető műveleti képességekre, a kiképzésre és a jövőbeni gyakorlatokra.

A negyedik szakasz főbb produktumai két csoportra oszthatók:

Első csoport: a gyakorlattervezési folyamattal és a gyakorlat végrehajtásával kapcsolatos dokumentumok:

- első benyomás jelentés (*first impression reports*, FIRs). A jelentést a gyakorlat befejezését követően a gyakorlaton részt vevő szervezetek vezetői készítik el, és terjesztik fel a Gyakorlatot Levezető Parancsnok részére a Gyakorlattervben meghatározott tartalommal. Az Első Benyomás Jelentés a gyakorlat résztvevőinek közvetlen tapasztalatait tartalmazza a gyakorlat előkészítésével, végrehajtásával és a meghatározott célkitűzések elérésével kapcsolatban.
- Gyakorlat Összesített Jelentés (*Exercise Overall Report*, EOR). A Gyakorlat Összesített Jelentés a Gyakorlatot Levezető Parancsnok elöljárói jelentése a Gyakorlatot Elrendelő Parancsnok részére a gyakorlat előkészítéséről és végrehajtásáról. Többek között tartalmazza a Gyakorlatot Levezető Parancsnok értékelését arról, hogy a Gyakorlatot Elrendelő Parancsnok célkitűzései és a kiképzési célok milyen mértékben teljesültek.
- Speciális Elemző Jelentések (*OCE's Remedial Actions Report*, *OCE's Lessons Identified List*, *Consolidated Venue Experiments Report*).

Második csoport: A gyakorló állomány tevékenységével és feladat végrehajtásával kapcsolatos dokumentumok:

- parancsnoki összefoglaló jelentés (*commander's summary report*, CSR). A jelentést a gyakorló állomány parancsnoka készíti el és terjeszti fel a gyakorlatot levezető parancsnok részére a gyakorlattervben meghatározott formában, tartalommal és határidővel.
- kiképzés fejlesztő jelentések (*training development report*, TDR). A gyakorlat során végrehajtott kiképzési rendezvényeket követően állítja össze a gyakorló állomány parancsnoka, és az elemző, értékelő csoporthoz, illetve a tapasztalat feldolgozásért felelős szervezethez terjesztik fel.

Felelősségi és hatáskörök: A gyakorlatot levezető parancsnok felelős megteremteni a feltételeit a gyakorlat során keletkező megfigyelések kezelésének, valamint a tapasztalatfeldolgozó rendszer működtetésének. Tevékenységét a gyakorlatigazgató, valamint az értékelőcsoport-parancsnok támogatja. A gyakorlatok során nyert tapasztalatok

feldolgozása és a szükséges konzekvenciák levonása a gyakorlatot elrendelő parancsnok hatáskörébe tartozik.

6. Összegzés

A gyakorlatok végrehajtásával minden esetben a Magyar Honvédség műveleti képességeinek fenntartására célszerű összpontosítani, mivel a leghatékonyabban a gyakorlatok keretében lehet ellenőrizni, kipróbálni az egységek, alegységek azon képességét, hogy a legváltozatosabb és a legnagyobb kihívást jelentő műveleti környezetben is képesek legyenek a meghatározott tevékenységek, feladatok hatékony végrehajtására.¹⁵

A Magyar Honvédségnek a rendeltetéséből adódó jelentősebb kiképzési feladatait a jelen biztonságpolitikai környezet által meghatározott hatásokra nyújtott válaszokon keresztül kell oly módon ellátnia, hogy a rugalmas és alkalmazkodó alkalmazhatóságot, a nemzetközi együttműködésre való képességet és az alkalmazandó NATO-kiképzési, -gyakorlattervezési doktrinális háttérrel együttesen megjelenítsék. A korszerű eszközökkel felszerelt, a kiképzett és sokoldalúan alkalmazható Magyar Honvédség Parancsnoksága alá rendelt katonai szervezeteknek az ország biztonságának megőrzése érdekében, szövetségi rendszeren belül kell végrehajtaniuk kitűzött feladataikat, aminek egyik meggyőző példáját jelenti a NATO reagáló műveletiképesség-kialakítás és -fenntartás kapcsán vállalt aktív részvétel.

Az Észak-atlanti Szerződés Szervezetéhez való csatlakozásunk, a Magyar Honvédség átszervezési folyamatai, valamint a növekvő számú NATO-gyakorlatokon való részvételünk megköveteli, hogy a kapcsolódó ismeretek rendszerezett formában minden érintetthez eljussanak, a jövőbeli gyakorlatok eredményes tervezői, szervezői, végrehajtói és értékelői feladatainak végrehajtása érdekében.

A NATO a jelenkor biztonsági kihívásaira válaszul a kiképzési rendszer transzformációjának keretén belül kiemelt hangsúlyt fektet a nemzetközi gyakorlatokba integrálódás lehetőségeinek megteremtésére. A Magyar Honvédség 2021-ben is számos nemzetközi gyakorlatnak szolgált hazai színteréül. E gyakorlatok sorából kiemelkedett a „Precise Reception 2021” NATO törzsvezetési gyakorlat, amelynek kiképzési értékét jól illusztrálja, hogy a magyar NATO-erőket Integráló Elem (*NATO Force Integration Unit Hungary*, NFIU HUN) validációs kiképzési rendezvényén keresztül a NATO Reagáló Erők befogadó nemzeti támogatásának gyakoroltására nyílt lehetőség.

A NATO-tagságunkból eredő egyik fő kiképzési kötelezettség, hogy a gyakorlatok mind harcászati, mind hadműveleti szintjén megvalósuló NATO-reagálóképesség kialakítására irányuló felkészítések NATO kiképzési normatívák keretein belül teljesüljenek. Annak érdekében, hogy a gyakorlat tervezési és vezetési folyamatainak ez irányú interoperabilitása folyamatosan fenntartható legyen, szükséges egy közös gyakorlattervezői platform működtetése, amelyet a *NATO BI-SC Collective Training and Exercise Directive (CT&ED) 075-003* irányelvek hatékonyan képesek támogatni.

¹⁵ Ughy Antal: *A gyakorlattervezés korszerű elvei és eljárásai a Magyar Honvédségben*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, ZMNE, 2003. 23.

Felhasznált irodalom

- Magyar Honvédség: *Ált/24 MH Kiképzési Doktrína*. 1. kiadás. MH DOFT kód: KIKD 7. 2013.
- Magyar Honvédség: *Ált/44 MH Összhaderőnemi Doktrína*. 4. kiadás. MH DOFT kód: ÖHD 4. (2018).
- NATO: *Prague Summit Declaration Issued by the Heads of State and Government Participating in the Meeting of the North Atlantic Council in Prague, Czech Republic* (2002. november 21.). Online: www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_19552.htm
- NATO: *NATO BI-SC 075-003 Collective Training and Exercise Directive (CT&ED)* (2013. október 2.). Online: www.act.nato.int/images/stories/structure/jft/bi-sc-75-3_final.pdf
- NATO: *Fact Sheet – NATO's Readiness Action Plan* (2016. július). Online: www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2016_07/20160627_1607-factsheet-rap-en.pdf
- NATO: *NATO Response Force* (2021. szeptember 20.). Online: www.nato.int/cps/en/natolive/topics_49755.htm
- Szabó József (főszerk.): *Hadtudományi lexikon*. I. kötet (A–L). Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 1995.
- Ughy Antal: *A gyakorlattervezés korszerű elvei és eljárásai a Magyar Honvédségben*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, ZMNE, 2003. Online: <https://docplayer.hu/32347898-Doktori-phd-ertekezes.html>

Jogi források

2011. évi CXIII. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100113.tv>
- 7/2015. (VI. 2.2) HM rendelet a honvédek illetményéről és illetményjellegű juttatásairól. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500007.hm>
- A Magyar Honvédség Parancsnokának 253/2021 MH PK intézkedése a Magyar Honvédség 2022–2023. (2024–2025.) évi kiképzési feladatairól (2021. május)

Almási Csaba¹

Veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett káresemény katasztrófavédelmi vizsgálatának szabályozása és fejlesztési lehetőségei

Regulation of the Investigations of Disaster Management at Incidents Involving Transport of Dangerous Goods by Road and the Further Possibilities of Its Development

A közúti veszélyesáru-szállítás biztonságának adminisztratív alapját az ENSZ-EGB által kidolgozott és 1968. január 29. óta hatályos, Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló megállapodás jelenti. A fenti megállapodás által meghatározott előírásokat Magyarországon 1979 óta kell alkalmazni. A veszélyes árukkal kapcsolatos anyagi kár, a sérülések, halálesetek okainak felderítése és dokumentálása lényeges eleme a közrend fenntartásának. Az ilyen jellegű események kivizsgálása, hatásainak elemzése és a felelősség tisztázása az üzemeltetők és a hatóság jogszabályi kötelessége, továbbá lényeges visszacsatolás a jövőbeni események megelőzése és hatékonyabb kezelése érdekében. Meg kell fogalmaznunk ugyanakkor azt a célkitűzést, hogy a szállítás, a közlekedés és a lakosság biztonságának további növelése érdekében valósuljon meg az útvonalak dinamikus megközelítésű, veszélyesáru-szállítási szempontú kockázatelemzése.

Kulcsszavak: ADR, iparbiztonság, közút, veszélyes áru, közúti szállítás, baleset, vizsgálat, kockázatelemzés

The administrative basis for the safety of the transport of dangerous goods by road is the Agreement Concerning the International Transport of Dangerous Goods by

¹ Egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Rendészettudományi Kar Katasztrófavédelmi Intézet, e-mail: almasi.csaba@uni-nke.hu

Road, elaborated by UNECE, entered into force on 29 January 1968. The prescriptions determined by this Agreement should apply in Hungary since 1979. Detecting and documenting the causes of damages in property, serious injuries or deaths related to dangerous goods are an essential part of maintaining public order. Investigating and analysing the effects of such incidents and clarifying the responsibilities are the duty determined by law, of the operators, the authority, and it is an important feedback to prevent and manage future incidents more effectively. At the same time, we have to set the goal of carrying out a dynamic approach to risk analysis of routes from a dangerous goods transport perspective in order to further enhance transport, traffic and public safety.

Keywords: ADR, industrial safety, transport of dangerous goods by road, incident, investigation, risk analysis

1. Bevezetés

A tudományos és műszaki fejlődés, főként a II. világháború után, több iparág (közlekedés, motorizáció, petrokkémia, atomenergia) egyre gyorsabb növekedését eredményezte, amely egyben komoly környezeti problémák kialakulásához is vezetett.² A veszélyes anyagok szállítása létfontosságú, az egyes üzemek termelőmunkájuk során képtelenek minden anyagból akkora mennyiséget tárolni vagy előállítani, ami a termelést tartósan biztosítaná.³

Az 1990-es években 100 ezer feletti volt a forgalomban lévő vegyi anyagok száma, a regisztráltaké ennek százszorosa, körülbelül 10 millió. Ma már 130 ezernél több vegyi anyag van forgalomban, ami évente 400-1000 tétellel növekszik. A regisztráltak száma körülbelül 13 millió. Ehhez képest mintegy 2000 azoknak a vegyi anyagoknak a száma, amelyekről megfelelő ismereteink vannak.⁴

Hazánkban már az első katasztrófavédelmi törvény 2000. évi hatálybalépésekor alapvető célkitűzés volt, hogy a veszélyesáru-szállítási baleseteket megelőzzük, illetőleg azokat gyorsan és szakszerűen felszámoljuk a lakosság és a környezet biztonságának megóvása érdekében. A katasztrófavédelmi szervek a veszélyes árut szállító közúti járművek útvonalának kijelölését szabályozó rendelet⁵ módosítását követően, 2001 óta vesznek részt a veszélyes áruk közútiállításának hatósági ellenőrzésében. 2007. május 1-jétől, a jogszabály-módosítást követően, a katasztrófavédelmi hatóság már önálló ellenőrzési és bírságolási jogkörben jár el.⁶

² Német Alexandra – Kátai Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes tevékenységek biztosítása a fenntarthatóság jegyében. *Védelem Tudomány*, 5. (2020), 1. 140.

³ Jeruska József – Vass Gyula: A magyarországi termék távvezetékek veszélyeinek értékelése. *Védelem Tudomány*, 2. (2017), 4. 108.

⁴ Szakál Béla et al.: *A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés*. I. Budapest, Hungária Veszélyesáru Mérnöki Iroda, 2015.

⁵ 122/1989. (XII. 5.) MT rendelet az egyes veszélyes árut szállító közúti járművek útvonalának kijelöléséről.

⁶ Kátai-Urbán Lajos – Kozma Sándor – Vass Gyula: Veszélyes szállítmányok felügyeletével kapcsolatos jog- és intézményfejlesztési tapasztalatok értékelése. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 93–94.

A veszélyes anyagok szállítása minden közlekedési ágazatban hozzáadott kockázatot jelent, de a baleseti statisztikák alapján a legnagyobb veszélyeztetést a közúti szállítás okozza.⁷

A veszélyes áruk szállítása során bekövetkezett balesetek vizsgálatának szakszerű végrehajtása, valamint a vizsgálati tapasztalatok rendszerezése alapvető fontosságú. A veszélyes anyagok szállítása során bekövetkezett balesetek, rendkívüli események okait, következményeit és a jövőbeni bekövetkezésük megelőzésének lehetséges módjait meg kell határozni. A hatósági tevékenység fő célja ugyanis az események katasztrófavédelmi szervek általi kivizsgálása és dokumentálása megfelelő módon és kellő alapossággal, és az érintett vállalkozások figyelmének felhívása az esetleges hiányosságokra. Amennyiben szükséges továbbá, jogszabály-módosítást kell kezdeményezni a további balesetek megelőzése érdekében. A veszélyesáru-szállítás során bekövetkezett balesetek kivizsgálását Magyarország a Katasztrófavédelmi Mobil Laborok végzik.⁸

Az 1. ábra szemlélteti, hogy a veszélyesáru-szállítási előírások be nem tartása miatt bekövetkező súlyos balesetek halmaza hol helyezkedik el az összes közúti balesethez és a szabályok be nem tartásával nem összefüggő eseményekhez képest. A narancssárga tartomány szemlélteti, miben áll igazán a közúti veszélyesáru-szállítás kockázata. Olyan többletkockázatról van szó, amely akkor is magában hordozza sérülés vagy halál lehetőségét, ha minden vonatkozó szabályt maradéktalanul betartanak.



1. ábra: A veszélyesáru-szállítási előírás be nem tartása által okozott balesetek elhelyezkedése a további típusú közúti balesetek halmazaiban

Forrás: a szerző szerkesztése

⁷ Hoffmann Imre et al.: Iparbiztonsági kockázatok Magyarországon. *Védelem Online*, 2015. 13.

⁸ Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes üzemek és szállítmányok biztonsága Magyarországon. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 71.

A közúti veszélyesáru-szállítási rendszernek időben választ kell keresnie és számolnia kell továbbá az új szállítási, logisztikai technológiák és az önvezető járművek által jelentett kihívásokra. Nem fogalmazhatunk meg a jövőre vonatkozó kisebb célkitűzést, mint a veszélyes anyagok szállítása miatt bekövetkezett környezeti és személyi sérülés, valamint haláleset számának nullára csökkentését.

2. A nemzetközi és hazai jogi normarendszer bemutatása, történeti áttekintése

1968. január 29-én lépett hatályba a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás, amelyet 1957. szeptember 30-án kötöttek Genfben a közúti közlekedés biztonságának megalapozása érdekében tett nemzetközi erőfeszítések részeként.

Az úthálózat, a kereskedelem és a vegyipar fejlődése nem sokkal később el is hozták azokat a baleseteket, amelyek megelőzésére korábban a fenti megállapodás született. Hazánkban is korán szembesülnie kellett ilyen típusú tragédiával és az esemény kezeléséhez szükséges rendkívüli erőfeszítésekkel.

1976 szeptemberében, Aszódon felborult és kigyulladt egy cseppfolyós etilént szállító, tartányos járműszerelvény. A keletkezett tűz átterjedt a rakományra. Az oltás több mint 20 órán át tartott, a balesetben a ház lakója és a járművezető életét veszítette.⁹

A baleset egy útkanyarulatban történt, ahol a jármű tényszerűen kisodródott, azonban a baleset okának műszaki kivizsgálásával kapcsolatos dokumentáció nem maradt fent (2. ábra).¹⁰ Ilyen eseményt okozhat a fékhibán vagy a megfelelő sebesség helyes megválasztásán kívül a rakomány nem megfelelő mértékű töltési foka is.



2. ábra: A tűzoltás és műszaki mentés archív felvétele Aszódon, 1976 szeptemberében

Forrás: Aszódi Tükör (2007): i. m. 13.

⁹ Aszód Város Közéleti Havi Lapja, *Aszódi Tükör*, 19. (2007), 9. 13.

¹⁰ A szerző ilyet nem tárt fel (Almási Csaba).

Magyarország három évvel az aszói etilénbalesetet követően csatlakozott a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodáshoz, amelyet hazánkban az 1979. évi 19. törvényerejű rendelet hirdetett ki, 1979. augusztus 18. napján lépett hatályba és a 20/1979. (IX. 18.) KPM rendelet írta elő a mellékletek belföldi alkalmazását.

Fenti törvényerejű rendeletet a közelmúltban módosították, az ENSZ erre szakosított szervezete ugyanis a megállapodás címéből korábban eltávolította az „Európai” szót. Ma hazánkban a megállapodás szövegére vonatkozóan az 1957. szeptember 30-án létrejött, a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) módosításáról szóló Jegyzőkönyv és a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás egységes szerkezetben történő kihirdetéséről szóló, 508/2020. (XI. 18.) Korm. rendelet hatályos.

A belföldi alkalmazásra vonatkozóan, hazánkban 2021. július 2-től a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről szóló, 387/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet, valamint 2021. július 31-től a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás (ADR) „A” és „B” Mellékletének belföldi alkalmazásáról szóló 39/2021. (VII. 30.) ITM rendelet hatályos.

Az Európai Unió egységes szerkezetben írja elő a közúti, a vasúti és a belvízi szállításokra vonatkozó szabályok alkalmazását a veszélyes áruk szárazföldi szállításáról szóló 2008/68/EK irányelvben a tagállamai számára.

Ma hazánkban a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény alapozza meg a katasztrófavédelmi hatóság önálló ellenőrzéssel és a bírsággal kapcsolatos eljárás lefolytatására való jogosultságát. Bírsággal kapcsolatos eljárás lefolytatását a törvény az ellenőrzési jogosultsághoz igazodóan határozza meg. Az ellenőrzésre jogosult szervek a közlekedési hatóság, a rendőrség, a vámhatóság és a katasztrófavédelmi hatóság.¹¹ Fenti hatóságok tehát egy káresemény bekövetkezésével kapcsolatban is jogosultak a veszélyesáru-szállítási szabályok betartásának ellenőrzésére, azaz megállapítani, hogy a baleset összefüggésben van-e szállítási szabály megszegésével, és ha igen, pontosan mivel. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy egy ilyen összetett esemény kivizsgálását minden esetben a hivatásos katasztrófavédelmi szerv iparbiztonsági szakállománya végzi, amelynek mindenkor kötelező végrehajtását számukra belső norma elő is írja. A Katasztrófavédelmi Mobil Laborok rendelkeznek egy ilyen összetett esemény vizsgálatához megfelelő egyéni védőfelszereléssel, mérőműszerekkel, következményelemző szoftverekkel és a használatukhoz kapcsolódó eljárásrendekkel, továbbá esetleges lakosságvédelmi intézkedések előkészítéséhez szükséges képességekkel.

A megelőzés hatékonysága érdekében Magyarországon a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Országos Iparbiztonsági Főfelügyelősége irányítja a balesetek kivizsgálására vonatkozó, katasztrófavédelmi hatósági feladatokat veszélyes áru szállításával kapcsolatban.¹²

¹¹ 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről.

¹² Muhoray Árpád: *Katasztrófavédelem*. I. Jegyzet. Budapest, Nemzeti Köszolgálati Egyetem, 2016.

3. A baleseti vizsgálat részletszabályozásának áttekintése a növekvő közúti veszélyesáru-forgalom tükrében

Megállapíthatjuk, hogy a veszélyes áruk mennyisége a közúti forgalomban növekszik. Ebből egyenesen következik, hogy az általuk okozott kockázat is nő.

Az Eurostat hivatalos weboldalán 2013–2020-ig található tonnakilométer-alapú, közúti veszélyesáru-forgalomra vonatkozó kimutatás, tagállami szintű bontásban. 2013–2017-ig ez konkrét számadatokban található meg, 2018-tól pedig a teljes közúti áruforgalomhoz viszonyított, százalékos arányban.

Ha az 1. táblázatban megvizsgáljuk Magyarországon közúti veszélyesáru-szállítási mennyiségeit a 2013–2017-ig terjedő időszakban, akkor a 2017-es évi visszaesést leszámítva fokozatos növekedés tapasztalható. A vizsgált időszakban, az Európai Unió tagállamaiban többségében ugyanilyen növekedési tendencia figyelhető meg.

1. táblázat: A közúti veszélyesáru-szállításban megjelenő anyagosztályok előfordulási aránya 2019–2020. évben

Forrás: <https://bit.ly/3bKqrbM>

Road freight transport of dangerous goods, 2013-2017
(million tonne-kilometres)

	2013	2014	2015	2016	2017	Growth rate 2013-2017 (%)	Growth rate 2016-2017 (%)
EU-28	73 079	74 365	80 161	80 847	82 201	12.5	1.7
Belgium	2 124	1 694	2 922	3 478	2 976	40.1	-14.4
Bulgaria	958	684	885	469	871	-9.1	85.7
Czech Republic	1 281	1 567	1 865	2 224	1 895	47.9	-14.8
Denmark	760	690	814	935	621	-18.3	-33.6
Germany	12 958	12 912	12 425	12 725	12 934	-0.2	1.6
Estonia	163	172	146	145	208	27.6	43.4
Ireland	476	355	347	306	146	-69.3	-52.3
Greece	1 061	1 010	1 446	1 017	1 710	61.2	68.1
Spain	10 626	11 718	12 269	11 538	12 735	19.8	10.4
France	8 158	7 976	8 281	9 747	9 737	19.4	-0.1
Croatia	483	501	455	531	582	20.5	9.6
Italy	8 037	7 358	6 942	6 635	7 918	-1.5	19.3
Cyprus	181	147	138	165	193	6.6	17.0
Latvia	213	227	315	335	262	32.4	-15.8
Lithuania	386	534	488	591	593	53.6	0.3
Luxembourg	700	839	454	482	503	-28.1	4.4
Hungary	997	1 023	1 206	1 315	1 273	27.7	-3.2
Malta (*)	-	-	-	-	-	-	-
Netherlands	1 332	1 119	1 171	1 181	1 303	-2.2	10.3
Austria	946	933	927	1 010	1 033	9.2	2.3
Poland	7 024	8 778	9 174	8 444	8 785	25.1	4.0
Portugal	973	946	1 158	983	1 035	8.4	5.3
Romania	1 704	1 664	1 623	2 326	2 490	46.1	7.1
Slovenia	552	724	714	857	890	61.2	3.9
Slovakia	228	329	364	398	496	117.5	24.6
Finland	1 426	1 423	1 909	2 201	1 888	32.4	-14.2
Sweden	1 064	1 283	2 122	1 794	1 983	86.4	10.5
United Kingdom	8 268	7 759	9 601	9 015	7 121	-13.9	-21.0
Norway	1 141	1 029	1 333	1 460	1 286	12.7	-11.9
Switzerland	749	812	634	599	574	-23.4	-4.2

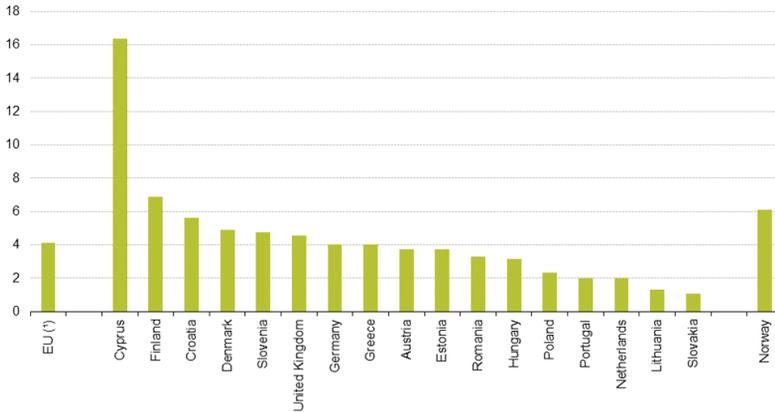
(*) Data not available (see chapter 'data sources')

Source: Eurostat (online data code: road_go_la_dg)

eurostat 

Az 1. táblázatban jól látható, hogy 2018-ban már valamivel 3% felett volt a veszélyes áruk aránya az összes szállított áruhoz képest, tonnakilométerben meghatározva.

Road freight transport of dangerous goods, 2018
(% share in tonne-kilometres)



Note: Malta excluded (see chapter 'data sources'); Data for Luxembourg not available for 2018
 Note: Confidential data for Belgium, Bulgaria, Czechia, Ireland, Spain, France, Italy, Latvia, Sweden and Switzerland
 Source: Eurostat (online data codes: road_go_ta_dg, road_go_ta_totl)

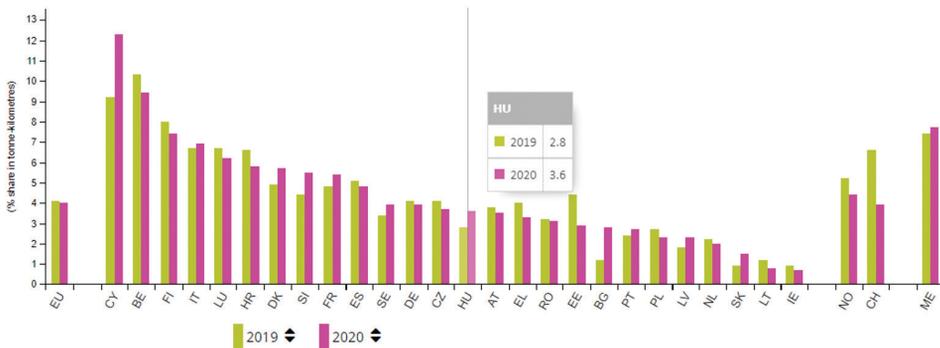
eurostat

3. ábra: A közúti veszélyesáru-szállítás százalékos megoszlása az összes áruszállításban, tonnakilométerben mérve, az Európai Unió tagállamaiban, 2018 évben

Forrás: <https://bit.ly/3bH8AT5>

A koronavírus-járvány európai kitörésének évében (2020) egyértelmű kiugrás tapasztalható az előző évek, 2019 és 2018 arányaihoz képest. Az Eurostat kimutatása alapján (4. ábra) hazánk veszélyesáru-szállítási teljesítménye 2019-hez képest 2,8%-ról 3,6%-ra növekedett 2020-ra.

Road freight transport of dangerous goods, 2019 and 2020



Countries are ranked based on 2020 data.
 Malta excluded (see chapter 'data sources')
 Source: Eurostat (online data code: road_go_ta_dg, road_go_ta_totl)

eurostat

4. ábra: A közúti veszélyesáru-szállítás százalékos megoszlása az összes áruszállításban, tonnakilométerben mérve, az Európai Unió tagállamaiban, 2019–2020 évben

Forrás: <https://bit.ly/3JSmEpP>

Megállapítható tehát, hogy a közúti veszélyesáru-forgalom hosszú távon még növekszik. Ezért szükséges a balesetek kezelésére és kivizsgálására vonatkozó normarendszer áttekintése, és ennek tükrében érdemes megfontolni olyan korszerű, akár szoftveres kockázatelemzési eljárások alkalmazását, amelyek segítenek megelőzni az ilyen események jövőbeni kialakulását.

A Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás (ADR) „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről szóló 387/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet 3. melléklete határozza meg az ADR „A” és „B” Mellékletében foglalt egyes feladatok megosztását. A 3. melléklet 7. pontja a katasztrófavédelmi hatósághoz delegálja a veszélyes áruk szállítása során bekövetkezett eseményekről szóló jelentéssel kapcsolatos hatósági feladatok ellátását, valamint szükség esetén, az előidéző okok és a felelősök megállapítása érdekében, a bekövetkezett esemény kivizsgálását.

Fenti jogszabály 1. melléklete, az ADR 1.8. fejezete foglalkozik a biztonsági követelmények betartását biztosító ellenőrzésekkel és a biztonságot elősegítő egyéb intézkedésekkel.

Az ADR 1.8.5. szakasza írja elő és részletezi a veszélyes árukkal kapcsolatos eseményekről szóló jelentést, amelyet a veszélyes áru szállítása, berakása, töltése vagy kirakása során jelentős baleset vagy káresemény bekövetkezését követően szükséges elkészíteni. A szállítás minden résztvevőjének (a berakónak, a töltőnek, a szállítónak, a fuvarozónak, a kirakónak és a címzettnek) meg kell győződnie arról, hogy a jelentés legfeljebb egy hónapon belül az illetékes hatóság számára elkészült. A baleset kiváltó okától függően jelentést kell továbbá készíteni az ENSZ Európai Gazdasági Bizottság Titkársága számára, amennyiben a többi szerződő fél informálása szükséges. A veszélyes árukkal kapcsolatos eseményekről szóló jelentést akkor kell elkészíteni, ha az alábbi feltételek közül legalább egy teljesül:

- a veszélyes áru kiszabadult, vagy kiszabadulásának közvetlen veszélye állt fenn;
- személyi sérülés, anyagi kár vagy a környezet károsodása következett be;
- a hatóságok beavatkoztak.

„Személyi sérülés” alatt olyan eseményt értünk, amelyben a szállított veszélyes áruval közvetlenül kapcsolatba hozható sérülés vagy haláleset következik be. A „sérülés” ebben a fogalomban intenzív orvosi kezelést igényel, legalább egynapos kórházi tartózkodást, vagy legalább három egymást követő napig munkaképtelenség bekövetkezését jelenti. A „veszélyes áru kiszabadulás” megvalósulásának mértéke szállítási kategóriákhoz van hozzárendelve, de lényeges, hogy annak kritériuma akkor is teljesül, ha a veszélyes áru kiszabadulásának közvetlen veszélye fennállt az egyes mennyiségekben. Ez általában akkor feltételezhető, ha a csomagolóeszköz, tartány vagy konténer a megfelelő biztonsági szintet már nem képes biztosítani (például deformálódás, felborulás vagy a közvetlen közelben levő tűz miatt). Az „anyagi kár” vagy a „környezet károsodása”, mennyiségétől független veszélyes áru kiszabadulását jelenti, amennyiben a kár értéke több mint 50 ezer euró. Ebben az esetben lényeges, hogy nem kell számításba venni a veszélyes árut tartalmazó szállítóeszközben és a közlekedési infrastruktúrában keletkezett kárt. A „hatósági beavatkozás” a hatóságok vagy kárelhárító szolgálatok közvetlen beavatkozását jelenti a veszélyes áruval kapcsolatos eseménybe, személyek

legalább három órára való evakuálásával vagy közforgalmú közlekedési útvonalak legalább három órára lezárásával.¹³

Fontos kiemelni, hogy a veszélyes áru szállítási biztonsági tanácsadóról szóló 25/2014. (IV. 30.) NFM rendelet értelmében a vállalkozás biztonsági tanácsadójának a baleseti jelentésében ki kell térnie az eseményt előidéző lehetséges okok leírására, elemzésére, valamint a hasonló események vagy mulasztások megelőzéséhez javasolt intézkedések megfogalmazására. A jelentést 15 napon belül, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnak a baleset helye szerint illetékes területi szerve részére kell megküldeni.¹⁴

A BM országos katasztrófavédelmi főigazgató 9/2018. számú intézkedése szabályozza a katasztrófavédelmi központi, területi és helyi szervei hatósági és szakhatósági tevékenységének rendjét, amelynek 3. mellékletei foglalkoznak a veszélyesszállítmányok-szakterület különös eljárásrendjeivel, az alábbiak szerint tagozódva:

- „3/A. melléklet: A veszélyes áru szállítással kapcsolatos hatósági eljárások rendje,
- 3/B. melléklet: A veszélyes áru szállítási káreseti helyszíni szemlék eljárási rendje,
- 3/C. melléklet: A veszélyes áru szállítási hatósági ellenőrzések rendje.”¹⁵

„A veszélyes áru szállítási káreseti helyszíni szemlék eljárási rendje” (3/B. melléklet) a káreseménnyel kapcsolatos vizsgálatot lefolytató első beavatkozók alapidokumentuma, amely további két részből áll:

- „A veszélyes áruk szállítása során bekövetkezett baleset, rendkívüli esemény kivizsgálásának általános eljárási szabályai” (I.), valamint
- „A veszélyes szállítmányok szakterületet érintő események jelentési rendjei” (II.).

Az I. rész 1. pontja meghatározza, hogy közúti, vasúti, vízi és légi veszélyes áruk szállításával kapcsolatos tevékenység közben bekövetkezett baleset során, a Katasztrófavédelmi Mobil Labor (vagy a bizonyos esetben az illetékes kirendeltség) állománya elvégzi a veszélyesáru-szállításra vonatkozó előírások betartásának ellenőrzését, káreseti helyszíni szemlélet folytat le, amelynek során baleseti adatlapot vesz fel, valamint indokolt esetben kötelezést ad ki a veszélyes áru további kezelésére vonatkozóan. Lényeges, hogy a káreset kivizsgálásához felhasználhatók a társszervek által készített dokumentumok, amelyeket a balesetet vizsgáló illetékes szervtől hivatalos úton kell megkérni, továbbá a veszélyesáru-szállítási biztonsági tanácsadóktól kapott jelentéseket értékelni kell a baleseti adatlap megállapításainak figyelembevételével. A baleseti jelentésben fel kell tüntetni a baleset körülményeit, részletesen fel kell tární és elemezni az azt előidéző okokat, valamint az esemény megismétlődésének megelőzéséhez szükséges intézkedéseket. Az intézkedés meghatározza, milyen esetben kell a balesetet követően telephelyi ellenőrzést tartani, valamint minimumkövetelményeket fogalmaz meg a vizsgálatot végrehajtó állomány biztonságos munkavégzésére vonatkozóan.

¹³ ADR 1.8.5. A veszélyes árukkal kapcsolatos eseményekről szóló jelentés, 387/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről, 1. melléklet.

¹⁴ 25/2014. (IV. 30.) NFM rendelet a veszélyes áru szállítási biztonsági tanácsadóról.

¹⁵ Belügyminisztérium országos katasztrófavédelmi főigazgató 9/2018. számú intézkedése a katasztrófavédelem központi, területi és helyi szervei hatósági és szakhatósági tevékenységének rendjéről.

Az UNECE hivatalos weboldalán megtalálhatók mintaként is szolgáló, korábban bekövetkezett káresemény kivizsgálását összefoglaló jelentések. Az egyik incidens Izlandon történt, 2013. február 7-én. Az esemény során egy tartányjárműből mintegy 4000 liter sósav (UN 1789) került ki, a tartányköpeny falának elvékonyodása és a belső gumitömítés apró hibájának következtében. A jelentés szerint a korrózió olyan súlyos mértékű volt, hogy a tartányköpeny alsó részének falvastagsága 1 mm alá csökkent. Látható, hogy a veszélyes áruk szállítása során bekövetkezett eseményekről készítendő jelentés (baleseti jelentés) nyolc fő pontból áll, ahol meghatározzák az alábbiakat:

- a közlekedési ágazat;
- az esemény ideje és helye;
- topográfia;
- különleges időjárási körülmények;
- az esemény leírása;
- az érintett veszélyes áruk;
- az esemény oka (ha egyértelműen ismert);
- az esemény következménye.¹⁶

Fentiek közül a „7. Az esemény oka” pont helyes meghatározása igényli a legtöbb időt és szakértelmet. A vizsgálatot lefolytató szakállomány számára a rendelkezésre álló idő a legkorlátozóbb körülmény, a vizsgálat helyszíne soha többé nem rekonstruálható, a bizonyítékokat helyben szükséges dokumentálni, mielőtt elszállítják azokat. A vizsgálat felderítési és időhatékonysága növelhető a műszaki eszközrendszer folyamatos fejlesztésével, valamint egy üzemeltetői és hatósági oldalról egységesen elfogadott eljárásrend kidolgozásával.

4. A káreseti vizsgálati eredmények felhasználásának lehetőségei, következtetések

A balesetek számának vizsgálatakor szem előtt kell tartani, hogy a közúti veszélyes-áru-szállítási baleseteknek egy része nem a szabályozó rendelkezések be nem tartása miatt következik be, azok egyéb közlekedési szabálysértések eredményei.¹⁷ A közlekedési balesetek kapcsán elmondható, hogy a legtöbb esetben nem veszélyesáru-szállítási előírás be nem tartása volt a balesetek bekövetkezésének oka, hanem egyéb közlekedési szabálysértés, figyelmetlenség, azonban időnként feltárhatók például rakományrögzítéssel kapcsolatos szabálytalanságok.¹⁸

Mint fentebb bemutattam, a balesetek oka tipizálható. Ha a rendkívüli esemény feltárt oka veszélyesáru-szállítási szabály megsértése, akkor hatósági eljárásban kell tisztázni a felelősségi köröket és meghatározni a szankció mértékét. Ezt a közúti áru fuvarozáshoz, személyszállításhoz és a közúti közlekedéshez kapcsolódó egyes

¹⁶ UNECE. Lásd: <https://unece.org/accident-reports-notifications-according-1852>

¹⁷ Balogh Róbert – Kozma Sándor – Vass Gyula: A közúti veszélyes áru szállítás hatósági felügyeletével kapcsolatos tapasztalatok értékelése a bírság jogszabály változásának következtében. *Védelem Tudomány*, 3. (2018), 3. 104–105.

¹⁸ Kátai-Urbán – Kozma – Vass (2015): i. m. 97.

rendelkezések megsértése esetén kiszabható bírságok összegéről, valamint a bírsággal összefüggő hatósági feladatokról szóló 156/2009. (VII. 29.) Korm. rendelet 5. melléklete részletesen tartalmazza, kockázati kategóriákhoz rendelve.

Amennyiben a vizsgálat nem, vagy nem kizárólag veszélyesáru-szállítási szabálytalanság miatti bekövetkezést állapít meg, szükségessé válhat mérlegelni új szabály bevezetését, vagy a már meglévő módosítását. Ehhez nem feltétlenül van szükség a megállapodás mellékleteinek módosítására. Az ADR Megállapodás 4. cikk 1. pontja szerint a szerződő felek szabályozhatják vagy megtilthatják a veszélyes áruk területükre való belépését a szállítás biztonságán kívüli egyéb okokból is. Arról azonban gondoskodni kell, hogy ezeket a szabályokat vagy tilalmakat megfelelő módon nyilvánosságra hozzák.¹⁹

Az ADR 1.9. fejezete foglalkozik a szállítás illetékes hatóságok általi korlátozásával. A szerződő felek intézkedhetnek kiegészítő előírásokról a területükön veszélyes áruk nemzetközi közúti szállítását végző járművekre vonatkozóan. Ilyen kiegészítő előírások vonatkozhatnak olyan járművekre, amelyek bizonyos építményeket, például hidakat, illetve kombinált forgalmi módokat, kompot, vonatot, valamint kikötőt vagy egyéb közlekedési terminált vesznek igénybe. Előírható a járművek meghatározott útvonalon való közlekedése a kereskedelmi vagy lakott területek, a környezetvédelmi szempontból érzékeny területek, veszélyes ipari övezetek, illetve a különleges fizikai veszélyt jelentő utak elkerülése érdekében. Korlátozható továbbá a veszélyes árut szállító járművek útvonala vagy várakozása kényszerhelyzetben, szélsőséges időjárási viszonyok, földrengés, baleset, sztrájk, állampolgári zavargások vagy háborús cselekmények esetén, illetőleg a szállítás az év vagy a hét bizonyos napjain. Az adott szerződő fél illetékes hatósága a meghozott intézkedésről köteles az ENSZ Európai Gazdasági Bizottság Titkárságát értesíteni, amely tájékoztatja az összes szerződő felet.²⁰

Bármilyen, fent említett intézkedést szakmai szempontból szükséges megalapozni. Megítélésem szerint ennek elsődleges eszköze a baleset pontos okait feltáró vizsgálatból következő útvonal-kockázatelemzés lenne. Ehhez szükséges a vizsgálati eredmények összesítése és helyszínhez rendelése. A vizsgálatok nem csak az egyes események bekövetkezésének okairól szolgáltatnak önmagukban információt. Az adatok gyűjtéséből és rendszerezéséből meghatározható az esemény következménye, bekövetkezésének gyakorisága és súlyossága. Az egyes balesetekre vonatkozó, feltárt vagy meglévő információk alapján, kockázatelemzés készítése céljából, baleseti eseménysorokat meghatározva lehet osztályozni és rendszerbe foglalni az egyes veszélyesáru-szállítási eseményeket. Az adott útvonal kockázatelemzésével meghatározhatóvá és szakmailag megalapozottá válnak a kockázatsökkentő, korlátozó intézkedések.

A begyűjtött információk részletességének alapja a veszélyesáru-szállítási baleset során lefolytatott ellenőrzés és vizsgálat, amelynek körülményei lényegesen eltérnek egy szokványos ellenőrzéstől, vagy más közlekedési balesetektől. A rendelkezésre álló idő korlátozott, a helyszín soha többé nem rekonstruálható. A vizsgálat elvégzését

¹⁹ 508/2020. (XI. 18.) Korm. rendelet az 1957. szeptember 30-án létrejött, a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) módosításáról szóló Jegyzőkönyv és a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás egységes szerkezetben történő kihirdetéséről, 4. cikk 1.

²⁰ ADR 1.9, 387/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről, 1. melléklet.

nagyban nehezíthetik időjárási körülmények vagy a terepviszonyok. Ezek minden közúti közlekedési baleseti típusnál azonos nehezítő körülmények. Azonban a szállított veszélyes áru tulajdonságai, függetlenül attól, hogy kiszabadult-e anyag, vagy sem, lényegesen korlátozhatják a vizsgálatot, amellyel egy időben a beavatkozók és a lakosság védelme, valamint közvetlen életmentés is szükséges.

Megítélésem szerint a baleset okait feltáró ellenőrzés utáni folyamatos értékeléssel, visszacsatolással fejleszthető a vizsgálat módszertana, eljárásrendje, valamint iparbiztonsági műszaki eszközigénye is. Szükséges figyelemmel kísérni a nemzetközi és hazai veszélyesáru-szállítási események vizsgálati tapasztalatait. Folyamatosan azonosítani kell tehát a vizsgálati eljárás és eszközrendszer fejlesztésének irányait is, különös tekintettel a szabályozási és műszaki javaslatok kidolgozására, hogy pontos kockázatelemzést megalapozó, magas minőségű vizsgálati eredményeket kapjunk.

Felhasznált irodalom

Aszódi Tükör, 19. (2007), 9. 13.

Balogh Róbert – Kozma Sándor – Vass Gyula: A közúti veszélyes áru szállítás hatósági felügyeletével kapcsolatos tapasztalatok értékelése a bírság jogszabály változásának következtében. *Védelem Tudomány*, 3. (2018), 3. 100–111. Online: www.vedelemtudomany.hu/articles/07-balogh-kozma-vass.pdf

BM OKF: *Módszertani segédlet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elleni védekezés területi és helyi feladatainak ellátásához* (2005). Online: <https://bit.ly/3dfbWgL>

Hoffmann Imre – Kátai-Urbán Lajos – Lévai Zoltán – Vass Gyula: Iparbiztonsági kockázatok Magyarországon. *Védelem Online*, 2015. Online: www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/546-iparbiztonsagi-kockazatok-magyarorszag.pdf

Jeruska József – Vass Gyula: A magyarországi termék távvezetékek veszélyeinek értékelése. *Védelem Tudomány*, 2. (2017), 4. 107–124. Online: www.vedelemtudomany.hu/articles/06-IB-Jeruska%20Vass%203.pdf

Kátai-Urbán Lajos – Kozma Sándor – Vass Gyula: Veszélyes szállítmányok felügyeletével kapcsolatos jog- és intézményfejlesztési tapasztalatok értékelése. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 92–108. Online: http://hadmernok.hu/153_08_katayul_ks_vgy.pdf

Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes üzemek és szállítmányok biztonsága Magyarországon. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Iparbiztonság különszám. 45–82. Online: <http://vedelemtudomany.hu/articles/03-katai-vass.pdf>

Muhoray Árpád: *Katasztrófa-megelőzés*. I. Jegyzet. Budapest, Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2016.

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

Szakál Béla – Cimer Zsolt – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: *A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés*. I. Budapest, Hungária Veszélyesáru Mérnöki Iroda, 2015.

Jogi források

1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/1988-1-00-00508/2020>. (XI. 18.) Korm. rendelet az 1957. szeptember 30-án létrejött, a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) módosításáról szóló Jegyzőkönyv és a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás egységes szerkezetben történő kihirdetéséről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2020-508-20-22>
- 387/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2021-387-20-22>
- 122/1989. (XII. 5.) MT rendelet az egyes veszélyes árukat szállító közúti járművek útvonalának kijelöléséről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=98900122.MT&xtreferer=98800001.TV>
- 9/2018. számú BM OKF intézkedés a katasztrófavédelem központi, területi és helyi szervei hatósági és szakhatósági tevékenységének rendjéről

Barina Balázs¹

Atomerőművek fejlődése a generációváltások tükrében

Development of Nuclear Power Plants in the Light of Generational Change

A villamos energia előállítása világszinten igen változatosan, különböző típusú erőművek által történik, hazánkban a nukleáris energiatermelés a legmeghatározóbb. Az atomreaktorok fejlődése az elmúlt közel nyolc évtizedben szinte töretlen volt, és napjainkban is folytatódik. Felhasználásuk messze túlmutat a lakossági energiaellátás biztosításán, de ez az egyik legmeghatározóbb feladatuk. Az első generációs atomerőművek megjelenése óta nagy ívű technológiai és biztonságtechnikai fejlesztések történtek, amelyek meghatározzák napjainkban az üzembiztonságot és a termelésfolytonosságot. A jelenleg is fejlesztés alatt álló negyedik generációs nukleáris erőművek megjelenése további élettartam-növekedést és jelentős biztonsági fejlődést hozhat.

Kulcsszavak: atomerőművek, nukleáris reaktorok, generációváltás, biztonság

Electricity generation is diverse worldwide, in Hungary, nuclear energy production is the most significant. The development of nuclear reactors has been almost unbroken over the past eight decades and continues to this day. Their use goes far beyond securing energy supply, but this is one of their most defining tasks. Since the advent of the first generation of nuclear power plants, a large-scale technological and safety development have taken place, which determine the operational safety of today. The development of fourth generation nuclear power plants could lead to further lifetime growth and significant safety improvements.

Keywords: nuclear power plants, nuclear reactors, generational changes, security

¹ Tűzoltó szerparancsnok, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, e-mail: bbjkajak@gmail.com

1. Bevezetés

Modern társadalmunk működése napjainkban elképzelhetetlen a kényelmi szolgáltatásaink, elektronikai eszközeink, közösségi platformjaink használatához nélkülözhetetlen elektromos áram nélkül. Az elektromosenergia-termelés rendkívül változatosan történhet, naperőművek, biogázerőművek, szélerőművek, geotermikus erőművek (megújuló alapú erőművek), szénerőművek, gázturbinás erőművek (földgáz és kőolaj), (fosszilis alapú erőművek), vízerőművek és nukleáris erőművek segítségével. A föld országában termelt villamos energiát 2017-ben a World Nuclear Association (Nukleáris Világszövetség)² adatai alapján mintegy 25 721 TWh³-át a következő megoszlásban állították elő:

- 38,3%-át szénerőművekben;
- 22,9%-át gázturbinás erőművekben;
- 16,3%-át vízerőművekben;
- 10,2%-át atomerőművekben;
- 6,6%-át megújuló energiaforrásokból;
- 3,3%-át kőolajjal;
- 2,3%-át egyéb villamosenergia-termelési módok felhasználásával.

Hazánk villamosenergia-termelése elsődlegesen nukleáris energiára épül, ezt követi a földgáz, a szén és végül a megújuló energiaforrások felhasználása. A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) vizsgálatai alapján az elektromos áram iránti igény az OECD-tagországokban éves szinten 1%-kal, míg a tagsággal nem rendelkező országokban 2,3%-kal, világszinten pedig 2,1%-kal fog nőni éves szinten 2040-ig.⁴

A Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR) adatai szerint a 2015-ös évben rekord magasságba emelkedett a villamos energia importálása és a paksi atomerőmű által termelt energia aránya a hazai össztermelésben. 2018-ban a bruttó áramfelhasználás 31,59%-a külföldi termelésből, 34,64%-a pedig atomenergiából származott, a paksi erőmű állította elő a hazai elektromosenergia-termelés 50,64%-át.⁵

A növekvő energiaszükséglet kielégítésére, valamint az előregedő fosszilis villamos erőművek kieső termelésének kiváltására hazánk a működő paksi négy darab, egységenként 500 MW kapacitású reaktorblokkon felül két további blokk kivitelezését tervezi, összesen 2400 MW-os⁶ teljesítménnyel. A jelenlegi tervzet szerint 2022-ben kezdődő jelentős energetikai beruházás nemcsak a kivitelezőket, hanem a katasztrófavédelemért felelős szakértőket is színvonalas munkára ösztönzi tűzmegeelőzési és beavatkozási területen is.

² World Nuclear Association: *Nuclear Power in the World Today* (2022. március).

³ Terawattóra.

⁴ International Energy Agency: *World Energy Outlook*. Flagship report (2019. november).

⁵ A teljes bruttó villamosenergia-felhasználás megoszlása 2018: www.mavir.hu/web/mavir/adatpublikacio

⁶ Schunk János – Mittler István (szerk.): *Új atomerőművi blokkok létesítése Pakson*. MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt., 2015.

2. A nukleárisenergia-termelés

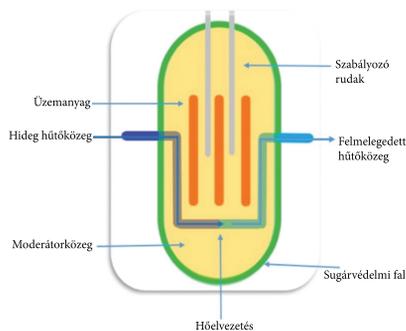
Az atomerőművek bármily bonyolultnak tűnhetnek, felépítésük nagyban hasonlít egy hőerőművéhez, a legnagyobb különbség, hogy az atomerőművek a hőenergiát nem egy meghatározott energiahordozó elégetésével, hanem a nukleáris reaktorban zajló láncreakcióval állítják elő. Az így felszabaduló hőenergiát hűtőközeggel továbbítják, majd gőz termelésére használják, a gőz ezt követően a turbina forgólapátjaira jutva meghajtja azokat, ebből a mozgási energiából termel villamos energiát a generátor. A gőz a kondenzátorokba kerül, ahol lecsapódik, újra folyékony halmazállapotúvá alakul. Az így lehűlt vizet előmelegítés után újra visszajuttatják a gőzfejlesztőkbe.

A nukleáris reaktorokat közel 70 éve állították az energiatermelés szolgálatába. Az első kísérleti nukleáris erőmű az USA-ban Arco városa mellett épült 1952-ben. Az első lakossági energiatermelésre használt atomerőművet az oroszországi Obnyinszkban 1954-ben állították üzembe. Az első generációs atomerőművektől hosszú, több évtizedes út vezetett a napjainkban kivitelezés alatt álló 3+ generációs erőművekig, valamint a fejlesztés alatt álló negyedik generációs atomerőművekig.⁷

2.1. Atomreaktorok elvi felépítése

Az *Encyclopedia Britannica* szerint az első atomreaktor 1942-ben alkották meg, ez volt a CP-1 (Chicago Pile No. 1), amelynek igen alacsony kimeneti teljesítménye volt. Az elmúlt 79 év fejlesztéseinek köszönhetően a reaktorok teljesítménye és üzemeltetési biztonsága nagymértékben megnőtt. A termikus atomreaktor fő alkotóelemei Aszódi BME NTI 2020 alapján a következők:⁸

- üzemanyag, vagy más néven hasadóanyag;
- moderátoranyag, vagy moderátorközeg (hűtőközeg);
- reaktivitásszabályozás;
- sugárvédelem (többszintű).



1. ábra: Termikus reaktorok általános felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése

⁷ World Nuclear Association: *Outline History of Nuclear Energy* (2020. november).

⁸ World Nuclear Association: *Nuclear Power Reactors* (2021).

A felsorolásban leírt alkotóelemekkel minden üzemelő reaktornak rendelkeznie kell, csak így szavatolható a megfelelően szabályozott és biztonságos működés. Azonban az alkotóelemek kialakítása, elrendezése, elhelyezése már nagy fokú eltérést mutat a különböző reaktortípusoknál, amelyekre a következőkben mutatok példákat.

2.2. Nukleáris reaktorok osztályozása⁹

Az atomreaktorok megfelelő tipizálására – osztályozására nagyon sok különböző szempontrendszer létezik, ezek közül mutatok be a cikk e fejezetében néhányat.

A nukleáris reaktorokat megkülönböztethetjük a felhasználás módja szerint:

- kísérleti reaktorok;
- kutatóreaktorok;
- oktatóreaktorok;
- kritikus rendszerek vagy zéró teljesítményű reaktorok;
- hasadóanyag-termelő reaktorok;
- energiatermelő reaktorok.

A kutatásaim szempontjából kiemelt fontosságúak az energiatermelő reaktorok, ezért ez a típus képezi további elemzéseim tárgyát. Az energiatermelő erőművi reaktorok nagy változatosságot mutatnak, az elmúlt évtizedekben több típusuk is használatba állt.

2.2.1. Energiatermelő erőművi reaktorok

Az olyan atomreaktort, amelyben ipari méretekben használják fel a hasadási energiát elektromos áram előállítására, erőművi reaktornak nevezzük. Megkülönböztethetjük őket a felhasznált moderátoranyag, moderátorközeg alapján.

Folyadékmoderátoros reaktorok:

- Könnyűvízes (*light water*) reaktorok:
 - Könnyűvízes reaktoroknak nevezzük azon energiatermelő reaktorokat, amelyeknél a hűtőközeg és a moderátoranyag egyaránt „normál” (sótalan) víz. A könnyűvízes reaktoroknak két típusát különböztetjük meg a nyomott vizes (PWR) és a forraló vizes (BWR) egységeket.¹⁰
- Nehézvízes reaktor:
 - Nehézvízes reaktoroknak nevezzük azon energiatermelő reaktorokat, amelyeknél a hűtőközeg és a moderátoranyag egyaránt nehézvíz (a hidrogén deutérium nevű izotópját tartalmazó víz). A nehézvízes reaktoroknak három típusát különböztetjük meg, a nyomott nehézvízes reaktorokat (PHWR), a CANDU (kanadai deutérium-uránium nyomott nehézvízes reaktorokat) és a CANDU-B könnyűvíz-hűtésű nehézvízes reaktorokat.¹¹

⁹ World Nuclear Association: *Nuclear Power Reactors* (2021).

¹⁰ Pór Gábor: *Atomenergetikai alapismeretek. Atomerőművek generációi*. Budapest, Edutus Főiskola, 2012.

¹¹ Pór (2012): i. m.

2.2.2. Szilárd moderátoros reaktorok

Grafitmoderátoros reaktoroknak nevezzük azon energiatermelő reaktorokat, amelyeknél a moderátoranyag grafit. E típuson belül a hűtőközeg lehet gáz vagy könnyűvíz.¹²

Moderátor nélküli reaktoroknak nevezzük azon reaktorokat, amelyekben nem található moderátoranyag vagy közeg, így az aktív zónában a neutronok nem lassulnak le.¹³

Az alábbiakban bővebben kitérek az egyes reaktortípusok sajátosságaira, működési módjaik bemutatására.

2.2.3. Folyadékmoderátoros reaktorok

A könnyűvízes reaktorok két típusát különböztetjük meg, a nyomott vizes (PWR) és a forraló vizes (BWR) egységeket. A világon 2020. december 31-én 441 működőképes reaktorból 365 könnyűvízes volt, ezen belül 303 PWR- és 2 BWR-egység. Európai uniós viszonylatban 93 db PWR-, 2 db BWR-reaktorblokk üzemel jelenleg.¹⁴ A két reaktortípus között az alapvető különbség a primer és szekunder kör, valamint a hermetikus tér, vagy konténment kialakításában van.



2. ábra: Nukleárisreaktor-típusok az EU-ban

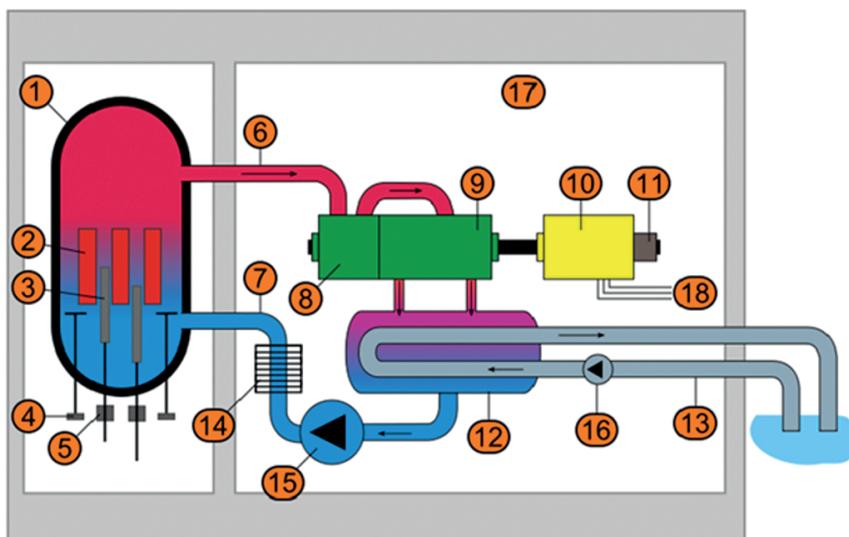
Forrás: a szerző szerkesztése World Nuclear Association: Nuclear Power Reactors (2021) alapján

A nyomottvizes (PWR) nukleáris reaktor moderátora és hűtőközege egyaránt könnyűvíz, üzemanyaga alacsony dúsítású urán. Fő jellemzője a vastag falú (10–20 cm

¹² Pór (2012): i. m.

¹³ Pór (2012): i. m.

¹⁴ International Atomic Energy Agency: Nuclear Power Reactors in the World 2020. Vienna, IAEA, (2020).



- | | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1. Reaktortartály | 7. Tápvíz | 13. Hűtővíz |
| 2. Fűtőelem | 8. Nagynyomású gőzturbina | 14. Tápvíz-előmelegítő |
| 3. Szabályozórúd | 9. Kisnyomású gőzturbina | 15. Tápvízszivattyú |
| 4. Szabályozórúd-hajtás | 10. Generátor | 16. Hűtővízszivattyú |
| 5. Nyomáskiegyenlítő | 11. Gerjesztőgép | 17. Keringető szivattyú |
| 6. Gőzfejlesztő | 12. Kondenzátor | 18. Villamos távvezetékhez |

4. ábra: BWR forralóvízes reaktor átnézeti ábra

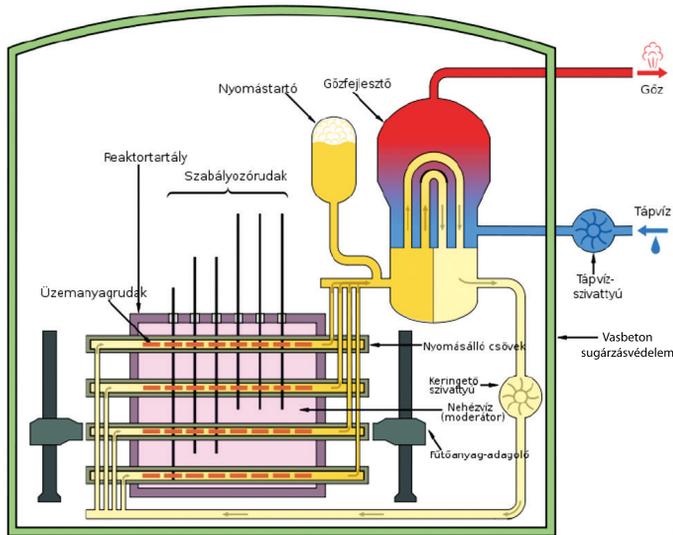
Forrás: Antal Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Atomerőmű generációk fejlődésének vonzatai. *Hadmérnök*, 13. (2018), 3. 150–163.

2.2.4. Nehésvízes – nyomottvízes

Nehésvízes (D₂O) reaktor – CANDU (*Canada Deuterium Uranium*)

A reaktortartályon több száz cső halad keresztül, ezekben a csövekben helyezték el az üzemanyagrudakat, amelyek így szeparáltan is elérhetők, nagymértékben megkönnyítve a szelektív friss üzemanyagcserét és az átrakást, mivel az üzemanyagot könnyen át lehet helyezni az elhasználódás mértékétől függően. Mivel a moderátorközeg a keresztirányú csövekben van nagy nyomás alatt, ezért a reaktortartály nincs kitéve több száz báros nyomásnak. Az alacsony nyomásértékek és hőmérséklet miatt sokkal egyszerűbben és differenciáltabban lehet szenzorokkal nyomon követni a reaktorban zajló folyamatokat. Természetes uránnal is működik, ami nagymértékű üzemanyagkiadás-csökkenést eredményez, de a nagy mennyiségű nehésvíz-felhasználás itt is jelentős anyagi ráfordítást igényel.¹⁷

¹⁷ Radnóti-Király (2015): i. m. 177. 1–13.



5. ábra: CANDU reaktor átnézeti ábra

Forrás: Antal – Kátai-Urbán – Vass (2018): i. m. 154.

2.2.5. Szilárd moderátorú reaktorok

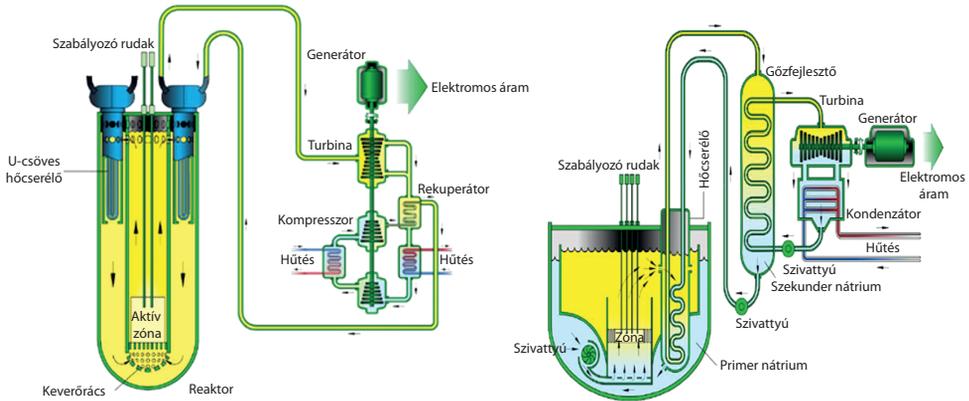
A szilárd moderátoros erőművek esetében a hűtőközeg lehet gáz (szén-dioxid, hélium), vagy lehet könnyűvíz. E reaktortípus (forralócsöves) nagy előnye, hogy természetes uránnal is üzemeltethető, de a gazdasági szempontok miatt általában enyhén dúsított uránt használnak üzemanyagként. Nagy hátránya a könnyűvíz moderátorú reaktorokkal szemben, hogy túlhevülés esetén a neutronelnyelő hűtővíz elforrhat, ami a grafitmoderátor használata miatt a láncreakció és a hőtermelés fennmaradását eredményezi. Ezek a folyamatok a reaktor megszaladásához vezethetnek, mint az 1986-os csernobili atomerőművi baleset esetében is.¹⁸

2.2.6. Gyorsreaktorok

Moderátor nélküli reaktorok esetében, mivel nem található moderátoranyag vagy -közeg, az aktív zónában a neutronok nem lassulnak le. Magas dúsítású plutóniummal vagy uránnal működnek; a fűtőanyag származhat már kiegészített nukleáris üzemanyagokból vagy leszerelt atomtöltetektől is. A gyorsreaktorok többféle feladat ellátására alkalmasak, a villamos energia termelésén túl újabb hasadóanyagok előállítására is felhasználhatók. Ez alapján kijelenthető, hogy a gyorsreaktorok egyben tenyésztőreaktorok is. A reaktorok rendkívül intenzív hűtését úgy szükséges megoldani, hogy a hűtőközeg ne lassítsa le a neutronokat. A megfelelő hűtés elérésére folyékony fémeket alkalmaznak, nátriumot vagy ólmot.¹⁹

¹⁸ Antal – Kátai-Urbán – Vass (2018): i. m. 150–163.

¹⁹ Antal – Kátai-Urbán – Vass (2018): i. m. 150–163.

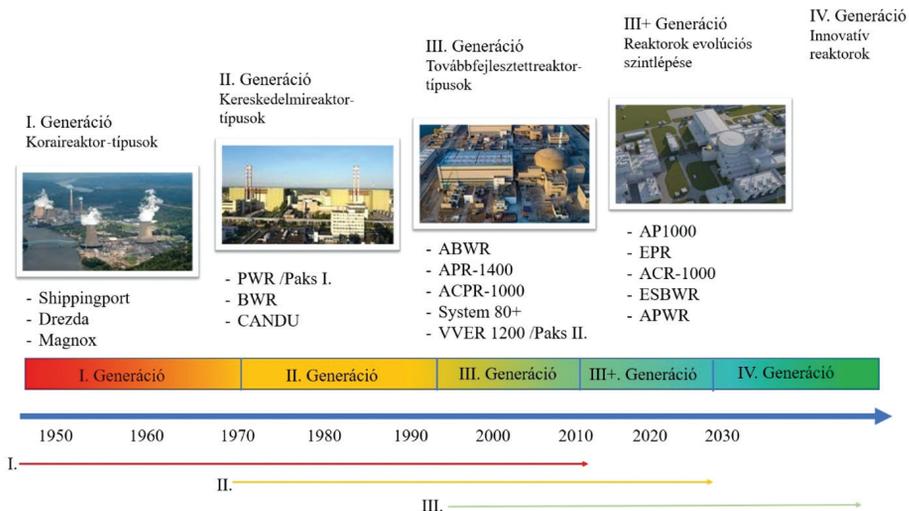


6. ábra: Gyorsreaktor átnézeti ábra

Forrás: Antal – Kátai-Urbán – Vass (2018): i. m. 155–156.

3. Atomerőművi generációk

A II. világháborút követő minden olyan nukleáris erőművi fejlesztést, amely az atomenergia békés felhasználását célozta, első generációsnak tekinthetünk. A fejlesztésben érdekelt szaktekintélyek, a nukleáris energia felhasználásának úttörői az ötvenes évek előtt is az atomenergia-termelés felépítését kívánták elérni, de a második nagy háború és az atomhasadás által létrehozott hatalmas energia hadászati célú felhasználása egy évtizeddel eltolta a nukleáris energia lakossági energiatermelési célú alkalmazásának lehetőségét.



7. ábra: Atomerőművi generációk

Forrás: a szerző szerkesztése Stephen M. Goldberg – Robert Rosner: Nuclear Reactors: Generation to Generation. Cambridge, MA, American Academy of Arts and Sciences, 2011. alapján

3.1. Első generációs atomerőművek

A világháborút követően az Amerikai Egyesült Államokban 1951-ben üzembe állították a világon az első, nátrium-kálium hűtésű kísérleti szaporító gyorsreaktort. Ez a reaktor energiatermelésre csak korlátozott mértékben volt alkalmas, villamos teljesítménye csupán a reaktorcsarnok megvilágítását tette lehetővé. Ekkor még a villamos teljesítménynél jóval fontosabb volt a reaktor működése során létrehozott Plutónium 239, amely az atombomba robbanótöltetének fontos eleme.²⁰

Az első villamos hálózatra kapcsolt atomerőművet 1954-ben állították üzembe az oroszországi Obnyinszkban, amely grafitmoderátoros, vízhűtésű, egy reaktorblokkos erőmű volt.

Nagy-Britannia az első hivatalosan is kereskedelmi célú atomerőművét 1953-ban állította üzembe Windscale-ben. Az erőművet II. Erzsébet királynő nyitotta meg, azonban négy évvel az üzemkezdetet követően az erőműben súlyos tüzeset történt. 1957-ben állították üzembe a Magnox atomerőművet, amely plutónium termelésére alkalmas széndioxid-hűtésű, grafitmoderátoros erőmű volt.²¹

Az Amerikai Egyesült Államokban ugyancsak 1957-ben állították üzembe a Shippingport könnyűvízes atomerőművet, amely hadászati célokra plutóniumot termelt, viszont már 60 MW villamos teljesítményre is képes volt.²²

3.2. Második generációs atomerőművek

A napjainkban működő nukleáris reaktorok többsége második generációs atomerőművekben üzemel. A Nukleáris Világszövetség (*World Nuclear Association*) adatai szerint 2021-ben 234 db az 1970-es évektől 1990-ig épült úgynevezett második generációs atomerőművi blokk üzemel. E reaktorok átlag kora jelentősen meghaladja a 30 évet, lassan tervezett élettartamuk végéhez közelítenek, sok közülük üzemidő-hosszabbításban részesült, vagy üzemidő-növelés előtt áll.

A második generációs erőművek tervezésekor nagy mennyiségű tapasztalat állt rendelkezésre. Ne felejtjük el, hogy az első generációs erőművek az 1950-es évek legelején álltak működésbe. Érdekességgként megjegyezném, hogy az utolsó első generációs atomerőmű 2015-ben fejezte be működését. A prototípusok kezdetleges hibáiból, konstrukciós gyengeségeiből, üzemeltetési nehézségeiből nyert információk segítségével, biztonságnövelő átalakítások alkalmazásával építették meg a második generációba sorolt atomerőműveket. Véleményem szerint az egyik legmeghatározóbb újítása a nyomásálló rendszerek alkalmazása volt, amely súlyos baleset esetén képes megakadályozni a radioaktív anyagok szabadba jutását. Ez az úgynevezett hermetikus tér, vagy konténment alkalmazása. A hazánkban üzemelő paksi atomerőmű mind a négy blokkja második generációs, fontos megjegyezni, hogy a 2000-es évektől

²⁰ Goldberg–Rosner (2011): i. m.

²¹ Goldberg–Rosner (2011): i. m.

²² Goldberg–Rosner (2011): i. m.

kezdve sorozatos teljesítmény- és biztonságnövelő fejlesztésen estek át, ahogy azt a védelmi rendszerek és a technológia fejlődése lehetővé tette.²³

3.3. Harmadik generációs atomerőművek

A napjainkban épülő atomerőműveket a szakirodalom a harmadik vagy a 3+ generációba sorolja: ezek az úgynevezett evolúciós erőművek, lásd az 1. táblázatban. A fejlesztés kezdete az 1990-es évekre tehető, az amerikai, japán és nyugat-európai könnyűvízes reaktorflotta üzemeltetői tapasztalataira alapozva. A második generációs erőművekhez képest kibővített és továbbfejlesztett biztonsági-technológiai megoldásokkal, valamint a gazdasági tényezők optimalizálásával fejlesztették tovább az erőműveket. A működtetésben a megnövelt hatásfok, a magasabb üzemanyag-hasznosítás és bizonyos fejlett dúsítási eljárásokkal együtt valósították meg a jelenleginél jóval hosszabb, akár 60 éves üzemidőt.²⁴ Az aktív és passzív biztonsági rendszerek jelentős fejlődésen mentek keresztül, köszönhetően az általános technológia és informatikai fejlődésének, valamint a sajnálatos módon bekövetkezett nukleáris balesetekből levont mértékadó következtetéseknek.²⁵ Ezekre példák azok a passzív biztonsági funkciók, amelyek nem igényelnek külső energiát, aktív vezérlést vagy kezelői beavatkozást, hanem a gravitációra vagy a természetes hővezetésre támaszkodva csökkentik az üzemzavarok és balesetek következményeit.²⁶

1. táblázat: Harmadik generációs reaktortípusok

Forrás: Wood (2007): i. m.

EPR (European Pressurized Reactor)	AES 2006 (VVER 1200)	AP-1000 Westinghouse
Az EPR nyomottvízes hatásfoknövelt reaktor, amelynek a hermetikus tere acélerősítéses – duplafalú kialakítású betonból készül. Zónaolvasdás esetére a reaktor alatt olvadékfogó rendszert alakítottak ki. A hűtést négy egymástól teljesen független rendszer alkotja, amelyek a reaktor üzemképtelensége esetén is működőképesek maradnak 1-3 évig. Az elérhető legkorszerűbb jelző- és mérőműszereket építették be.	Az AES 2006 továbbfejlesztett vízhűtéses, víz-moderátoros nyomottvízes reaktor. A meglévő Paks I atomerőmű mellé a Paks II beruházás keretében VVER 1200-as blokkokat építenek be.	Az AP-1000 továbbfejlesztett amerikai nyomottvízes reaktortípus. A fejlesztések sora balesetek bekövetkeztekor is lehetővé teszi, emberi beavatkozás nélkül is, hogy a reaktor hűtése 72 órán keresztül fennmaradjon, és megakadályozza az aktivitás környezetbe kerülését. Érdekessége, hogy a pihentető medence a VVER új típusához hasonlóan a hermetikus téren belülré került.

²³ Goldberg–Rosner (2011): i. m.

²⁴ Janet Wood: *Nuclear Power*. London, Institution of Engineering and Technology UK, 2007.

²⁵ Dobor József – Kossa György – Pátzay György: Atomerőművi balesetek és üzemzavarok tanulságai 1. *Hadmérnök*, 12. (2017a), 1. 58–71.

²⁶ Dobor József – Kossa György – Pátzay György: Atomerőművi balesetek és üzemzavarok tanulságai 2. *Hadmérnök*, 12. (2017b), 4. 84–98.

3.4. Negyedik generációs atomerőművek

A negyedik generációba tartozó atomerőműveket innovációs erőműveknek nevezi a szakirodalom, mert olyan megoldásokat, fejlesztéseket vetítenek előre, amelyek teljesen új perspektívába helyezik az atomerőművek üzemeltetését. A negyedik generációs erőművi besorolás előfeltétele, hogy megfeleljenek mindazon szigorú biztonsági és üzemeltetési követelményeknek, mint a nukleáris hulladék minimalizálása és újra-felhasználása, az üzemanyagcellák érzékenységének jelentős csökkentése, valamint a proliferációállóság a katonai célra való felhasználhatatlanság (az atomfegyverek gyártásához szükséges minőségű hasadóanyag keletkezésének kizárása).²⁷ A negyedik generációs atomerőművek lehetséges típusai a 2. táblázatban szerepelnek.

2. táblázat: Negyedik generációs atomerőművek fejlesztése megvalósulásának esetei

Forrás: Keresztúri András – Pataki István – Tóta Ádám: Negyedik generációs reaktorok. *Fizikai Szemle*, 64. (2014), 4. 112–119.

Termikus reaktorok	Gyorsreaktorok
Nagyon magas hőmérsékletű reaktor (VHTR – <i>Very High Temperature Reactor</i>)	Gázhűtéses gyorsreaktor (GFR – <i>Gas-cooled Fast Reactor</i>)
Szuperkritikus vízhűtéses reaktor (SCWR – <i>Supercritical Watercooled Reactor</i>)	Nátriumhűtéses gyorsreaktor (SFR – <i>Sodium-cooled Fast Reactor</i>)
Olvadéksó-reaktor (MSR – <i>Molten Salt Reactor</i>)	Ólomhűtéses gyorsreaktor (LFR – <i>Lead-cooled Fast Reactor</i>)

4. Összegzés

A II. világháborút követően az atomenergia békés célú felhasználása ugrásszerű fejlődést hozott a lakosság villamosenergia-ellátásában. Az első kísérleti atomreaktorok megjelenésétől számítva alig egy évtizeddel később, az ötvenes években energiatermelési célú nukleáris reaktorokat fejlesztettek ki az USA-ban és a Szovjetunióban, ezek voltak az első generációs erőművek vagy kísérleti atomerőművek. A fejlődés iránya egyértelműen a hatékony és egyre biztonságosabb működés irányába mutatott, amihez más technológiákhoz hasonlóan túl kellett lépni a kezdeti konstrukciós és üzemeltetési, valamint biztonsági nehézségeken. A második generációs erőművek már egyértelműen magasabb fokú biztonságot és egyszerűbb üzemeltetést képviselnek. A napjainkban működő nukleáris reaktorok többsége még a második generációs atomerőművekben üzemel, a Nukleáris Világszövetség adatai szerint összesen 234. A szerteágazó nemzetközi fejlesztő és kutatómunkának köszönhetően rengeteg reaktortípus üzemel a 21. században, amelyeket igyekeztem munkám előző fejezeteiben bemutatni. A fejlesztések során nagyszámú, lényegi kialakításukban is eltérő reaktortípust hoztak létre, amelyek csupán alapfelépítésükben egyeznek, azaz tartalmazzák

²⁷ Keresztúri András – Pataki István – Tóta Ádám: Negyedik generációs reaktorok. *Fizikai Szemle*, 64. (2014), 4. 112–119.

az 1. ábrán felsorolt alkotóelemeket. E kialakításbeli különbségek nagymértékben meghatározzák az üzemeltetési és a súlyosbaleset-kezelési feladatok tervezési és végrehajtási sajátosságait. A világon 2020. december 31-én 441 működőképes reaktorból 365 könnyűvízes volt, ezen belül 303 PWR- és 2 BWR-egység. A kétezres éveket követően épült erőműveket a harmadik vagy a 3+ generációba sorolja a nemzetközi szakirodalom, ezek az úgynevezett evolúciós erőművek. A működésüket a megnövelt hatások, a magasabb üzemanyag-hasznosítás és a jelenleginél jóval hosszabb, akár 60 éves üzemidő jellemzi. Aktív és passzív biztonsági rendszereik jelentős fejlődésen mentek keresztül, köszönhetően a technológia és informatika fejlődésének, valamint a sajnálatos módon bekövetkezett nukleáris balesetektől levont mértékadó következtetéseknek. A negyedik generációs atomerőműveket innovációs erőműveknek nevezzük, mert olyan megoldásokat, fejlesztéseket vetítenek előre, amelyek teljesen új perspektívába helyezik az atomerőművek üzemeltetését.

Felhasznált irodalom

- Antal Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Atomerőmű generációk fejlődésének vonzatai. *Hadmérnök*, 13. (2018), 3. 150–163. Online: www.hadmernok.hu/183_11_antal.pdf
- Dobor József – Kossa György – Pátzay György: Atomerőművi balesetek és üzemzavarok tanulságai 1. *Hadmérnök*, 12. (2017a), 1. 58–71. Online: www.hadmernok.hu/171_06_dobor.pdf
- Dobor József – Kossa György – Pátzay György: Atomerőművi balesetek és üzemzavarok tanulságai 2. *Hadmérnök*, 12. (2017b), 4. 84–98. Online: www.hadmernok.hu/174_09_dobor.pdf
- Goldberg, Stephen M. – Robert Rosner: *Nuclear Reactors: Generation to Generation*. Cambridge, MA, American Academy of Arts and Sciences, 2011. Online: www.amacad.org/sites/default/files/academy/pdfs/nuclearReactors.pdf
- International Atomic Energy Agency: *Nuclear Power Reactors in the World 2020*. Vienna, IAEA, 2020. Online: www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-2-40_web.pdf
- International Energy Agency: *World Energy Outlook*. Flagship report (2019. november). Online: www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019
- Keresztúri András – Pataki István – Tóta Ádám: Negyedik generációs reaktorok. *Fizikai Szemle*, 64. (2014), 4. 112–119. Online: http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1404/Kereszturi_A_Pataki_I_Tota_A.pdf
- Országos Atomenergia Hivatal: *Nem tervezett leállás történt a finnországi Olkiluoto 2 erőműben* (2020. december 10.). Online: www.haea.gov.hu/web/v3/OAHportal.nsf/web?OpenAgent&article=news&uid=ACA98846A26A97B-1C125863A0063B568
- Pór Gábor: *Atomenergetikai alapismeretek – Atomerőművek generációi*. Budapest, Edutus Főiskola, 2012.

- Radnóti Katalin – Király Márton: Az atomenergiáról egyszerűen: az atomerőművek működése, típusaik és jövőjük. *Nukleon*, 8. (2015), 177. 1–13. Online: https://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/8_1_177_Radnoti_0.pdf
- Schuk János – Mittler István (szerk.): *Új atomerőművi blokkok létesítése Pakson*. MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt., 2015. Online: <https://bit.ly/3Padc1X>
- Wood, Janet: *Nuclear Power*. London, The Institution of Engineering and Technology UK, 2007.
- World Nuclear Association: *Outline History of Nuclear Energy* (2020. november). Online: www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/outline-history-of-nuclear-energy.aspx
- World Nuclear Association: *Nuclear Power Reactors 2021*. Online: <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/nuclear-power-reactors.aspx>
- World Nuclear Association: *Nuclear Power in the World Today* (2021. március). Online: www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx

Berek Tamás¹ – Nagy Veronika²

A laboratóriumi biztonság a BLS (basic life support) aspektusából³

Laboratory Safety from the Aspect of BLS (Basic Life Support)

A vegyipari létesítmények támogatására, közvetlenül a gyártáshoz, de a vegyészet-hez köthető bármely tevékenységhez vegyi laboratóriumok szükségesek, amelyek többek között lehetnek ipari célú laboratóriumok, kisebb területű, speciális vizsgálatokat, ellenőrző kimutatásokat végző laboratóriumok, illetve oktatási célú laboratóriumok. A laboratóriumi tevékenységek során a biztonság egyik alappillére, lényeges feltétele az üzemeltető, a munkavégző személyzet és a munkafolyamatok biztonsága. A személyzet számára első ellátás és elsősegélynyújtás rendszeres oktatása jelenleg nincs előírva, pedig egy hirtelen bekövetkező szívmegeállás esetén egyedül ők tartózkodnak a helyszínen. A szerzők a cikkben e több szempontból speciális munkaterületek egészségügyi biztosításának egyik területére, az újraélesztés feltételeinek vizsgálatára helyezik a hangsúlyt.

Kulcsszavak: laborbiztonág, újraélesztés, alapszintű újraélesztés, szívmegeállás

Chemical laboratories are needed to support chemical facilities, for any activity directly related to production, but also to chemistry, including laboratories for industrial purposes, laboratories for small-scale specialised testing, control detection and laboratories for educational purposes. One of the cornerstones of safety in laboratory activities is the safety of the operator, staff and work processes. Staff are not currently required to receive regular training in first aid, even though they are the only ones on site in the event of a sudden cardiac arrest. In this article, the

¹ Egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Múveleti Támogató Tanszék, e-mail: berek.tamas@uni-nke.hu

² Katasztrófavédelmi szervező, laboráns, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Múveleti Támogató Tanszék, e-mail: nagy.veronika@uni-nke.hu

³ A mű TKP2020-NKA-09 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi Kiválósági Program 2020 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

authors focus on one of the areas of health insurance in special work areas, examining the conditions for resuscitation.

Keywords: laboratory safety, cardiopulmonary resuscitation, basic life support, cardiac arrest

1. Bevezetés

Egy folyamatosan üzemelő vegyi laboratórium esetében nem kizárólagosan olyan eseményekkel kell számolni, amelyeknél emberi mulasztás, biztonsági előírások figyelmen kívül hagyása, valamely berendezés meghibásodása, külső káros (természeti vagy civilizációs) hatás vezet sérüléshez. A laboratóriumi személyzetnél váratlanul, hirtelen, minden előjel nélkül fellépő egészségügyi problémák kezelésére is megfelelően felkészültnek kell lenni, amely azonnali reagálást, ellátást igényel. Az újraélesztés eljárásában szakképzett mentő-, tűzoltó- és katasztrófavédelmi egységek kiérkezéséig percek telnek el a különböző közlekedési akadályok miatt. A kiérkező egységeknek fel kell mérniük a létesítménybe bejutás módját, a bent rejlő veszélyeket, a bent tartózkodók számát, ami szintén időigényes. Az életfunkciók helyreállítását azonban azonnal meg kell kezdeni a helyszínen, ahol csak a laborszemélyzet tartózkodik, külső, képzett laikus személy bevonása nem lehetséges. Kiemelt szerepe lehet ilyenkor a helyszínen tartózkodó laboratóriumi személyzet jártasságának az alapszintű újraélesztésben.

A hirtelen keletkező keringés- vagy légzésleállás magas időfaktora miatt az életfunkciók pótlása azonnali beavatkozást igényel. Az újraélesztés (*cardiopulmonaris resuscitatio*, CPR) folyamatában a korai észlelésnek, az alapszintű újraélesztésnek (*basic life support*, BLS), korai defibrillációnak, és az emelt szintű újraélesztésnek (*advanced life support*, ALS) meghatározott szerepe van. Az ALS-tevékenység végrehajtása, irányítása kevés kivételtől eltekintve orvosi tevékenység.⁴

A BLS-t laikusok is végezhetik, és az újraélesztés folyamatában rendkívüli a szerepe, hiszen a BLS célja a keringési funkciók biztosítása az ALS megkezdéséig.

A munkavédelemi oktatások szélesítése az újraélesztés irányába célszerűnek mutatkozik az olyan munkahelyeken, létesítményekben, ahol azok jellegénél fogva kis létszámú a személyzet. Vannak olyan laboratóriumok, kisebb üzemek, ahol bár 24 órás munka folyik, az éjszakai, délutáni műszakban dolgozók létszáma minimalizált, így nagyon kevés az esélye, hogy van közöttük olyan, aki jártas az újraélesztésben mind elméletben, mind gyakorlatban olyan szinten, amelyet a speciális munkakörülmények megkövetelnének. A biztonságos munkakörülmények elengedhetetlenek az ember jó teljesítőképességéhez és munkájának maximális szintű elvégzéséhez. Mindehhez egyértelműen hozzájárul az említett munkaterületeken dolgozó állomány szakszerű felkészítése az elsősegélynyújtás és az újraélesztés terén.

Szükséges továbbá a veszélyes anyagokkal foglalkozó laboratóriumok specialitásainak megfelelően azok személyzete számára olyan oktatási program és számonkérési rendszer kidolgozása, amely amellett, hogy igazodik a speciális munkakörülményekhez,

⁴ Mészáros Judit – Hornyák István: Az újraélesztés oktatásának aktuális kérdései. *Nővér*, 18. (2005), 6. 3–11.

tartalmazza azokat az elemeket, amelyeket a hazai és nemzetközi sztenderdek ajánlanak az újraélesztés hatékonyságának fokozása érdekében.

A vizsgálat egyik célja az elsősegélynyújtás fontosságának és a munkahelyi elsősegélynyújtás oktatása létjogosultságának igazolása laboratóriumi környezetben. Ennek érdekében a laboratóriumi biztonság általános megközelítésű jellemzését követően a részletekre fókuszálva elemezzük a BLS-tevékenység feltételeit laboratóriumi környezetben. Ehhez a releváns szakirodalom vizsgálatát követően analógiát alkalmazva feltárjuk azokat a specifikumokat, amelyek az újraélesztés hatékonyságát tekintve meghatározhatók e sajátos munkakörnyezetre, valamint a laboratóriumi elsősegélynyújtás technikai feltételeinek behatárolására is kísérletet teszünk.

2. A biztonság általános megközelítése

Minden ágazat, egység saját definíciót határoz meg a körülményeket, az alkalmazottak feladatkörét, a szervezet egészét figyelembe véve. A biztonság az embert, környezetet érhető negatív hatások megelőzése, elhárítása, elmaradása, veszélyek, hibák balesetek nélküli tevékenység, élhető élet biztosítása.⁵

A biztonság valamilyen érték veszélyeztetettségeként jelenik meg, amely lehet emberi, társadalmi, közösségi, műszaki berendezéshez kapcsolódó, környezeti, technikai, pénzügyi stb. Ennek a veszélyeztetettségnek az elhárítását, megelőzését, további káros hatásainak megfékezését jelenti a védelem. A védelem felmérések, adatgyűjtések, döntések, cselekvések, tevékenységek sorozatának összessége, amely a biztonság fenntartását, megóvását próbálja megteremteni, fejleszteni.⁶

Tehát, ha biztonságról beszélünk, akkor szorosan kapcsolódik hozzá a veszély és fenyegetettség, hiszen ha ezek nem állnak fenn, akkor beszélhetünk biztonságról, de emellett tudunk létezésükről. Lényegében a biztonság állapota egy személy vagy szervezet aspektusából nézve időben kiegyensúlyozott, és állandósága dinamikus, változó. Veszélyeztetettség nélkül nincs értelme a biztonságnak sem, hiszen nincs, amitől védelemre lenne szüksége az emberi egészségnek, rendszerek rendeltetésszerű működéséhez bármilyen dolognak. Viszont a veszélyeztetettségre nemcsak passzív (beletörődő) formában reagálunk, hanem aktívan is, megelőző védekezést végzünk, amelyhez erőforrásokat alkalmazunk.⁷

A szív- és érrendszeri megbetegedések, a daganatos betegségek és a különböző balesetek szerepelnek az első három helyen a leggyakoribb halálos kimenetelű egészségkárosodás eredeteként. A helyzetfelismerés és az első beavatkozás gyors lezajlása nagy százalékban növeli a sérült életben maradásának esélyeit. A fejlett országokban nagy hangsúlyt fektetnek a laikusok elsőellátás-oktatására, hiszen sokszor rajtuk múlik a sérült állapotának romlása, javulása, amíg a helyszínre érkezik egészségügyi szakember. Ez a felfogás azért is nagyon lényeges, mert az éghajlatváltozás okozta környezeti anomáliák és az öregedő társadalom egyaránt olyan kockázati tényező,

⁵ Horváth András: A biztonságtudomány különböző megközelítései. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 5–10.

⁶ Gazdag Ferenc – Remek Éva: *A biztonsági tanulmányok alapjai*. Budapest, Dialóg Campus, 2018. 17–18.

⁷ Berek Lajos – Berek Tamás – Berek László: *Személy- és vagyónbiztonság*. Budapest, Óbudai Egyetem BKG, 2016. 4–6.

amely növelheti az olyan hirtelen bekövetkező rosszulletek esetszámát, amelyek váratlan és gyors egészségügyi romláshoz vezetnek.

Az időjárási változók és a napi halálozás vizsgálatát végző kutatások megállapították a hőmérséklet és a napi összes és okspecifikus halálozás kapcsolatát. Az összefüggés nyáron a legkifejezettebb. 26 °C átlaghőmérséklet fölött növekedést figyeltek meg a halálozásban. Hasonló kapcsolatot írtak le a kutatók a szív- és érrendszeri betegségek miatti halálozás növekedésében.⁸

Az elsősegélynyújtás gyorsasága és hatékonysága az életfunkciókat befolyásoló, maradandó szervi károsodások előfordulását és súlyosságát csökkenthetik, de erre csak azok képesek, akik ezt megtanulták, elméletben és gyakorlatban is alkalmazni tudják. A tudás folyamatos szinten tartása ehhez elengedhetetlen, és lényeges továbbá a korszerű, újonnan kifejlesztett és elfogadott (eszközök, műfogások, fektetések stb. összessége) eljárások folyamatos figyelemmel követése és beépítése az elsősegélynyújtás oktatásába.

A veszélyes üzemekben, létesítményekben felhasznált és gyártott vegyi anyagok sokfélesége már önmagában veszélyt jelent a személyzetre nézve. A veszélyes anyagok tárolása, a technológiai műveleteket végző berendezések üzemeltetése és maguk a laboratóriumok egyaránt veszélyeket rejtnek.⁹

Jogszabályok előírják, hogy a munkaterületen megtalálható veszélyes anyagok és azok tulajdonságai ismertek legyenek a dolgozók számára.¹⁰

A laboratóriumokban többféle anyagcsoportokba tartozó vegyületekkel találkozhatnak a dolgozók, amelyek tulajdonságait, más anyagokkal való reakcióját, a szervezetre gyakorolt hatását ismerniük kell. A laboratóriumban munkát végző személyek az előzetes tanulmányaik alatt elsajátítják azokat a biztonságtechnikai alapismereteket, a munkavédelmi és tűzvédelmi rendszabályokat, amelyeket a szakterület megkövetel. A laboratóriumban való munkavégzéshez elengedhetetlen az elméleti felkészülés, hiszen nem elég időben, a lehető leggyorsabban reagálni egy balesetre, pontosan tudni kell, hogy milyen anyagnál, milyen balesetnél mi a legelső teendő, az azt követő lépések sorozata az emberi élet, egészség és a környezet védelme érdekében.

Az emberi élet és egészség, valamint a biztonság szem előtt tartása a megfelelő minőségű munkavégzés elengedhetetlen része, hiszen, ha a dolgozó e szükségleteit kielégíti a munkáltató a jogszabályok és szakemberek tudásának figyelembevételével, a munka a biztonsági követelményeknek megfelelően fog folyni.¹¹

A munkát vállaló dolgozó munkavédelmi oktatásban részesül a munka megkezdése előtt is. Ismertetik vele a munkafolyamatokat, az eszközöket, a műszereket, a veszélyes anyagokat, vegyszereket. Ezek használatával kapcsolatos helyes eljárásokat, a különböző védőeszközök fajtáit, azok használatának rendjét. Az elsősegélyhelye(ke)t,

⁸ Páldy Anna et al.: A klímaváltozás egészségi hatásai. *Egészségtudomány*, 48. (2004), 2–3. 220–236.

⁹ Dobor József: Veszélyes szerves anyagok felhasználásának katasztrófavédelmi szempontú elemzése és a szerves kémia technológiai folyamatainak összefoglalása. *Hadmérnök*, 13. (2018), KÖFOP szám. 43–61.

¹⁰ Dobor József: The Importance of the Teaching of Case Studies of Industrial Accidents in the Disaster Management Education. *ECOTERRA Journal of Environmental Research and Protection*, 14. (2017), 1. 25–32.

¹¹ Érces Gergő – Vass Gyula: Veszélyes ipari üzemek fenntartható tűzbiztonságának BIM alapú fejlesztési lehetőségei. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Különszám. 137–141.

az ellátók elérhetőségét, a beépített védelmi rendszereket a biztonságos, menekülő útvonala(ka)t.

A veszélyes anyagokat vizsgáló létesítmények (laboratóriumok) személyzetét veszélyeztető tényezőket leggyakrabban a veszélyes anyag vagy a veszélyes tevékenység oldaláról közelítik meg. Pedig a munkavállalót érheti rosszullét a veszélyes anyagoktól függetlenül is, amikor a gyors és hatékony elsősegélynyújtásnak életmentő szerepe lehet. A munkavállalókat a tevékenységből fakadó veszély kockázatának csökkentése érdekében számos intézkedés védi, azonban a szív- és érrendszert érintő hirtelen rosszullétek esetén kiszolgáltatottságuk magas.

A laboratóriumok biztonsága függ a természeti környezettől, a meteorológiai viszonyoktól is. A szélsőséges időjárás, a hirtelen bekövetkező éghajlatváltozások hatásai negatívan befolyásolják az emberi test egészségét, pszichikumát, munkabírását, a szervezetek, ágazatok műszaki rendszerek, az épületek szerkezete és a védelmi rendszerek (például tűzvédelmi rendszerek, vízellátás, szellőző berendezések stb.) épségét. Az éghajlatváltozás következményeire közép-, illetve hosszú távon kell számítani, ezért ezekre fel lehet készülni előre. Vizsgálni, elemezni kell, hogy milyen változások következhetnek be, milyen faktorokkal kell számolni, ezekre a kihívásokra megoldást kell találni a biztonság aspektusából.¹²

Ezzel párhuzamosan azokkal a tényezőkkel is foglalkozni kell, amelyek nem a munka jellegéből adódóan okozhatnak balesetet, illetve rosszullétet, hirtelen bekövetkező olyan egészségügyi problémát, amely azonnali ellátást igényel. Ezek lehetnek veleszületett betegségek, korábbi betegség szövődményei, hirtelen kialakuló, előre nem jelezhető szívmegeállás, asztmás roham stb. A laboratóriumi körülmények nehezítik az elsősegély-ellátást, az életmentő beavatkozások hatékonyságát, így erre fokozott figyelmet szükséges fordítani a munkáltatóknak, a már meglévő jogszabályok, munkavédelmi, egészségügyi szabályok megtartása mellett.

Az ipari területen ezzel a kérdéskörrel jogszabályi szinten foglalkoznak. Az emberi egészség megóvásának vonatkozásában a munkavédelemnek egyik lényeges tényezője az elsősegélyhely megléte. Minden munkahelyen, minden műszakban jelen kell lennie külön elsősegélynyújtásra kiképzett személyeknek, akik a munkavállalók közül kerülnek ki. A létszámuk a műszakban dolgozók és a további (takarító, karbantartó stb.) személyzet számának függvénye. Az elsősegélynyújtó helyeknek meg kell felelnie a jogszabályban foglaltaknak, és azt többek között az egy műszakban előforduló személyek létszámát figyelembe véve, a munkafolyamatok során a balesetek, rosszullétek sűrűsége alapján kell kialakítani. A felszereltségének igazodnia kell a munkafolyamatok során bekövetkező balesetek sérültjei ellátásának szükségleteihez, és olyan helyeken kell kialakítani, ahová a kiterjedt mentőegységek akadálytalanul bejuthatnak.¹³

Oktató- vagy kutatólaboratóriumok esetében különösen az oktatási területen nincs ilyen előírás, így a fenti feltétel nem is teljesül, ezért kiemelt fontosságú az októ- (labor-) személyzet elsősegélynyújtó ismerete.

¹² Berek Tamás: Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a biztonságtechnikában a közszolgálat területén. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeire a közszolgálat területén*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2019. 625–687.

¹³ 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.

Az oktató- vagy kutatólaboratóriumok speciális területén nincs olyan előírás, amely kifejezetten az életmentés alapvető lépéseinek ismeretét – ideértve a fektetési és mentési módokat – és hatékony elsajátítását kötelezővé teszi. A hőmérséklet-ingadozások, illetve a hőhullámok hozzájárulhatnak a munkavégzés során bekövetkező hirtelen ájuláshoz, rosszullétekhez, gyors lefolyású szívmegeálláshoz, légzésleálláshoz. Ilyen esetekben, ha van a helyszínen olyan személy, aki részt vett oktatáson, ahol a BLS (*basic life support*) lépéseit elméleti és gyakorlati szinten is elsajátította, azonnal elkezdheti a mentéshez szükséges cselekvéseket, kezdve a segélyhívás megfelelő lebonyolításával. Amennyiben egy veszélyes anyaggal való munkavégzés közben, vagy veszélyes, precizitást, folyamatos odafigyelést igénylő munkamenet közben történik a rosszullet, a területről való kimentés és az életmentő beavatkozások megkezdése lényegesen növeli a bajba jutott esélyét az életben maradásra és a lehetséges szövődmények, maradandó károsodások elkerülésére. A szakszemélyzet kiérkezése és bejutása perceket vehet igénybe, ezért lényeges, hogy a laikus elsősegélynyújtó minél hatékonyabban tudja végrehajtani a BLS lépéseit, ehhez pedig szükséges egy kifejezetten ilyen speciális területekre kidolgozott oktatás vagy tanfolyam.

3. A speciális munkahelyi elsősegélynyújtás kihívásai

Az elsősegélynyújtás laboratóriumi körülmények között jelentősen nehezebb, mint egy „hétköznapi esetben” (például üzletközpontban, utcán, közösségi helyeken). A köztereken a tömegben valószínűleg található olyan személy, aki valamilyen alapszintű képzésen részt vett, akár még a BLS alaplépéseit is ismeri és alkalmazni tudja, így nagyobb az esély, hogy lesz, aki képes elvégezni a megfelelő beavatkozásokat, amíg a mentőegység a helyszínre nem ér. Itt, ha az ellátó magabiztosan lép fel, és tudatos mozdulatokkal, műfogásokkal elkezdí az életfunkciók meglétének vizsgálatát, a mellkaskompressziót, befúvásokat, ezzel a többi ott-tartózkodó „szemlélődőt” határozott utasításokkal segítségre készítheti, ami még nagyobb esélyt adhat a sérült életben maradásához. Ez az „egyszerűbb” esetekben, köztereken jó megoldásnak tűnik, de ha olyan helyszínen, speciális munkaterületen (például laboratórium) történik baleset vagy hirtelen rosszullet, ahol csupán az ott dolgozó személyzet tartózkodik, már akadályt jelenthet olyan személy bevonása, aki a közelben van és jártas a munkaterületre specifikus balesetek, sérülések és az életfunkciók működésének rohamos csökkenése – hirtelen keringésleállítás, légzésleállítás – első ellátásában. Az ilyen területeken a mentőegység kiérkezésének időfaktora miatt ideális az újraélesztést lehető leghamarabb megkezdő személyzet. Ahhoz, hogy az újraélesztés speciális munkaterületeken is hatékonyan működjön, ahol a laborműszerek, laboreszközök, veszélyes anyagok jelenléte nehezíti az életmentő tevékenységet, a dolgozóknak rendszeres, ismétlő a sajátos munkaterületekre adaptált oktatásokon kellene részt venniük, kiemelten az ott előfordulható sérülések, mérgezések, rosszullétek ellátására specializálva az elsősegélynyújtás, BLS oktatását.

Tűzoltó gyakorló foglalkozások, beavatkozások elemzése során is megállapították, hogy a beavatkozási készség növelése céljából lefolytatott gyakorlat során a valósághoz közeli állapotok megismerése, az azokhoz való hozzászokás kiemelt fontosságú.¹⁴

3.1. A laborbiztonság BLS-szemponitú megközelítése

Az elsősegélynyújtás, a BLS helyes végrehajtása alapvetően komplikált folyamat. Azokon a helyszíneken, ahol sok ember tartózkodik, sokkal nagyobb esély van arra, hogy található közöttük olyan, aki ismeri elméletben és gyakorlatban az újraélesztés és elsősegély lépéseit. Természetesen a laboratóriumi személyzet bármilyen képzése mellett is támogatott lehet egészségügyi szakszemélyzet útmutatása révén, amely elérhető telefonon keresztül. Manapság már az egészségügyi szolgálatok segélyhívásokat fogadó munkatársai világszerte felkészültek arra, hogy telefonon keresztül segítséget tudjanak adni a laikusnak az újraélesztéshez.

A 2015-ben kiadott nemzetközi újraélesztési irányelvek is hangsúlyozzák a diszpécseri munka jelentőségét, az irányítási csoport utasításainak fontosságát. Ezek a telefonos szolgálatok az ott szolgálatot teljesítő szakszemélyzet tudása segítségével megerősíthetik a laikusban a cselekvés megkezdését, az utasítások pontos követését, hiszen egészségügyi szakképzettséggel rendelkező személyektől kapja az instrukciókat.¹⁵

Az irányítási csoporthoz jutnak be az első észlelések, az első adatok, információk, amelyek a sérültről, áldozatról tudhatók. Az itt dolgozó személyzet arra is jól felkészített, hogy minden értékes, releváns adatot megtudjanak a hívó féltől. A hívónak minden általa aprónak ítélt adatot is el kell mondania a sérült légzéséről (kapkodva veszi a levegőt, sípoló, zöreij hallatszik stb.), állapotáról, eszméletlenségéről, kooperációról (ha vannak). Fontos, hogy az irányító folyamatosan instrualja a hívót, figyelembe véve a mellkaskompressziók fontosságát. A lélegeztetés protokollját is el kell mondania, ha az illető nem jártas benne: légutak megnyitása, állnál hátrahajtott fej, orr összeszorítása hüvelyk- és mutatóujjal, homlokát közben fogva, nézni, a mellkas emelkedik-e, ezt a folyamatot a mellkaskompresszióval 30:2 (mellkaskompresszió: befúvás) arányban kell végezni.¹⁶

Az ERC (*European Resuscitation Council*) a mellkaskompressziók és befúvásos lélegeztetés 30:2 arányának oktatását javasolja, annak ellenére, hogy az nem feltétlenül hatékony. Több tanulmányban is feltárták, hogy ha a laikus nem vett részt kifejezetten CPR (*cardiopulmonary resuscitation*) BLS-oktatásban és a tevékenységét irányítási csoport vezeteti és koordinálja telefonon keresztül, akkor csak mellkaskompressziók elvégzésére kell adnia utasítást, ha úgy ítéli meg.¹⁷

A telefonos segítség lehetősége ellenére a laboratóriumi személyzet felkészültsége az újraélesztés területén kiemelten fontos.

¹⁴ Pántya Péter: Eredmények a tűzoltók beavatkozási készségének növelésében. *Bolyai Szemle*, 24. (2015), 4. 172.

¹⁵ Nicolas Mpotos – Robert Greif: On the Future of Basic Life Support Training. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*, 16. (2017). 1–4.

¹⁶ J. B. López-Messaa et al.: News in Basic Life Support and Semi-Automated External Defibrillation. *Medicina Intensiva*, 35. (2011), 5. 299–306.

¹⁷ Mpotos–Greif (2017): i. m.

A helyszín nagyon lényeges az első ellátás szempontjából, hiszen, ha ott nem a „megszokott, általános” körülmények állnak fenn, meghosszabbodik az életben maradás egyik legfontosabb feltétele, az időfaktor. A mentőegységek értesítése is perceket vesz igénybe, de ez idő alatt az ott-tartózkodó személyzet dolgozója már elkezdheti a BLS lépéseit. A mentőegység kiérkezésekor akadályokba ütközhet, hiszen kutatóüzembe, laboratóriumba maga a bejutás is nehéz lehet, hiszen ezek magas szintű, korszerű védelmi technológiákkal rendelkeznek a lehetséges jogosulatlan behatolók ellen. Így több akadály is késleltetheti a mentőegységek beavatkozásának időbeni megkezdését.

A laboratóriumi munkakörnyezet nem ideális helyszíne a BLS-beavatkozásnak, ennek ellenére az egészségügyi szakszemélyzet helyszínre érkezésének időtényezőjét figyelembe véve szükséges és fontos a lehető leghamarabb elkezdni a reanimációt. A kedvezőtlen körülmények az egészségügyi szakszemélyzet tevékenységét is nehezíthetik, a laikusokét még inkább, így a rendszeres és a helyszínhez adaptált hatékony BLS-felkészítés ilyen és ehhez hasonló területeken kiemelten fontos.

Kutatásokkal próbálták feltárni extrém környezetben végzett BLS esetén annak hatékonyságcsökkenését.

A hasonló területen végzett kutatások eredményeinek elemzése azt a feltételezésünket támasztja alá, hogy a speciális körülményekkel terhelt helyszíneknek leginkább megfelelő újraélesztési metódus keresése szükségesnek tűnik a laboratóriumi környezetre jellemző szűk terek okán is, de ehhez számos vizsgálatot kell lefolytatni.

Egy, a kis méretű laboratóriumi terekhez hasonló helyzetű újraélesztés sikerét vizsgáló kutatás egyértelmű megállapítást tett ugyanis arra vonatkozóan, hogy bizonyos speciálisnak mondható esetben melyik metódus alkalmazásának hatékonyságcsökkenése várható, ami segítséget nyújthat abban, hogy számolni tudjanak az életmentő tevékenység korlátjaival.

Az érintett vizsgálat azt elemezte, hogy a tengeren való mentésnél milyen esélyei vannak egy bajba jutott túlélésének. A kutatók egy vészhelyzeti és mentőhajón (*emergency response and rescue vessel*, ERRV) és a hozzá tartozó gyors mentő „leányhajókon” (*daughter craft*, DC) végzett újraélesztési tevékenységet vizsgálta, amelyeken elsősegély- és BLS-képzést kapott a személyzet. A kutatók vizsgálták azt, hogy egy kis méretű tengeri mentőhajónak milyen képességei vannak, és milyen akadályokkal kell megküzdenie a sérült eljuttatásáig, a sérült ellátása közben hajón, onnan az „anya-hajóra” való szállítása alatt. A hajó szakképzett személyzettel végezte a mentéseket. Az volt a feltételezés, hogy a kishajó kiküldése az időfaktor miatt szignifikánsan növeli a sérült túlélését. A feltételezés a mellkaskompressziók és a lélegeztetés szempontjából nem váltotta be a kívánt eredményeket a tengeri körülmények, az erős hullámok és a szél erősségének szélsőséges változása miatt. A tengeren való váratlan, jelentős szintváltakozás által létrejött mozgások kiváltotta mentési megszakítások és a bekövetkező kifáradások miatt a DC-n való szállítás közbeni beavatkozások gyengébbnek bizonyultak a vártnál. A kutatók azonban leszögezték, hogy ezeknek a tényeknek nem szabad gátat szabniuk abban, hogy folytassák a felméréseket és gyakorlatokat, mert a rizikófaktorok kiküszöbölésének fejlesztésével egyre hatékonyabbak lehetnek ezek a mentési próbálkozások. Mindezek ellenére vannak olyan szervezetek (olajki-termelő cégek), amelyeknél a vízben elmerült emberek mentésére ezek a DC-k is

komoly segítséget tudnak nyújtani. A tanulmányok által mért adatok azt mutatják, hogy a kis hajókon történő BLS végrehajtása a legnagyobb százalékban a tenger viszontagságai miatt (szélerősödés, szellőkés, hullámvás stb.) nem eredményesek, azonban ha a tenger nyugodt, vagy egy bizonyos tartományon belül jelentkeznek a természeti viszontagságok, és eljutnak az ERRV-hez, akkor szakszerűen végre lehet hajtani az életmentő beavatkozásokat. Az oktatásban és a gyakorlatban részt vevők (a sérült ambu-baba volt, amely visszajelzést is adott) a személyzet és a hajó méretét is kifogásolták, hiszen a hajó irányításához és a BLS-ben részvételhez is több emberre lett volna szükség, hogy nagyobb hatékonysággal tudjanak dolgozni. Itt meg kell jegyezni, hogy a hivatkozott tanulmányban a régi 15:2 mellkaskompresszió, befúvásos lélegeztetésprotokollt alkalmazták, amely azóta 30:2 re változott. A kis hajókon való lélegeztetés hátrányosnak bizonyult, de a mellkaskompressziók előnyösen hatottak a sérült állapotára. Tengeri körülmények között, az ERC-irányelv szerint elsősorban a mellkaskompressziót kell előtérbe helyezni.¹⁸

A vizsgálat is azt bizonyítja, hogy van jelentősége a lehető leghamarabbi újraélesztés megkísérlésének, és ezt az irányvonalat fejleszteni kell, minél több kísérletet kell végezni, hogy eredményes legyen a reanimáció az által, hogy a bajba jutott a leggyorsabban kapja meg a segítséget.

Már az 1900-as évek óta ismerik a CPR lépéseit a szakemberek, de mivel a kezdetekben a tanulmányok végzése során értékelhető tényeket nem hoztak nyilvánosságra, a túlélési lánc hatékonysága nem volt alátámasztva megalapozott eredményekkel. A laikusok elsősegélynyújtás-oktatásához azonban mindenképpen szükség van arra, hogy a lehető legmodernebb, leghatékonyabb lépéseket kutassák és dolgozzák ki. Dr. Peter Josef Safar úttörő volt a későbbi CPR-oktatás létjogosultságának igazolásában.¹⁹

A megfelelő módszer megválasztása érdekében vizsgálni kell a munkaterület, a helyszín specialitásait, hiszen azok befolyásolhatják az elsősegélynyújtás sikerességét. A mellkaskompressziók megszakítása a befúvásokkal nem minden esetben ajánlott, de az erre vonatkozó instrukciót az irányítócsoporthal folyamatos kapcsolatban álló laikus megkaphatja utasításban.

Az egyes, ezzel a területtel foglalkozó publikációk gyakran eltérő módszertant javasolnak az oktatásra. Az 1950-es években a különböző tanulmányok összehasonlításával Don Kirkpatrick egy olyan modellt javasolt, amely nemzetközi viszonylatban értékeli az oktatási módszereket és annak eredményeit. Ez a modell négy lépcsőből állt:

- megállapítani, hogy a résztvevők mennyire találták jelentősnek, relevánsnak a munkaterületükön való munkafolyamatokhoz;
- megmérni, mennyire sajátították el a képességeket, attitűdöket, jártasságokat, kialakult-e a magabiztosság;
- megállapítani, hogy akik részt vettek az oktatásban, mennyire tudják hasznosítani az ott megtanult, begyakorolt ismereteket, készségeket, amikor visszatérnek a munkájukhoz;
- megfigyelni a kritikus viselkedéseket, amelyek mérésével pozitívan befolyásolhatók a kívánt eredmények.

¹⁸ M. Tipton et al.: Basic Life Support on Small Boats at Sea. *Resuscitation*, 75. (2007). 332–337.

¹⁹ Mpotos–Greif (2017): i. m.

Figyelembe kell venni, hogy a BLS-képzéseken részt vevő tanulók általában különböznek egymástól korban, hozzáállásban, készségekben, képességekben. A munkahelyek területi, környezeti jellemzői, munkaeszközei stb. igen változók, ezért az oktatásban változtatni kell, törekedni kell az egységes metodikára, de az ilyen speciális intézményeknél a munkakörülményekhez igazodva kell átadni a szükséges ismereteket. Kialakítani egy olyan oktatási stratégiát, amely költséghatékony, időben nem elhúzódó, de minden olyan ismeretet és jártasságot megad, amely a résztvevőket képezni fogja a tanfolyam után is arra, hogy sérültnél, bajba jutottnál, ájultál, eszméletlennél stb. oda merjenek lépni, és a megtanult módon a lehetőségeikhez képest maximálisan megtegyék a beteg túléléséhez szükséges lépéseket.²⁰

A tanfolyam jellegű BLS-oktatás fejlesztésével foglalkozó kutatók folyamatosan vizsgálják, hogy mi az a leghatékonyabb módszer, amellyel el lehet érni, hogy az emberek ilyen esetekben képesek legyenek a lehető leghamarabb reagálni, és a BLS lépéseit megfelelő sorrendben és megfelelő minőségben alkalmazni.

A kórházi területen kívüli halálos szívmegállások esetére több, alapvető életmentő (BLS) képzési módszert dolgoztak ki. Ezeket a képzési metódusokat számos szempontból elemzik annak érdekében, hogy a napjainkban bevezetett gyakorlatok hatékonyságát felülvizsgálják a legeredményesebb módszer kifejlesztése céljából.

Mivel nincs egyértelmű metódus az eljárásra – hiszen minden helyzet, minden helyszín, sérülés, környezeti körülmény változó –, ezért a leghatékonyabb képzési módszer kidolgozásának lépéseként az egyes képzési módokat kezdték elemezni, a Medline (Nemzeti Orvostudományi Könyvtár, *National Library of Medicine*) és PubMed internetes biomedicinális adatbázisok segítségével. A kutatók által megfogalmazott kérdés egyszerűsítve az volt, hogy mi a leghatékonyabb BLS-oktatási módszer laikus felnőttek számára. Kizárták azokat a tanulmányokat, amelyek nem nyújtottak elegendő információt, amelyekben gyakorlati és/vagy objektív értékelést nem végeztek, amelyek véleményeket vagy olyan tényezőket tartalmaztak, amelyek a tudományos objektív megítélést megkérdőjelezhették. A különböző módszereket összevetve arra a megállapításra jutottak, hogy a gyakorlati képzés és az ott megszerzett jártasság szintjéről kapott visszajelzések növelik a résztvevők életmentő képességének megtartását. Az eszközökkel végrehajtott gyakorlati képzés pedig egyértelműen emeli a laikusok elsősegélynyújtásának színvonalát. A BLS oktatásában azonban szükség van még több protokoll kidolgozására, különböző speciális helyzetekre és azok értékelésére. Amellett, hogy az életmentő újraélesztés sikerének fizikai és pszichológiai akadályai is vannak, folyamatosan előtérbe kerül a laikusok érdeklődése felkeltésének kérdése, és azok bevonása az életmentésbe az urbanizáció, a katasztrófák, a klímaváltozás káros hatásainak sokszorozódása miatt is. A legideálisabb az lenne, ha a legkisebb idő- és erőforrás ráfordításával lehetne a lehető legtöbb személyt bevonni különböző BLS-tréningekbe.²¹

Ahhoz, hogy sikeres újraélesztővé váljon valaki, szükség van gyakorlati és elméleti képzésre, megfelelő attitűd kialakítására, és rendszeres fenntartásszintű ismétlésre.

²⁰ Mpotos–Greif (2017): i. m.

²¹ Violeta Gonzalez et al.: Training Adult Laypeople in Basic Life Support. A Systematic Review. *Revista Española de Cardiología*, 73. (2020), 1. 53–68.

A pár órás tanfolyam csak rövid távon ad ismereteket és alakít ki képességeket a laikusok számára. Egy hosszabb, de sok szempontból eredményesebb tanfolyami rendszer kialakítása lenne megfelelő a hatékony elsősegélynyújtás és reanimáció elsajátításában. Ez a tanfolyam nemcsak az alap CPR-t és betegvizsgálatot tartalmazná, hanem minimális, de elengedhetetlen élettani, anatómiai, betegmozgatási, fektetési, sérülésselátási ismereteket is, amelyeket gyakorlati, szemléltető eszközökkel való oktatással, a szemléltető, demonstrációs rész után ennek magyarázatával rögzítene a laikusokban a látottak gyakorlati, illetve elméleti elveit. Esettanulmányokkal mutatná meg a helyes reakciókat, szabályos műfogásokat, attitűd kialakítását tanítaná meg, és az egyik legfontosabb, az ABCDE-vizsgálat és eszköz nélküli, illetve eszközös BLS, AED (*automated external defibrillator*) elemeinek nemcsak gyakorlati, hanem elméleti hátterét is megismerhetnék, elsajátíthatnák.

Az attitűd kialakítása a megfelelően oktatott, elmagyarázott, begyakorolt anyaggal magabiztosabbá teheti a tanulót, ami kiváltja a sérült iránti érzelmi reakciót és tenni akarást a védelmére, sérülésének ellátására, újraélesztésére. Az olyan munkahelyen, mint a laboratórium, a személyzet minimális száma miatt annak valószínűsége, hogy a jelenlévők között lesz olyan, akinek életmentés szempontjából releváns BLS-jártassága van, a létszámnak megfelelően csökken. Feltételezésünk szerint azonban a kedvező attitűd a személyzet alacsony létszáma és a közöttük lévő szorosabb kapcsolat miatt kifejezettebb. Itt a tenni akarás és a segítségnyújtás erős szándéka viszont nem sokat ér, amennyiben nem rendelkezik senki BLS-jártassággal. A hasonló jellegű munkaterületeken éppen ezért még kifejezettebb a szerepe a BLS-oktatásnak, hiszen ha kevesen vannak, ott legalább minden második embernek képesnek kell lennie az újraélesztés lépéseinek végrehajtására.

3.2. A laboratóriumi elsősegélynyújtás technikai feltételei

Egy laboratóriumban, ahol kevesen dolgoznak, nagy a felelőssége az elsősegélynyújtónak, egyedüli ellátóként a lehető legtöbb eszközt kellene biztosítani számára, hogy a mentés és elsősegélynyújtás a lehető leghatékonyabb és legeredményesebb legyen. Az alapvető elsősegély-felszerelés a kötözésekhez felhasználható eszközöket tartalmazza. Ezekből a mentődobozokból is több fajta, felszereltségében eltérő kiszereles kapható. A steril gyorskötöző pólya, steril mull lap, steril vágott mull lap, ragtapasz, olló, fertőtlenítő oldat, háromszögletű kendő, biztosítótű, fóliakesztyű, utasítás az elsősegélynyújtáshoz, tartalomjegyzék eredetileg benne van az alapsomagban. A laborban lévő személyzet számának függvényében tér el egymástól ezeknek a dobozoknak a tartalma, legfőképp mennyiségben és a kötszerek méreteiben. A fóliakesztyű mellett még hatékonyabb védelmet nyújthat a gumikesztyű használata mind az első ellátó, mind a sérült szempontjából. Ami nem tartozik bele és fontos lehetne csöves csontok törésének rögzítése szempontjából, a Cramer-sín. Ezt nyílt és zárt töréseknél is használni tudja az első ellátó. Ez a sín drót alapanyagból készült, formálható, így a törött végtag alakjához tudjuk hajlítással megfelelően illeszteni. A forma kialakításához az ép végtagot kell használni kiindulóalaknak. A sánt párnázni kell a megfelelő steril anyaggal, amelyet nyílt törésnél a fertőzés elkerülése miatt fokozottan figyelni

kell, ha szükséges cserélni kell további sérülések elkerülése érdekében, és a sérült végtag mindkét végén lévő ízületet is rögzíteni kell, a sínnek túl kell nyúlni a két ízületen. Ez a sín a kimentés során is segítséget nyújthat, könnyebben mozgatható, kevesebb a további sérülés kockázata. Laboratóriumban előforduló balesetek esetén előfordulhat a levegő, a padló szennyeződése, ahonnan a beteget ki kell menteni. Erre nagyon jó eszköz a lapáthordágy, vagy gerinchordágy, amely könnyebb szerkezetű, betegszállításra alkalmas és fogása is egyszerű. Rögzíteni lehet rajta a sérültet szíjakkal, így biztonságban elvihető az egészségre káros környezetből. Ehhez nem elég egy ember. Az első ellátónak ezt is meg kellene tanulni, hogyan tudja elérni, hogy képesek legyenek a munkatársak az elsősegélynyújtás lépéseiben segídezni a kimentésnél. Az elsősegélyhelyek felszereltségét ezekkel az eszközökkel lehetne kiegészíteni, hogy az első ellátás, kimentés eredményesebb legyen, a sérült túlélési esélyei nagymértékben javuljanak. Ezek az eszközök nem foglalnak sok helyet, de sokban segíthetik a hatékony elsősegélynyújtást.

Külföldi tanulmányok igazolják, hogy a defibrillátort laikusok is hatékonyan képesek használni. A szívelégtelenségben elhunytak aránya nagyon magas Európában. A defibrillátor elérhetősége nagymértékben növeli a rosszul lett munkavállalók túlélési esélyeit. A használatához kevés ismeret szükséges. Több fajta kapható, de a működési elve mindnek ugyanaz. A készülék hangos utasításokkal instruálja a segítségnyújtót, mit mikor kell tennie, képekkel és leírással is segíti a személyt, hova kell tenni az elektródákat, mikor kell feltett kézzel elengedni a sérült testét, mikor kell folytatni a CPR-t. Már kaphatók olyan gyártmányok, amelyek tartalmazzak egy maszkot, amelyet a sérült arcára felhelyezve az első ellátónak nem kell közvetlenül a beteg testnyílásához érnie, a maszk sterilabb, biztonságosabb lélegeztetést tesz lehetővé. A maszk felhelyezését piktogramokkal jelölik a dobozán. Mivel a defibrillátor szívritmus-analízis elvégzésével „dönti el”, hogy kell-e shockot leadnia, ezt kivárva, az utasításnak megfelelően kell cselekedni. Természetesen, ez akkor a leghatékonyabb, ha az ellátó már előre ismeri a mozdulatokat, mi miután következik, de ennek ellenére a gép utasításait kell követni, időben nem szabad késni egyik lépéssel sem. Ha nem javasol shockot a berendezés, a CPR-t folytatni kell a protokoll szerint.

A defibrillátor használata laikusok számára is viszonylag könnyű feladat, de amennyiben a kezelő már ismeri a szerkezet működését, már előre tudhatja a lépéseket, és „együttműködve” a géppel hatékony életmentést hajthat végre.

A laboratóriumban folyó munkák körülményei miatt a defibrillátor elsősegélyhelyen való állandósítása tehát indokolt a mentőszolgálat által nehezen megközelíthetőség és a korábban már tárgyalt egyéb felmerülő akadályok miatt. Több külföldi kutatás foglalkozott azzal a kérdéssel, hogy az AED elérhetősége, használata mennyiben eredményesebb a sérült túlélése, maradandó károsodásai aspektusából. Egyértelműen bizonyított, hogy a defibrillátor minél szélesebb körű elérhetősége fokozza az életben maradás lehetőségét. Amennyiben egy AED elérhetőségén belül történik a hirtelen szívmegállás, sokkal nagyobb az esély a túlélésre. A laboratóriumi munkakörülmények között a leghatékonyabb, ha maga a műszer és az első ellátó is a munkaterületen belül van és az AED megfelelő jelzésekkel ellátott, könnyen hozzáférhető helységben elhelyezett, így a sérült ellátása a leghatékonyabb, leggyorsabb módon történhet

meg a szak személyzet kiérkezéséig. A defibrillátorok elérhetőségének alternatíváit széleskörűen lehet fejleszteni, erre többféle technológiát lehet alkalmazni.

Számos országban alkalmazzák például a pilóta nélküli repülőeszközöket egészségügyi felhasználásra, defibrillátor szállítására. A hirtelen szívmegállást szenvedett beteg túlélésének legfontosabb tényezője az időfaktor és a mielőbbi sikeres újraélesztés. A mentőegységek kiérkezése nehéz megközelítésű területre sokáig tarthat, a szívmegállás okozta halál, illetve maradandó károsodás megelőzésére azonban 3-5 perc áll a laikus rendelkezésére, ezért ha a szaksegítség kiérkezése ennél több időt vesz igénybe, és a helyszínen tartózkodó nem kezdi meg a CPR-t, a túlélési esély szintje nullára redukálódik.

Hazánkban is számos területen kutatják a pilóta nélküli repülőeszközök alkalmazási lehetőségeit. A drónok használata nyújtotta lehetőségek tudományos vizsgálata jó néhány innovatív megoldással kecsegtet például a katasztrófavédelem területén, amely eredmények sorra megjelennek tudományos közleményekben.

Az áradások által sújtott térségek árvízkarok felderítését célzó alkalmazások mellett, kutatók vizsgálják a pilóta nélküli repülőeszközök felhasználási lehetőségeit a megelőzésben az iparbiztonság területén is.²²

A helyes segélyhívás megtétele után meg kell kezdeni a reanimációt. Csupán a defibrillátor elérhetősége a kutatások alapján megháromszorozhatja a beteg életben maradási esélyeit, a maradandó károsodások elkerülését. Ehhez még hozzá tartozik, hogy az időben elkezdett újraélesztés és AED használata a beteg 30 napot követő életben maradásának esélyét megduplázza, rehabilitációjának, felépülésének minőségét, időtartamát növelheti.²³

Ez Magyarországon egyre több helyen elterjedt, és az irányvonalak azt mutatják, hogy a helyzet javuló tendenciát mutat. Olyan helyszíneken, ahol tömegek fordulnak meg, egyre sokszorozódik az AED-ek száma, amely nagy előrelépés a laikus elsősegélynyújtás területén. Azokon a helyeken, ahová a mentőegység érkezése akadályokba ütközhet, nehezen megközelíthető, alternatív megoldást jelent a drón által szállított defibrillátor. Egyre több külföldi sajtóhír is foglalkozik ezekkel a kísérletekkel.

Az Amerikai Egészségügyi Szövetség hivatalos lapja is publikálta a svéd Karolinska Intézet azon kísérletét, amelyben egy főutaktól távol eső területre próbáltak defibrillátort eljuttatni drónnal és gépjárművel. Ennek feltétele, hogy a drón képes önállóan AED szállítására. A drón percekkel hamarabb érkezett a helyszínre, mint a mentőgépkocsi, így az életmentés is hamarabb kezdődhetett meg. A drón nem ütközött akadályba, és műszaki hiba sem következett be a repülés során. A technológia még sok területen fejlesztést igényel, például adminisztrátorokkal, diszpécserközpontokkal való kommunikáció stb. Ennek ellenére az irányvonalat érdemes követni, az adatok alapján, hiszen az életmentés szempontjából hatékonyak bizonyult a rövid időn belüli

²² Bertalan László – Restás Ágoston: A drónok katasztrófavédelmi alkalmazásának lehetőségei folyóvízi partpusztulás és árvízvár felmérésében. In Vass Gyula et al. (szerk.): *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága*. Budapest, BM OKF, 2018. 317.; Restás Ágoston: Drónok alkalmazásának lehetőségei az iparbiztonság megelőző hatósági tevékenységei során. In Vass Gyula et al. (szerk.): *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága*. Budapest, BM OKF, 2018. 317.

²³ Lena Karlsson et al.: Automated External Defibrillator Accessibility is Crucial for Bystander Defibrillation and Survival. A Registry-based Study. *Resuscitation*. 136. (2019). 30–37.

kiérkezés, amely kulcsfontosságú a hirtelen szívmegállás esetében. Egy 3,2 km-es távon átlagosan a beérkező hívás és az intézkedés között eltelt idő 3 perc volt, a felszállásig pedig ezenfelül 3 másodpercre volt szüksége a drónnak. A repülési idő a cél eléréséig átlag 5,2 percbe telt, a mentőautó átlagos 22 perces menetidejével szemben, amely alátámasztja a drón egészségügyi felhasználásának létjogosultságát.²⁴

Magyarországon a drónok egészségügyi vagy életmentésre alkalmazásának lehetőségét jogszabály-módosításokkal lehetővé kellene tenni, hogy minél több bajba jutott ember segítséghez jusson.²⁵

A folyamatos újítások, fejlesztések sokban hasznosíthatók az egészségügyben, életmentésben is. Az elsősegélynyújtás jelentősége drasztikusan nő az öregedő társadalom európai országokban, és ez Magyarországra is vonatkozik.

A laboratóriumok speciális területére azonban nehezebb az elsősegélynyújtáshoz szükséges defibrillátor kívülről bejuttatása, a mentőegységek kiérkezése, bejutása is. Ezért szükséges kidolgozni olyan tanfolyamprogramot, amely segíthet a munkahelyi elsősegélynyújtás eredményességének növelésében.

4. Összefoglalás

Egy ember újraélesztése vitathatatlanul krízishelyzet, amely pszichés megterheléssel jár. Az életmentő segítségnyújtás sikerének záloga a megfelelő felkészítés és gyakorlás, ami kellő magabiztosságot ad a laikus segélynyújtónak. A biztonság vizsgálata egészségügyi aspektusból, kiemelten a munkahelyi elsősegéllyel a fókuszban, a laboratóriumok területén előfordulható hirtelen rosszulletek gyors kezelése érdekében kiemelt fontosságú. A laboratórium személyzete tapasztalva a hirtelen rosszulletet, a megfelelő életfunkciók vizsgálatával gyorsan felismerheti a légzés és keringés hiányát, hogy még időben értesíthesse a mentőszolgálatot, amelynek kiérkezéséig megkezdhetik az eszköz nélküli újraélesztést. Ezzel nagy százalékban növelhetik a beteg túlélési esélyeit, és úgy tudják átadni a beteget a kiérkező mentőegységnek, hogy a saját felszereltségükkel már megkezdett reanimációt a mentők eredményesen „zárhatják”. A laboratóriumi munkahelyeken nehéz az életmentő feladata a körülmények (például veszélyes anyagok, műszerek, eszközök, folyamatban lévő hőfejlődéssel járó munkamenet stb.) miatt, ami nagymértékben nehezíti és lassítja az elsősegély-ellátást. A laboratóriumi személyzet BLS-felkészítésének jelentősége éppen ezért kiemelt.

Felhasznált irodalom

Berek Lajos – Berek Tamás – Berek László: *Személy- és vagyonbiztonság*. Budapest, Óbudai Egyetem BGK, 2016.

²⁴ Andreas Claesson et al.: Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services. *JAMA*, 317. (2017), 22. 2332–2334.

²⁵ Életmentő drónok a magyar mentőszolgálatnál? *Drón Info*, 2018. június 14.

- Berek Tamás: Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a biztonságtechnikában a közszolgálat területén. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2019. 625–687.
- Bertalan László – Restás Ágoston: A drónok katasztrófavédelmi alkalmazásának lehetőségei folyóvízi partpusztulás és árvízvár felmérésében. In Vass Gyula – Mógor Judit – Kovács Gábor – Dobor József – Horváth Hermina (szerk.): *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága*. Budapest, BM OKF, 2018.
- Claesson, Andreas – Anders Bäckman – Mattias Ringh – Per Nordberg – Leif Svensson – Therese Djärv – Jacob Hollenberg: Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services. *JAMA*, 317. (2017), 22. 2332–2334. Online: <https://doi.org/10.1001/jama.2017.3957>
- Dobor József: The Importance of the Teaching of Case Studies of Industrial Accidents in the Disaster Management Education. *ECOTERRA Journal of Environmental Research and Protection*, 14. (2017), 1. 25–32. Online: www.ecoterra-online.ro/files/1496321269.pdf
- Dobor József: Veszélyes szerves anyagok felhasználásának katasztrófavédelmi szempontú elemzése és a szerves kémia technológiai folyamatainak összefoglalása. *Hadmérnök*, 13. (2018), KÖFOP szám. 43–61. Online: www.hadmernok.hu/180kofop_03_dobor2.pdf
- Életmentő drónok a magyar mentőszolgálatnál? *Drón Info*, 2018. június 14. Online: https://droninfo.blog.hu/2018/06/14/eletmento_dronok_a_magyar_mentoszolgalatnal
- Érces Gergő – Vass Gyula: Veszélyes ipari üzemek fenntartható tűzbiztonságának BIM alapú fejlesztési lehetőségei. *Védelem Tudomány*, 4. (2019), Különszám. 131–161. Online: <http://vedelemtudomany.hu/articles/07-erces-vass.pdf>
- Gazdag Ferenc – Remek Éva: *A biztonsági tanulmányok alapjai*. Budapest, Dialóg Campus, 2018. Online: <https://bit.ly/3QbX5IM>
- González-Salvado, Violeta – Emilio Rodríguez-Ruiz – Cristian Abelairas-Gómez – Alberto Ruano-Raviña – Carlos Peña-Gil – Jose Ramon González-Juanatey – Antonio Rodríguez-Nuñez: Training Adult Laypeople in Basic Life Support. A Systematic Review. *Revista Española de Cardiología*, 73. (2020), 1. 53–68. Online: <https://doi.org/10.1016/j.rec.2018.11.013>
- Horváth András: A biztonságstudomány különböző megközelítései. *Hadmérnök*, 10. (2015), 1. 5–10. Online: http://hadmernok.hu/151_01_horvatha.pdf
- Karlsson, Lena – Carolina Malta Hansen – Mads Wissenberg – Steen Møller Hansen – Freddy K. Lippert – Shahzleen Rajan – Kristian Kragholm – Sidsel G. Møller – Kathrine Bach Søndergaard – Gunnar H. Gislason – Christian Torp-Pedersen – Fredrik Folke: Automated External Defibrillator Accessibility is Crucial for Bystander Defibrillation and Survival: A Registry-based Study. *Resuscitation*, 136. (2019), 30–37. Online: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.01.014>
- López-Messaa, J. B. – P. Herrero-Ansolaa – J. L. Pérez-Velaa – H. Martín-Hernández: News in Basic Life Support and Semi-Automated External Defibrillation.

- Medicina Intensiva*, 35. (2011), 5. 299–306. Online: <https://doi.org/10.1016/j.medicine.2011.03.003>
- Mészáros Judit – Hornyák István: Az újraélesztés oktatásának aktuális kérdései. *Nővér*, 18. (2005), 6. 3–11. www.doki.net/tarsasag/meszk/upload/meszk/document/nover_2005_18e_6sz.pdf?web_id
- Mptos, Nicolas – Robert Greif: On the Future of Basic Life Support Training. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*, 16. (2017). 1–4. Online: <https://doi.org/10.1016/j.tacc.2017.10.061>
- Páldy Anna – Erdei Eszter – Bobvos János – Ferenczi Emőke – Nádor Gizella – Szabó Judit: A klímaváltozás egészségi hatásai. *Egészségtudomány*, 48. (2004), 2–3. 220–236. Online: www.antsz.hu/data/cms40726/Eutud_PA.pdf
- Pántya Péter: Eredmények a tűzoltók beavatkozási készségének növelésében. *Bolyai Szemle*, 24. (2015), 4. 172–180.
- Restás Ágoston: Drónok alkalmazásának lehetőségei az iparbiztonság megelőző hatósági tevékenységei során. In Vass Gyula – Mógor Judit – Kovács Gábor – Dobor József – Horváth Hermína (szerk.): *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága*. Budapest, BM OKF, 2018.
- Tipton, M. – G. David – C. Eglin – F. Golden: Basic Life Support on Small Boats at Sea. *Resuscitation*, 75. (2007). 332–337. Online: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.04.027>

Jogi forrás

- 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről

Ádám Berger¹ 

Evaluation of the Experience of International Accidents Related to the Storage and Handling of Ammonium Nitrate Fertilisers

Due to its high nitrogen content, ammonium nitrate is a popular fertiliser raw material worldwide and is also used as an ingredient in explosives in mines due to its explosiveness. As a result, several dangerous plants in the world are involved in the storage and handling of ammonium nitrate. In order to prevent a serious incident involving the substance, a number of national and international regulations exist. However, despite these strict laws and official controls, serious accidents have occurred that have resulted in significant material, environmental, and last but not least, human losses. The aim of the publication is to describe the major international accidents that have occurred during the storage and handling of ammonium nitrate. Furthermore, a summary is presented of the causes and main experiences identified during the investigation of these injury events.

Keywords: ammonium nitrate, storage, explosiveness, damage event

1. Introduction

Over the last hundred years or so, there have been a number of incidents involving ammonium nitrate preparations, including those related to ammonium nitrate fertilisers. The substance is treated accordingly by legislators at both international and national level. The incidents that have occurred share one main common parameter, namely the substance. Linked to this parameter are various risk factors, such as human error, technical failure, external environmental factors, and often some combination of these. With the present publication, the author aims to identify and systematise the damage events related to ammonium nitrate fertilisers that have occurred in the last one hundred years, and to evaluate the consequences and, as a preventive measure, to summarise the experience gained. As far as possible, reports describing these

¹ University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Department of Water and Environmental Security, e-mail: berger.adam@uni-nke.hu

incidents and professional written communications were searched. The methodology used included the criterion that the consequences described should be supported by at least two consistent source works, where possible.

2. Properties and categorisation of ammonium nitrate

The advantage of ammonium nitrate is that it contains equal proportions of nitrogen (in the form of ammonium and nitrate ions). It is therefore one of the most widely used fertilisers worldwide. Another advantageous but dangerous property is its explosive nature, which makes it an important industrial raw material (e.g. explosives, rocket propellants). Ammonium nitrate is not combustible by itself, but as a strong oxidising agent it promotes combustion even in the absence of air, increasing the fire risk of other combustible materials. It also poses the risk of explosion in confined spaces, and the nitrogen oxides and ammonia released during combustion can cause severe poisoning. Following the ammonium nitrate explosion in Toulouse, France (2001), the international regulations were tightened [Decision 1348/2008/EC² and Regulation (EC) No 2003/2003³]. In addition, ammonium nitrate and ammonium nitrate-based fertilisers are classified in a separate category under the Seveso Directive.⁴ In our country, *Government Decree 219/2011 (X.20.) on the Protection against Major Accidents Involving Dangerous Substances* (hereinafter: Vhr.) lists fertilisers containing ammonium nitrate as dangerous substances. The threshold values for each category of ammonium nitrate (hereinafter: AN) are set out in Table 1.⁵

Table 1: Thresholds for AN categories

Source: Compiled by the author based on Government Decree 2019/2011

Dangerous substances	Qualifying quantity (tonnes) for the application of	
	Lower-tier requirements	Upper-tier requirements
Ammonium nitrate – fertilisers capable of self-sustaining decomposition	5000	10 000
Ammonium nitrate – fertiliser grade	1250	5000
Ammonium nitrate – technical grade	350	2500
Ammonium nitrate – 'off-specs' material and fertilisers not fulfilling the detonation test	10	50

² Decision 1348/2008/EC Amending Council Directive 76/769/EEC as Regards Restrictions on the Marketing and Use of 2-(2-Methoxyethoxy)Ethanol, 2-(2-Butoxyethoxy)Ethanol, Methylenediphenyl Diisocyanate, Cyclohexane and Ammonium Nitrate.

³ Regulation (EC) No 2003/2003 of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 Relating to Fertilisers.

⁴ Brigitta Bíró: Veszélyes, mégis hasznos, ráadásul hatalmas üzlet, mi az? Interview. *Ludovika.hu*, 06 October 2020.

⁵ Government Decree 219/2011 (X.20.) on the Protection against Major Accidents Involving Dangerous Substances.

The self-sustaining decomposable category includes AN-based compound fertilisers with N content derived from AN:

- more than 15.75 weight% but not more than 24.5 weight% and/or with a total combustible/organic material content not exceeding 0.4 weight% or which meets the requirements of specific legislation
- 15.75 weight% or less by weight with no limit on the combustible content
- and which are capable of self-sustaining decomposition according to the UN Manual of Tests and Criteria, Part III, Section 38.2

The fertiliser purity category refers to pure AN-based fertilisers and AN-based compound fertilisers with N content derived from AN:

- greater than 15.75 weight% (for AN and ammonium sulphate mixtures)
- more than 24.5 weight% (excluding AN mixtures with dolomite, limestone and/or calcium carbonate of at least 90% purity)
- greater than 28 weight% (for AN mixtures with dolomite, limestone and/or calcium carbonate of at least 90% purity)
- and which meet the requirements laid down in specific legislation

Technical quality is when:

- the N content from AN:
 - more than 24.5 weight% but not more than 28 weight% and with a combustible matter content not exceeding 0.4 weight%
 - 28 weight% or more and with a combustible material content not exceeding 0.2%
- or for aqueous AN solutions in which the concentration of AN is greater than 80 weight%

"Non-conforming" products and fertilisers include those that do not meet the detonation test. The following points shall then be considered relevant:

- materials separated during the manufacturing process for quality reasons, as well as AN and AN preparations, pure AN-based fertilisers and AN-based compound/complex fertilisers referred to in the criteria of the previous two categories, which are returned from the end-user for remanufacture, recycling or treatment for safe use, or returned to a manufacturer for temporary storage or recycling because they no longer meet the quality standards specified in those categories
- for fertilisers referred to in the first point of the category "self-sustaining" and in the category "fertiliser purity", which no longer comply with the requirements laid down in specific legislation⁶

⁶ Ibid.

3. Potential dangers of ammonium nitrate-related activities

The first thing people think of when they hear of AN-related incidents in recent years is the powerful, devastating explosion that is perceived as a threat. However, for the storage, use and transport of AN, the hazards to be assessed in a risk assessment are:

- fire
- degradation
- explosion

Although not flammable by itself, it increases the risk of fire in the presence of other combustible materials. The conditions under which a fire may start are:

- temperatures above 170°C (this is the melting point and above 210°C it will decompose)
- excess contact with air (hygroscopic material)
- contamination with incompatible substances (avoid mixing with: combustible substances, reducing agents, acids, alkalis, sulphur, chlorates, chlorides, chromates, dichromates, nitrites, permanganate, metallic powders, or substances containing copper, nickel, cobalt, zinc or their alloys)
- proximity to a heat source or a fire (above its melting point, various decomposition processes take place, and the presence of bubbles in the molten AN increases the probability of explosion)
- failure to comply with work safety regulations (inadequate safety distance from the loaded AN, e.g. during welding operations)

Explosive decomposition (disintegration) can also occur under rapid heating. Fire melts all types of AN and decomposition occurs with the release of toxic fumes with a characteristic yellowish brown colour. However, some AN fertilisers are capable of self-sustained decomposition on heating. In this case, the degradation can extend to the entire mass of the stored material and can produce large amounts of toxic fumes even after the original heat source has been removed.

Friction and impact during normal handling of the AN will not cause detonation, but will occur after a higher force is applied. The sensitivity of the material to explosion depends, for example, on physical parameters (density, grain size, porosity) and chemical composition. Literature suggests that the critical volume (melt diameter) to cause an explosion is at least 3 m. This suggests that explosion is unlikely for less than 300 t.⁷

In addition to the immediate dangers described above, the risks associated with spraying should also be mentioned. AN is harmless under normal conditions and circumstances, but in high concentrations and as dust it poses a hazard that must be prevented. Inhalation causes coughing, which should be prevented by local aspiration or the use of respiratory protection. Contact with the skin may cause reddening of the affected area, so the use of protective gloves is always recommended. In contact

⁷ József Dobor et al.: Az ammónium-nitrát műtrágyák tárolásából származó veszélyek és az ebből fakadó súlyos balesetek megelőzésének lehetőségei. *Hadmérnök*, 8, no. 2 (2013). 182–190.

with the eyes, redness, irritation, pain may occur and well-fitting eye protection should be used. Ingestion causes headache, abdominal discomfort, bluish lips, skin and fingernails and weakness.⁸

They analysed 70 accidents that occurred in the period 1961–1995 and found the following:

- in 15 cases the accident was related to storage
- of these 15 cases, 4 were confirmed to be mixed with combustible material (fire)
- 11 of 15 accidents were related to self-sustained decomposition or decomposition from an external heat source
- 1 out of 15 incidents may also involve the explosion of a small part of the stored material
- other incidents included accidents involving workers, mainly involving burns (incidents involving hot AN solution)⁹

In the period 1995 to the present, 14 AN storage/handling accidents have been recorded, which can be analysed as follows:

- in 10 cases, AN was mixed with combustible material and a fire started
- in 5 cases, the accident was linked to a degradation process
- in 12 cases, the variable proportion of AN exploded

The above analyses show that 3 scenarios are more relevant from the point of view of risk assessment and thus external security:

- toxic gases released during decomposition by an external heat source
- toxic gases released from self-sustaining decomposition
- and the explosion

In the two periods under review, the number of fire and explosion accidents increased significantly in the second period. One of the reasons for this is the increasing inter-continental nature of transport over the years. Much more material is transported in much larger quantities on a given vehicle, which can be a major source of danger in rail and road transport (e.g. Iran, Neisapur, 2004; Mexico, Monclova, 2007). However, cargo accumulated in ports during maritime transport also poses a significant risk (e.g. Tianjin, China, 2015; Beirut, Lebanon, 2020).

One of the most vulnerable sectors for the transport of dangerous goods by road, such as ammonium nitrate fertilisers, is agriculture. For this reason, knowledge of the regulatory systems for the transport of dangerous goods should always be part of the curriculum for the training of agricultural specialists at tertiary level.¹⁰ Another preventive tool in the field of storage and transport could be the provision of fora jointly run by competent authorities, stakeholders and operators. These would provide users with useful information by presenting instructive case studies,

⁸ International Chemical Safety Cards (ICSCs): *Ammonium Nitrate*.

⁹ Dobor et al. (2013): op. cit.

¹⁰ Csaba Almási et al.: Mezőgazdasági felhasználású veszélyes áruk közúti szállítási tapasztalatai – 1. rész. *Védelem Tudomány*, 5, no. 2 (2020). 118–136.

investigative experiences of accidents that have occurred and clarifying the legal issues that arise.¹¹

4. Presentation of major international accidents related to the storage and handling of ammonium nitrate

In this section, due to the limitations of the publication, accidents related to AN, which the author considers to be more significant, are presented. AN-related accidents that resulted in fatalities during the period 1916–2021 are shown in Figure 1 and summarised in Annex 1. Figure 1 shows that the majority of these events occurred in North America, Europe and China. Two or two events occurred in Australia and Oceania and the Middle East.



Figure 1: Fatal AN accidents (1916–2021)

Source: Compiled by the author based on Google, INEGI, 2021.

One of the first major industrial disasters of the 21st century occurred on 21 September 2001 at the AZF fertiliser factory in Toulouse, France. There had been no fire prior to the explosion of 300–400 t of granular AN, but several successive explosions were reported, leading the authorities to suspect a terrorist attack. Experts estimated the explosion to have a magnitude of 3.4 on the Richter scale and a yield equivalent to 20–40 t of TNT. The accident killed 30 people and injured 2,442 others. Windows were also broken 5 km from the explosion site, creating a crater 10 m deep and 50 m wide. The aggravating factor is that since the factory was built, the surrounding areas have become built-up and densely populated. This

¹¹ Csaba Almási et al.: Mezőgazdasági felhasználású veszélyes áruk szállítási tapasztalatai – 2. rész. *Védelem Tudomány*, 6, no. (2021). 73–90.

explains the high number of dead, injured and damage to buildings (estimated at EUR 1.5 billion).¹²

On 18 February 2004, runaway wagons caused a serious accident in the Iranian city of Neisapur, killing 295 people and injuring 460 others. The materials (sulphur, petrol, fertiliser) in the wagons were all highly explosive and flammable. The runaway wagons drifted for several kilometres and collided with buildings in a village, causing a fire and explosion.

On 22 April 2004, 161 people were killed and at least 3,000 injured in an accident at a railway station in Ryongchon, North Korea. The official position is that the incident was due to human error, in which an oil tanker collided with two freight trains loaded with AN. As a result of the explosion, the railway station and most of the buildings within 500 m of it were destroyed. A further 8,000 houses were damaged and two 10-metre deep craters were created.¹³

The explosion in West, Texas, on 17 April 2013 is believed to have been caused by the improper storage of more AN than would otherwise have been permitted. The accident resulted in a crater 23 m wide and 3 m deep, damage to 350 buildings and the destruction of 142 others. The death toll was 15 and the number of injured 260. As in the Toulouse accident in 2001, the fact that the surrounding areas, which were still empty when the factory was built, have been built on over the years (housing, schools, retirement homes, apartments) and have become densely populated, was a factor in the accident. Experts estimated the explosion to be equivalent to 11 t of TNT and to have a magnitude of 2.1 on the Richter scale.¹⁴

On 12 August 2015, stored nitrocellulose caught fire in the port of Tianjin (China). The fire spread to 800–1,300 t of AN in the surrounding warehouse, which subsequently exploded. The accident killed 173 people and injured 798 others. Buildings, stored goods, surrounding residential blocks and the railway station were destroyed within a 1 km radius of the warehouse. But buildings beyond this radius were also severely damaged. A further aggravating factor was the dispersion of sodium cyanide as a result of the accident, which subsequently caused significant destruction to the living water.¹⁵

A recent event is the powerful explosion that occurred on 4 August 2020 in the port of Beirut (Lebanon), killing more than 200 people and injuring at least 6,500 others. The U.S. Geological Survey recorded the event as a magnitude 3.3 seismic event. This is confirmed by the devastating impact of the explosion, with over 300,000 people losing their homes, in addition to the death and injury figures, and property damage estimated at US\$10–15 billion. The impact of the accident was compounded by the fact that it occurred during the pandemic caused by Covid-19 and the explosion destroyed 50% of the total medical stockpile as it was stored in the port. In addition, the country has been in a serious political

¹² Nicolas Dechy – Yvon Mouilleau: *Damages of the Toulouse Disaster, 21st September 2001*.

¹³ Sean Gillis – Sreenivasan Ranganathan: *Variables Associated with the Classification of Ammonium Nitrate – A Literature Review*. Fire Protection Research Foundation, March 2017.

¹⁴ Ronald J. Willey: West Fertilizer Company Fire and Explosion: A Summary of the U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board Report. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 49, Part B (2017). 132–138.

¹⁵ Sen Xu et al.: *2015 Tianjin Explosions*.

and economic crisis for several years, which has been exacerbated following the incident.¹⁶

5. International experience of accidents involving the storage and handling of ammonium nitrate

Two of the accidents described in the third part relate to the densely populated area, two to rail transport and two to maritime transport (docking). However, Annex 1 shows that several similar incidents occurred during transport, storage and handling. Globalisation, the intercontinental nature of transport and the desire of economic operators to increase production volumes (stockpiling) mean that further AN-related accidents (including those involving AN) are likely to occur in the future. Although there have not yet been any fatal or serious injury accidents involving AN in Hungary (24 April 2008, road 403, Nyíregyháza; 10 September 2008, M7 motorway, Pusztafőző), the author's personal experience suggests that efforts should be made to comply with and enforce the current regulations at both national and international level. International experience has shown, for example, that the origin of the AN stored is not clearly identified, that storage in accordance with regulations is not managed (e.g. 4 August 2020, Beirut), that the quantity stored exceeded the permitted level (e.g. 17 April 2013, Beirut, West, Texas), maintenance was not performed according to specifications, or workers were not adequately trained on the stored material (e.g. 21 September 1921, Oppau, 30 August 1972, Taroom, Queensland, 13 December 1994, Port Neal, Iowa). Based on the examples listed above, the following principles should be followed:

- a risk analysis according to the properties and hazard level of the substance to be stored (classification in a category fixed in the Vhr)
- providing workers with the knowledge communicated in the safety data sheet of the material to be stored, and keeping the sheet in an easily accessible place
- appropriate choice of storage site (enclosed/open space, separation from other materials to avoid mixing, adequate infrastructure)
- installation and continuous monitoring of the necessary security system (e.g. smoke detector, camera, automatic extinguishing system)
- storage facilities and buildings should be non-combustible materials and should ensure that additional combustible materials are kept away from the cargo
- maintenance operations should only be carried out by suitably qualified personnel, who should be provided with all necessary information before starting operations

¹⁶ H. Talib Hashim et al.: Beirut Explosion Effects on Covid-19 Situation in Lebanon. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 1–2 (2021).

- following any contamination of the AN, professional disposal, separation and prompt disposal in accordance with the regulations¹⁷

In addition to these key principles, it remains important to thoroughly investigate accidents that have occurred, identify the causes and consequences, document lessons learned and develop good practices for AN storage, handling and transport activities.

6. Conclusion

Due to its high nitrogen content, ammonium nitrate is a popular fertiliser feedstock worldwide. However, in addition to its favourable nutritional values, high risk factors must be taken into account during its production, storage, transport and use. The aim of this publication was to summarise the international accidents that have occurred during the above-mentioned activities and to describe the accidents that are considered to be the most significant in terms of the impact of the incident. The final chapter of the publication summarises the root causes identified during the investigation of the incidents and the main lessons learned. On this basis, the author makes a number of key recommendations which, if followed, could minimise the risk factors induced by the substance under investigation.

Annex 1: Summary table of fatal AN accidents (1916–2021)

Source: Compiled by the author.

S.n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
1.	United States	Gibbstown, New Jersey	14 January 1916	AN	3		1	12	The explosion was probably caused by overheating caused by a blocked extractor hood.
2.	United Kingdom	Faversham, Kent	2 April 1916	AN + TNT	150 + 15	A crater 45 m in diameter and 5 m deep. 5 buildings were completely destroyed. Buildings were damaged up to 200 m from the explosion.	108		A fire broke out in the ammunition factory, spreading to a storage area of 15 t of TNT and 150 t of AN.

¹⁷ Dobor et al. (2013): op. cit.; Zsolt Cimer et al.: *Iparbiztonsági szakismeretek. Módszertani kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel foglalkozó gyakorló szakemberek részére*. Budapest, Hungária Veszélyesáru Mérnöki Iroda, 2020.

S.n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
3.	United States	Oakdale, Pennsylvania	15 September 1916	AN	3	The property damage is approximately USD 3,000. The impact of the explosion was felt up to 11 km away.	6	8	The suspected reason is that the nitric acid used to make AN was contaminated.
4.	United States	Morgan, New Jersey	4 October 1918			Days of explosions and fires. Debris scattered over a 2 km radius.	100		One local historian believes the explosion was caused by human error, but there are also theories that the Germans sabotaged the plant.
5.	Germany	Kriewald (Upper Silesia)	26 July 1921	AN	30	A crater 19 m wide and 6 m deep.	19	23	2 pieces of AN, transported and stored in railway wagons, were crushed and used to detonate mining explosives.
6.	Germany	Oppau	21 September 1921	AN + AS 50–50 mixture	450	USD 7 million in property damage. 80% of Oppau's buildings were destroyed. 6,500 homeless. Windows were also smashed 30 km away. Crater 90–125 m wide and 19 m deep.	561	2,000	The compacted material was extracted from the silo with a pickaxe and a small amount of dynamite. 10% of the 4,500 t of fertiliser exploded.
7.	United States	Nixon, New Jersey	1 March 1924	AN	2	The small industrial town and 40 buildings were destroyed.	20	115	There was a fire and several explosions in the plant, which spread to the AN warehouse. The AN was mixed with nitric acid.

S. n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
8.	Belgium	Tessenderlo	29 April 1942	AN	150	The plant was destroyed and 700 buildings damaged in a 50–11 m crater.	189	900	The crushed AN was decapitated, initially with pickaxes and then with explosives. During the release, the AN exploded.
9.	United States	Milan, Tennessee	2 March 1944	AN	2,18	Damage within 200 m.	4	17	The air compressor may have failed, causing (the otherwise oil-contaminated AN) to catch fire and burst.
10.	United States	Texas City, Texas	16–17 April 1947	AN	2,300 + 960	Windows were broken at a distance of 64 km. 60 million USD in property damage.	581	>2,000	When the ship was being loaded, a fire was detected in the hold, which subsequently exploded. As a result of the explosion, another nearby cargo vessel carrying 960 t of AN also caught fire. It also exploded a few hours later. The approximately 500 t of AN stored in the port also caught fire but did not explode.
11.	France	Brest	28 July 1947	AN + various flammable products	3,309	Serious damage in the port of Brest.	29	>250	A fire broke out on the boat, which then exploded.
12.	United States	Roseburg, Oregon	7 August 1959	AN + dynamite	4.5	Several blocks of the city centre were destroyed. USD 9 million in property damage.	14	125	A truck carrying dynamite and 4.5 t of AN caught fire and exploded.
13.	Finland	Oulu	9 January 1963	AN	10	Buildings in the city were damaged.	10	>12	The AN has caught fire.

S.n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
14.	Australian	Taroom, Queensland	30 August 1972	AN	12	More than 800 hectares burned. A crater was also created where the explosion occurred.	3	0	The truck caught fire due to an electrical fault. The melted AN mixed with the fuel and then exploded.
15.	United States	Kansas City, Missouri	29 November 1988	ANFO (AN containing fuel oil)	25	2 craters, about 2.4 m deep. Windows have broken over an area of 26 km.	6		It was determined that the explosion was caused by a fire, which was started by deliberate arson.
16.	Papua New Guinea	Porgera's gold mine	2 August 1994	AN emulsion	80	The plant was destroyed. A crater 40 m wide and 15 m deep was created.	11	0	A fire broke out in the area around the storage facilities, causing the AN to burst. No exact cause was found during the investigations.
17.	United States	Port Neal, Iowa	13 December 1994	83% AN solution	5,700	The plant was destroyed. The release of AN continued for 6 days after the explosion. As a consequence, groundwater beneath the facility was contaminated by chemicals released as a result of the explosion.	4	18	The accident occurred due to unsafe operation of the plant, including poor maintenance and inadequate training of workers. During the shutdown, the pH of the neutralisation vessel contents dropped to unusually low levels and leaks from other equipment led to the introduction of chloride ions that catalysed the final reaction.

S. n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
17.									Unaware that the 18,000-gallon capacity neutralisation vessel was in a highly acidic and contaminated state, Terra staff injected superheated steam to try to prevent the contents of the vessel from freezing due to the winter cold. The energy of the superheated steam injected led to a chemical reaction of the sensitised AN solution and subsequent explosions.
18.	China	Xingping, Shaanxi	6 January 1998	Liquid AN	27.6	The plant was destroyed. The material damage is estimated at between USD 9 and 11 million.	22	58	The explosion origin of the accident was the Phase II ammonium nitrate solution tank, and the solution tank itself was contaminated with oil and chloride ions, which made it extremely unstable.

S. n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
18.									The cause of the accident may be that the ammonium nitrate solution was contaminated with oil and chloride ions, which enhanced the explosion sensitivity of the ammonium nitrate solution and reduced the critical temperature of self-heating, causing combustion and explosion.
19.	France	Toulouse	21 September 2001	Eyelashes AN	300–400	5 km away the windows were broken. A crater 10 m deep and 50 m wide was created. Material damage is estimated at €1.5 billion.	30	2,442	There was no fire before the explosion, which was probably caused by an accident. At the time of construction, the surrounding land was vacant, and over the years it has been built up and inhabited.
20.	Iran	Neisapur	18 February 2004	Sulphur, AN, petrol, cotton wool	51 railway wagons	The runaway train cars crashed into the village buildings and exploded.	295	460	The wagons derailed and then drifted into a village. The materials in the wagons were all highly explosive (sulphur, petrol, fertiliser) and flammable.
21.	Spain	Barracas	9 March 2004	AN	25	A crater 30 m in diameter and 5 m deep. It has torn down more than 100 m of protective barriers.	2	5	Following a road accident, the truck overturned, caught fire and then exploded.

S. n.	Country	Location	Date	Material	Quantity (tonnes)	Damage suffered	Dead	Injured	Reason/memo/ experience
22.	North Korea	Ryong-chŏn	22 April 2004	AN		The railway station and most buildings within 500 m were destroyed. 8,000 houses were damaged. 2 craters about 10 m deep were created.	161	3,000	An oil tanker collided with two freight trains loaded with AN. The official position is that the incident was due to human error.
23.	Romania	Mihai road	24 May 2004	AN	20	A crater 6.5 m deep and 42 m in diameter. The city's electricity network, 16 houses, 6 cars and 2 fire engines were damaged.	18	11	The lorry overturned, a fire broke out in the cabin and spread to the cargo, which then exploded.
24.	China	Shengangzhen	12 September 2005	AN	19.5	Crater 5.6 m deep and 18.5 m in diameter.	12	43	It is unclear what caused the truck to explode.
25.	Mexico	Monclova, Coahuila	9 September 2007	ANFO (AN containing fuel oil)	25	A crater 9 m wide and 1.8 m deep has been created.	28	250	The driver of a van lost control and crashed into a lorry carrying AN. The accident resulted in a fire, followed by an explosion.
26.	United States	West, Texas	17 April 2013	AN	36–55 + 90	A crater 23 m wide and 3 m deep was created. 350 buildings were damaged and 142 destroyed.	15	260	According to some sources, more AN than allowed was stored in the facility. At the time of construction, the surrounding land was vacant and over the years has been built up and inhabited.

References

- Almási, Csaba – Zsolt Cimer – Lajos Kátai-Urbán: Mezőgazdasági felhasználású veszélyes áruk közúti szállítási tapasztalatai – 1. rész. *Védelem Tudomány*, 5, no. 2 (2020). 118–136.
- Almási, Csaba – Zsolt Cimer – Lajos Kátai-Urbán: Mezőgazdasági felhasználású veszélyes áruk szállítási tapasztalatai – 2. rész. *Védelem Tudomány*, 6, no. 4 (2021). 73–90.
- Bíró, Brigitta: Veszélyes, mégis hasznos, ráadásul hatalmas üzlet, mi az? Interview. *Ludovika.hu*, 06 October 2020. Online: www.ludovika.hu/magazin/aula/2020/10/06/veszelyes-megis-hasznos-raadasul-hatalmas-uzlet-mi-az/
- Cimer, Zsolt – Béla Szakál – Lajos Kátai-Urbán – György Sárosi – Gyula Vass: *Iparbiztonsági szakismeretek. Módszertani kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel foglalkozó gyakorló szakemberek részére*. Budapest, Hungária Veszélyesáru Mérnöki Iroda, 2020.
- Dechy, Nicolas – Yvon Mouilleau: *Damages of the Toulouse Disaster, 21st September 2001*. Online: www.researchgate.net/publication/233997634_Some_lessons_of_the_Toulouse_disaster_21st_september_2001
- Dobor, József – Lajos Kátai-Urbán – Rebeka Szendi: Az ammónium-nitrát műtrágyák tárolásából származó veszélyek és az ebből fakadó súlyos balesetek megelőzésének lehetőségei. *Hadmérnök*, 8, no. 2 (2013). 182–190. Online: www.hadmernok.hu/132_17_doborj.pdf
- Hashim, Talib H. – Saad Uakkas – Abdallah Reda – Mustafa Ahmed Ramadhan – Morad Yaser Al Mostafa: Beirut Explosion Effects on Covid-19 Situation in Lebanon. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 1–2 (2021). Online: <https://doi.org/10.1017/dmp.2021.56>
- International Chemical Safety Cards (ICSCs): *Ammonium nitrate*. Online: www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=0216&p_edit=&p_version=1&p_lang=en
- Gillis, Sean – Sreenivasan Ranganathan: *Variables Associated with the Classification of Ammonium Nitrate – A Literature Review*. Fire Protection Research Foundation, March 2017. Online: www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Hazardous-materials/RFANHazardClassification.pdf
- Willey, Ronald J.: West Fertilizer Company Fire and Explosion: A Summary of the U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board Report. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 49, Part B (2017). 132–138. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.06.008>
- Xu, Sen – Dabin Liu – Klaus-Dieter Wehrstedt – Holger Krebs: *2015 Tianjin Explosions*. Online: www.researchgate.net/publication/301696207_2015_TIANJIN_EXPLOSIONS

Legal references

- Decision 1348/2008/EC Amending Council Directive 76/769/EEC as Regards Restrictions on the Marketing and Use of 2-(2-Methoxyethoxy)Ethanol, 2-(2-Butoxyethoxy) Ethanol, Methylenediphenyl Diisocyanate, Cyclohexane and Ammonium

Nitrate. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32008D1348>

Government Decree 219/2011 (X.20.) on the Protection against Major Accidents Involving Dangerous Substances. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-219-20-22>

Regulation (EC) No 2003/2003 of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 Relating to Fertilisers. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R2003&from=HU>

Grégory Lucas¹  – Gergely László²  –
Csaba Lénárt³  – József Solymosi⁴ 

Review of Remote Sensing Technologies for the Acquisition of Very High Vertical Accuracy Elevation Data (DEM) in the Framework of the Precise Remediation of Industrial Disasters – Part 2

Based on the information gathered within the technologies review performed in the previous article, the authors analyse if the different technologies could efficiently (or not) support the excavation work to be performed for the remediation of industrial disasters. At first sight, some technologies reach the requested accuracy. But after considering the error propagation when the technologies are applied in the condition of the fieldwork, it turned out that none of the remote sensing techniques we have reviewed finally offers sufficient accuracy to reach the 2.5 cm relative vertical accuracy target that was set. The final conclusion is a direct real-time measurement in the field, and the development of an appropriate apparatus for the real-time control of the blade may be the appropriate solution to reach the targeted accuracy in the field. This approach should be examined and developed in a next research work.

Keywords: remote sensing, DEM, industrial disaster, remediation, LiDAR, photogrammetry, UAV, accuracy

¹ PhD candidate, University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, e-mail: gregory.luc4s@gmail.com

² PhD candidate, Institute of Geoinformatics, Alba Regia Technical Faculty, Óbuda University, e-mail: laszlo.gergely@amk.uni-obuda.hu

³ PhD, Professor, University of Debrecen, Remote Sensing Service Centre, e-mail: lenart.csaba@unideb.hu

⁴ PhD, Professor, University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, e-mail: Solymosi.Jozsef@uni-nke.hu

1. Introduction

Precisely eleven years ago, on 6 October 2010, Hungary was facing one of the most terrible industrial disasters of its history with the Kolontár red sludge event.⁵ Since then, technology has evolved and researches were done on how to handle the remediation work more efficiently. Advantage could have been taken from the existence of geographic information prepared with remote sensing techniques;⁶ the preparation of a detailed digital remediation plan and its implementation in the field with navigation technologies and machine control technologies.⁷

This study aims at identifying the most appropriate method(s) (and the associated technologies) in order to generate a very high vertical accuracy TIN to be potentially used in a 3D grading control system for the precise remediation of industrial disasters. Very high vertical accuracy means a priori that the value is smaller than 2.5 cm. This targeted order of magnitude was determined after investigating the horizontal accuracy achievable with classical positioning systems in civil engineering and precision farming.⁸

First of all, we believe it is of help to provide the reader both with a brief description of the background of the research work and with a recapitulative overview of the work achieved so far. This insight will help with: 1. introducing the different parts constituting the overall research work; 2. including this part in the overall research work; and 3. providing all the elements necessary to clearly and completely understand the research questions, challenges and issues related to the question of TIN generation in the specific scope of precise remediation.

Overall, our research work aims at developing an approach for precise soil excavation after an industrial disaster happens. The precise excavation consists in removing a targeted thickness of dirt from the top layer of the ground. It was demonstrated that with the help of remote sensing technologies (or more generally an association of techniques including remote sensing) it is possible to precisely map the extent and the thickness of pollution.⁹ Using the resulting digital map as input, Lucas et al. developed a set of geo-processing tools that automatically prepare a detailed geospatial remediation plan figuring: 1. any single parcel associated with the footprints of the planned blade passage on the ground (polygon feature class); and 2. any navigation

⁵ László Kátai-Urbán – Zoltán Cséplő: Disaster in the Ajka Red Sludge Reservoir on 04 October 2010. In *Sixth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents*. The Hague, 8–10 November 2010. 1–19.

⁶ Csaba Lénárt – Andrea Ambrus – Péter Burai: GPS technológiák alkalmazási lehetőségei és vállalatirányítási rendszerben való szerepe a Havas '92 Növénytermesztő Gazdaszövetkezetenél. In *XII. Nemzetközi Agrárökonomiai Tudományos Napok*. Gyöngyös, Károly Róbert Főiskola, 2010. március 25–26.

⁷ Gyula Vass – Attila Zsitnyányi: Multifunkcionális járművek alkalmazása a katasztrófavédelemben. *Hadmérnök*, 14, no. 2 (2019). 44–55.

⁸ Explanations are provided in Table 1.

⁹ Péter Burai – Amer Smailbegovic – Csaba Lénárt – József Berke – Gábor Milics – Tamás Tomor – Tibor Bíró: Preliminary Analysis of Red Mud Spill Based on Aerial Imagery. *Landscape and Environment*, 5, no. 1 (2011). 47–57; Csaba Lénárt – Péter Burai – Amer Smailbegovic – Tibor Bíró – Zsolt Katona – Roko Andricevic: Multi-sensor Integration and Mapping Strategies for the Detection and Remediation of Red Mud Spill in Kolontár, Hungary: Estimating the Thickness of the Spill Layer Using Hyperspectral Imaging and Lidar. In *2011 3rd IEEE GRSS Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing (WHISPERS)*. Lisbon, Portugal.

lines (polylines feature class) planning the single move of grading equipment.¹⁰ In order to complete the approach, a technical setup still has to be proposed for the precise positioning of the grading equipment in the field according to the geospatial remediation plan. The guidance of the heavy equipment in the x and y dimensions can quite easily be solved with classical navigation equipment.¹¹ The precise positioning and control of the blade of the grader in the z dimension is a more challenging issue. 3D grading machine control systems and software used in civil engineering potentially offer efficient solutions.¹² 3D grading systems require for their implementation a surface elevation model which figures the vertical reference surface. Underneath this surface, the soil should be excavated with the appropriate thickness. This digital surface model is provided to the 3D grading control software within the shape of a Triangular Irregular Network (TIN). The degree of vertical accuracy reached with elevation data acquisition/extraction method and the TIN model generation is the general scope of this study.

In the first section some conventions and postulates are introduced. In the framework of precision work, examining the accuracy question is essential. Then in the following section, we examine the accuracy achievement in the field by applying an error propagation analysis. Finally, we conclude about the advantages and disadvantages it offers in the specific scopes of our study. Then the discussion and conclusion follows.

2. Postulates and conventions with field practices – Analysis with field practices

2.1. Postulates

This work relies on three postulates. First, we assume that the blade is not performing levelling as it is commonly done in civil engineering work (making plane surfaces) but it should follow the terrain surface irregularities in order to excavate a targeted thickness measured from the surface. The postulate is that polluted soil can be modelled like a regular layer on top of the clean soil.

Secondly, we assume the thickness does not vary on a single work parcel. This is because in the remediation workflow, the terrain is categorised by class of pollution thickness, and each zone is cut into single parcels where the thickness has a known and constant value.

¹⁰ Grégory Lucas – Csaba Lénárt – József Solymosi: Development and Testing of Geo-processing Models for the Automatic Generation of Remediation Plan and Navigation Data to Use in Industrial Disaster Remediation. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 1, no. 5 (2016).

¹¹ Grégory Lucas: *Advanced and Combined Utilization of Geographic Information Technologies in Industrial Disaster Remediation – Simulation with the Red Mud Disaster of Kolontár*. PhD dissertation (draft). Budapest, University of Public Service, 2021. 110.

¹² Ibid. 115.

Third, concerning the field practices, a dozer or a wheel loader is carrying a blade or a bucket to perform earthwork and pushing the pollution located on soil surface at the end of a push line. The thickness of soil that is processed comprises the polluted part of the soil as well as (eventually) a not polluted part called the “security layer” in order that all the pollution could be excavated for sure (a complete remediation is set as the objective).

2.2. Gauging point density and appreciating vertical accuracies

Empirical and analytical rules can help to select a suitable grid resolution for output maps.¹³ Among the criteria to consider there are the inherent properties of the input data;¹⁴ also for DTM the cell resolution selection that should be based on point density and distribution, horizontal accuracy, terrain complexity;¹⁵ and finally, the relevant scale and scale combination for the process or attribute being modelled.¹⁶

2.2.1. Scale comparison issues

In our case we consider the scale elements first. Regarding terrain irregularities, three situations can be observed.

1. The irregularities are too small to be considered compared to the blade positioning capacity when: irregularities are smaller than the blade positioning accuracy; irregularities are falling across the blade width; and the grading control system does not allow enough velocity to follow the terrain irregularities in time while the equipment is moving. In such cases it is pointless to try to properly position the blade to handle the terrain irregularities.
2. The blade fit in between the terrain irregularities and positioning capacities is sufficient. In this case, it is technically possible to achieve the positioning and control of the blade if the terrain model provides sufficient details.
3. Several blade lengths or width can fit into the terrain irregularities as the terrain is more regular. In that optimal case efficient grading control can be achieved. This is the favoured scenario.

The blade presents two dimensions and two different scales must be considered: 1. the blade length (oriented in x); and 2. blade width (orientated in y). It is possible to imagine some situations where the width of the blade does not fit within terrain irregularities whereas the blade length does.

¹³ Tomislav Hengl: Finding the Right Pixel Size. *Computers and Geosciences*, 32, no. 9 (2006). 1283–1298.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Stefano Cavazzi et al.: Are Fine Resolution Digital Elevation Models always the Best Choice in Digital Soil Mapping? *Geoderma*, 195–196 (2013). 111–121.

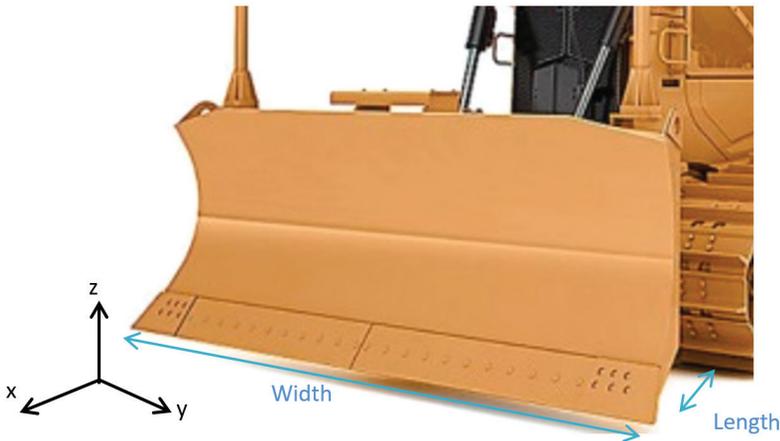


Figure 1: Terms definition and dimensions

Source: Compiled by the author.

2.2.2. Gauging the appropriate cloud point density

The cloud point density refers to the raw source data density: cloud point before filtering in the case of ALS data, cloud point extracted with dense matching in the case of SfM, etc. The repartition of the point on surface does not privilege any orientation, only an average point density can be foreseen (and an average sampling distance defined). This sampling distance should be adapted to the “finest” terrain irregularities the equipment can handle, for instance the irregularities fitting in the x direction. In such condition, the sampling distance in y will be small compared to the scale. Consequently several points will fall along the blade profile and some regression methods should be decided.

As a general rule, it can be set that the cloud point density is appropriate if it can figure out properly the variation of terrain elevation.¹⁷ As a consequence, if the terrain elevation is not varying that much, the point cloud density can be lowered; if the terrain elevation is varying a lot, the point density has to be higher for its correct representation. This rule and remarks are fundamental but still they are not usable as they remain relative and are not connected to the field practices. We have to find a way to figure out a reference point density. This is connected with the scaling issues mentioned before. To do so we propose to consider the blade width and terrain roughness to: 1. consider which profile sampling distance would be useful to reach a fine blade positioning (along y) (Figure 2); 2. consider the frequency that would ensure an appropriate correction of the blade position (along x) (see Figure 3).

¹⁷ Hengl (2006): op. cit.

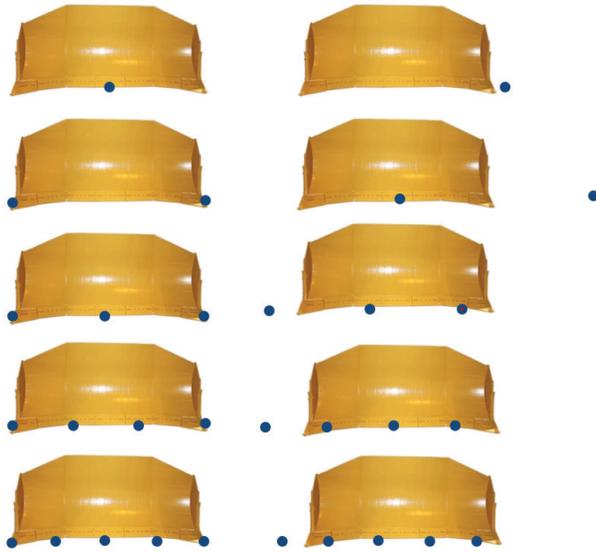


Figure 2: Sampling distance compared to blade profile positioning

Source: Compiled by the author.

Figure 3 shows the configuration blade/point density based on a point sampling pattern ranging from 1 to 5. In our opinion, the configuration starts to be secure with 5 point per blade length. Then the appropriate regression method would have to be thought over (statistical point of view) to properly weight and use the points.

As point sampling is the same in the x and y direction, the point sampling along the working equipment direction will be the same as for the profile sampling. Figure 2 shows how point repartition would look like in the case of a 5 points sampling per blade length in a terrain with a small gully. If sampling distance is increased, one can figure out that the blade will follow less accurately the exact gully profile and the excavation work will become more approximated. We can logically argue that the terrain model should figure out terrain irregularities which are same scale as the blade. And we can also propose that the sampling distance should be at minimum blade length divided by four; generating 5 points per blade length in x and y directions. This value has to be compared and be in coherence with the distance run between two blade position updates (refreshment distance, see below).

As we mentioned in the introduction of this section, more flexibility is available to follow terrain profile along x than along y. The reason is that the blade tilting can be tuned, but the shape of the blade cannot. A smaller blade can be mounted if remediation achievement objectives require more performance to follow the irregular terrain along y for the clean-up.

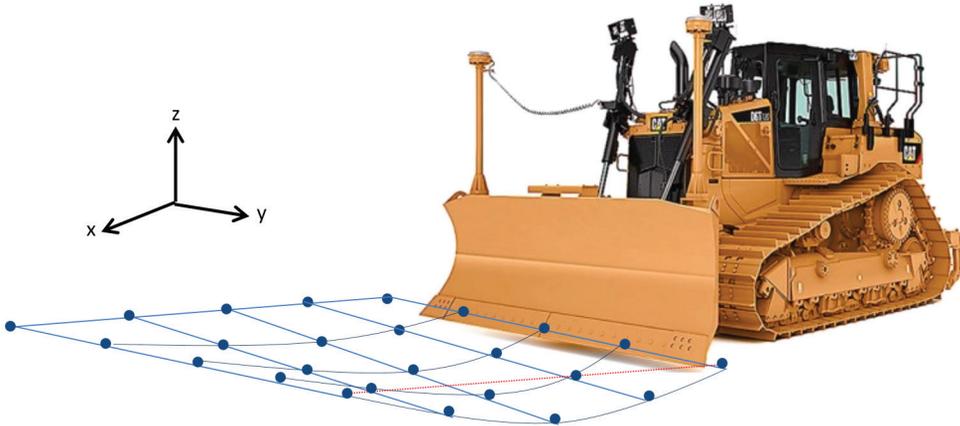


Figure 3: Scale model of correction along the push line with 5 points sampling/blade length
Source: Compiled by the author.

Finally, a pragmatic way of solving the problem is to examine how frequently can the blade height be updated by the control system. Based on the frequency and the speed of the equipment during the clean-up work, a corresponding distance (refreshment distance) could be calculated and used as a reference metric for the calculation of the sampling distance.

Finally and to conclude, the value to be selected is the smallest between the refreshment distances, the sampling distance based on irregularities and the blade smallest dimension (assuming remote sensing is not the bottleneck and it offers the possibility to collect a sufficient point density).

2.3. Target for the vertical accuracy of the TIN model

As stated in the introduction, it would look a priori appropriate if the vertical and horizontal accuracy could be close to each other (which means few centimetres in practice as the horizontal accuracy is few centimetres). Examined more in details, the reference metric in this situation is the volume of soil associated to the accuracy; the volume of dirt is the physical parameter which cost in earth work operations.¹⁸ Any bulked volume of soil has to be excavated and hauled. In our research,¹⁹ we demonstrated that with a classical 4 m blade, a 5 cm deviation along y moves the same volume of dirt as a vertical deviation of 2 mm (along z) when 15 cm thickness is excavated. The table below recapitulates the matches for several thickness values, all standing for a 4 m blade. So having the same accuracy objective in x, y and z is

¹⁸ Manuel Parente et al.: Metaheuristics, Data Mining and Geographic Information Systems for Earthworks Equipment Allocation. *Procedia Engineering*, 143 (2016). 506–513.

¹⁹ Lucas (2021): op. cit. 109.

not coherent in regards of the costs (calculated on the volume generated by the excavation). And a consequence, if we want to have coherence, is that the vertical accuracy should be much higher in z than in x and y.

Table 1: Calculation of the vertical deviation producing a volume matching with the one of horizontal deviation of 5 cm for several thicknesses

Source: Compiled by the author.

Thickness (cm)	Volume for 1 m push length (m ³)	Horizontal deviation (cm)	Vertical deviation (mm)
5	$0.05 \times 0.05 \times 1 = 0.0025$	5	0.6
15	0.0075	5	1.9
30	0.0150	5	3.7
45	0.0225	5	5.6

In practice because of the "construction" of our approach, we end up with results of relative vertical deviation which is much more than the relative horizontal deviation. This difference can be explained as follows. Part of the vertical deviation is related to the uncertainties of the source DEM. The second deviation we can mention is related to the blade positioning deviation, resulting of GPS positioning errors, grading system control error. Finally, a deviation exists on the thickness of the pollution layer as it is an estimation. Because of those uncertainties, the blade should be positioned deeper than the pollution thickness if we want to be sure to remove the pollution completely. The thickness of this "security layer" should correspond to the square root of the sum of the square of the three deviations therefore mentioned [Equation (1)]:

$$\text{Security layer thickness} = \sqrt{(\text{bucket positioning deviation})^2 + (\text{DEM deviation})^2 + (\text{pollution thickness deviation})^2} \quad (1)$$

The resulting proper positioning of the blade corresponds with the sum of the pollution thickness and the security margin. As the security margin layer is the result of a sum and as it positions the blade part of the line in a clean soil (because of precaution), it represents a waste (volumetric with excavation, energetically and a destruction of soil). Consequently, the influence of the diverse deviations should be particularly considered;²⁰ and because of the scope of this paper in particular the one of the DEM.

²⁰ At this point it can already be assumed that the sum of the several sources of error will not result in an appropriate magnitude value for the relative vertical accuracy. It is discussed in details in the discussion.

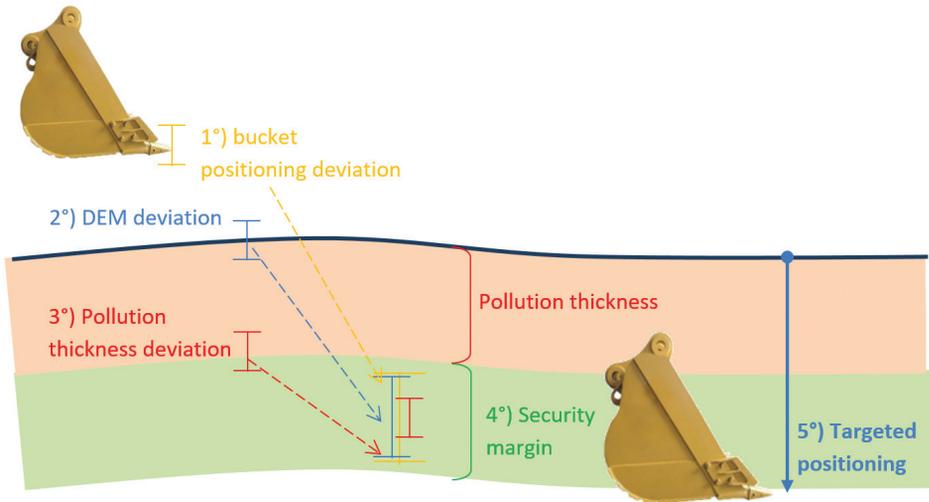


Figure 4: Deviation sources and effect on the optimal position

Source: Compiled by the author.

Having the field situation and requirements clearly examined and stated, we will now review what technologies can be used in the fieldwork.

3. Discussion about the real accuracy achievement of the technologies in excavation approach compared to accuracy requirements

With the development of our accurate approach, it is critical to assess the efficiency and the accuracy achievements. As mentioned in the vertical accuracy target part, there is a quite important difference between the absolute accuracy of the positioning of the blade (few cm to few mm, based on the DGPS setup) and the relative accuracy of the positioning of the blade compared to the targeted pollution layer. Even if technology allows achieving a relatively good absolute accuracy with the blade positioning (few cm to few mm), the error measured relatively to the pollution layer become quite high because it results from the combination of the errors from three different measurement sources (elevation on surface, blade positioning, estimation of the pollution thickness). Reasonably, with a 5 cm accuracy with the elevation model and few centimetres for the blade positioning as well as at least 5 cm with the pollution thickness estimation, the approach ends up with a possible 7.7 cm error on the relative positioning of the grading tool compared to the positioning target.

The 7.7 cm result value can be compared to other achievements/values. First, a comparison can be done relatively to the targeted thickness. 7.7 centimetres of positioning error when targeting a 30 centimetres excavation depth (resulting in 25% volumetric error) sounds more reasonable than 7.7 centimetres error when excavating 1 cm of soil (resulting in 770% volumetric error) but it should be mentioned that

25% could be a too important error when talking about precision work. Another comparative value is the relative horizontal accuracy error. If the positioning in x, y has a 2–3 cm accuracy, the relative positioning accuracy of one strip to another is 2.8–4.2 cm. It is twice less (and twice better) than the achievement with the relative vertical accuracy. Finally, it should be noted that the vertical accuracy and the horizontal accuracy does not have the same consequence with their effects. The horizontal accuracy will affect the efficiency of the process in time and in energy consumption but the same quantity of material will be collected. The vertical accuracy will affect the volume of soil to be collected and hauled, which at the end drastically increases the project costs. This volume should be moved, excavated, hauled, processed and brought back for restauration. So, it then counts several times and not only one time as it could appear at first glance; and has financial costs associated with the increase of each the operations workload.

Considering those elements of reflection, we should ask ourselves of the possibility to achieve better vertical accuracy with another approach. A direct measurement of the height in the field would avoid the combination of errors for diverse sources (DEM and part of positioning) and could lead to better achievements. The possibility to use sonic sensors or a combination of sensors in combination with a 2D control system should be examined. With the appropriate equipment setup, the vertical accuracy with the estimation of soil surface could then be lowered to few millimetres in optimal conditions, leading to a relative accuracy close to the thickness estimation deviation. However, it should be noted that such an approach does pass through neither support the creation of a DEM.

As part of the vertical inaccuracy of the DEM is inherited from the vertical inaccuracy of the GPCs used for DEM preparation, we have considered making a zeroing with the DTM datum in the field so as to nullify the inaccuracy mentioned here above. But this approach should be very regularly made. The use of a sensor could be the solution for its automatisisation. In practice, this solution would quasi cumulate the "sonic sensor solution", need a survey flight, a DEM preparation and investment in 3D machine control system. It is clearly neither efficient nor worth the money.

4. Conclusions

In our specific situation (with the precise remediation requirements), considering only the vertical absolute accuracy offered by the technology is an incomplete and flawed approach. The study demonstrated that the most critical issue to consider in our situation is the relative vertical accuracy between the positioning of the blade of the grading equipment and the bottom of the polluted soil layer. In the workflow developed for the precise remediation approach, the errors related to 1. the estimation of the pollution thickness (external factor we cannot improve); 2. the positioning of the TIN surface model; and 3. the positioning of the blade got combined and result in a final value which is questionable as regards the objectives of precise remediation. The relative vertical accuracy results with 7.7 cm whether DEM preparation is done with ALS or UAV photogrammetry. When compared to several other metrics

in the context of the “precise remediation approach” – in particular the volumetric excavation error compared to the targeted volume to excavate – these values end up being much consequent. In conclusion, the remote sensing approaches we have considered do not satisfy the accuracy requirement (2.5 cm relative accuracy compared to the targeted height).

As further research work, we have to consider whether a direct remote sensing measurement (advantageous because it is robust in field condition) made in the field during the remediation work with one or a combination of sonic sensor(s) sensing the soil surface could overcome the aforementioned issues. Machine control system could be guided very accurately and remediation objectives fulfilled the best. This approach – which is using remote sensing – dispenses with the preparation of a DEM and the use of 3D machine control system. Development based on this new idea will be tested in our coming research work.

References

- Burai, Péter – Amer Smailbegovic – Csaba Lénárt – József Berke – Gábor Milics – Tamás Tomor – Tibor Bíró: Preliminary Analysis of Red Mud Spill Based on Aerial Imagery, Hungary. *Landscape and Environment*, 5, no. 1 (2011). 47–57. Online: <https://ojs.lib.unideb.hu/landsenv/article/view/2282>
- Cavazzi, Stefano – Ron Corstanje – Thomas Mayr – Jacqueline Hannam – Reamonn Fealy: Are Fine Resolution Digital Elevation Models always the Best Choice in Digital Soil Mapping? *Geoderma*, 195–196 (2013). 111–121. Online: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.11.020>
- Hengl, Tomislav: Finding the Right Pixel Size. *Computers and Geosciences*, 32, no. 9 (2006). 1283–1298. Online: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.008>
- Kátai-Urbán, Lajos – Zoltán Cséplő: Disaster in the Ajka Red Sludge Reservoir on 04 October 2010. In *Sixth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents*. The Hague, 8–10 November 2010. 1–19.
- Lénárt, Csaba – Péter Burai – Amer Smailbegovic – Tibor Bíró – Zsolt Katona – Roko Andricevic: Multi-sensor Integration and Mapping Strategies for the Detection and Remediation of Red Mud Spill in Kolontár, Hungary: Estimating the Thickness of the Spill Layer Using Hyperspectral Imaging and Lidar. In *2011 3rd IEEE GRSS Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing (WHISPERS)*. Lisbon, Portugal. Online: <https://doi.org/10.1109/WHISPERS.2011.6080917>
- Lénárt, Csaba – Andrea Ambrus – Péter Burai: GPS technológiák alkalmazási lehetőségei és vállalatirányítási rendszerben való szerepe a Havas '92 Növénytermesztő Gazdaszövetkezetnél. In *XII. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok*. Gyöngyös, Károly Róbert Főiskola, 2010. március 25–26.
- Lucas, Grégory: *Advanced and Combined Utilization of Geographic Information Technologies in Industrial Disaster Remediation – Simulation with the Red Mud Disaster of Kolontár*. PhD dissertation (draft). Budapest, University of Public Service, 2021.

- Lucas, Grégory – Csaba Lénárt – József Solymosi: Development and Testing of Geo-processing Models for the Automatic Generation of Remediation Plan and Navigation Data to Use in Industrial Disaster Remediation. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 1, no. 5 (2016). Online: <https://doi.org/10.1186/s40965-016-0006-z>
- Parente, Manuel – António Gomes Correia – Paulo Cortez: Metaheuristics, Data Mining and Geographic Information Systems for Earthworks Equipment Allocation. *Procedia Engineering*, 143 (2016). 506–513. Online: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.064>
- Vass, Gyula – Attila Zsitnyányi: Multifunkcionális járművek alkalmazása a katasztrófavédelemben. *Hadmérnök*, 14, no. 2 (2019). 44–55. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.2.4>

Szendi Rebeka¹

Környezeti károk felszámolása a veszélyes üzemeknél – Kármentesítési technológiák

Elimination of Environmental Damages at Hazardous Plants – Remediation Technologies

Hazánkban napjainkra fontos területté vált a környezetvédelem, azon belül pedig a természeti környezet elemeinek védelme. Annak ellenére, hogy számos jogszabály és egyéb előírás célja, hogy megelőzhetőek legyenek a veszélyes üzemekben bekövetkező súlyos ipari balesetek, egy esetleges ipari baleset során a környezetben is jelentős károk keletkezhetnek, amelyek felszámolásáról, a környezet helyreállításáról gondoskodni kell. Ezt szolgálja a veszélyes üzemekkel kapcsolatos jogszabályokban a közelmúltban bevezetett változás, amely alapján a védelmi tervek kötelező tartalmi elemei közé bekerült a környezet helyreállítására, megtisztítására vonatkozó tevékenységek tervezése. A környezeti elemek kármentesítésére számos eljárás áll rendelkezésre, amelyek közül az alkalmazandó technológia kiválasztása számos tényező figyelembevételével történhet. Jelen cikkben néhány, a környezeti elemek közül a talaj és a talajvíz kármentesítésére használható technológiát mutatok be.

Kulcsszavak: iparbiztonság, veszélyes üzemek, környezeti kármentesítés, környezet-helyreállítás

Nowadays, environmental protection, and within that the protection of the elements of the natural environment, has become an important area in Hungary. Despite the fact that many laws and other regulations aim to prevent major industrial accidents in hazardous plants, a possible industrial accident can also cause significant damage to the environment, which must be remediated and the environment restored. This is the purpose of the recently introduced change in the legislation related to

¹ Tű. fhdgy., Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság, e-mail: rebeka81.katved@gmail.com

hazardous plants, based on which the planning of activities concerning the restoration and clean-up of the environment has been included in the mandatory content elements of emergency plans. There are several available procedures for the remediation of environmental elements, and the choice of the technology to be used can be based on a number of factors. In this article, some of the technologies are presented that can be used to remediate soil and groundwater.

Keywords: industrial safety, hazardous plants, environmental remediation, environment restoration

1. Bevezetés

Napjainkban az egyre növekvő népesség szükségleteit és igényeit kielégítő élelmiszerek és más termékek, mint a kozmetikumok, gyógyszerek, háztartási szerek és egyéb használati cikkek előállítására, vagyis szinte az élet minden területe kapcsolatban áll valamilyen módon a vegyiparral, a veszélyes anyagok felhasználásával. Mivel a lakosság igényei is növekednek, és egyre nagyobb arányú a különböző termékek felhasználása, az emberi egészségre és környezetre nézve ártalmas anyagok, valamint az ezeket előállító, felhasználó, illetve tároló üzemek száma is megemelkedett.

Az üzemeket különböző jogszabályok, illetve szigorú biztonsági előírások kötelezik a megfelelő technológia használatára, és a káresemények bekövetkezésének megelőzését, a kockázatok csökkentését, valamint a lehetséges hatások enyhítését célzó intézkedések bevezetésére. Ennek ellenére előfordulhatnak a veszélyes anyagok gyártása, tárolása, használata vagy szállítása során az előírások be nem tartásából, elkövetett mulasztásokból, tévedésekből vagy helytelen technológia alkalmazásából ipari balesetek. Ezek a lakosságon kívül a környezetet is károsíthatják, amennyiben a környezetbe kijutva a felszíni vizek szennyeződését okozzák, vagy közvetlenül kikerülve esetleg a levegőből lecsapódva beszivárognak a talajba és elszennyezik azt, vagy a talajvízbe kerülve, nagyobb távolságokra eljutva elszennyezhetik az ivóvízbázisokat vagy a takarmánykészleteket.²

Fentiek miatt fontos az ipari balesetek felszámolásának tervezése során figyelembe venni a környezetvédelmi szempontokat, és a környezeti károk elhárítására, felszámolására, illetve a környezet helyreállítására vonatkozó intézkedéseket a tervekbe foglalni.

Ezt az elvárást fogalmazza meg a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet (Rendelet) 5., illetve 8. melléklete, amelyek a súlyos káresemény-elhárítási terv (SKET), valamint a belső védelmi terv (BVT) tartalmi követelményeire vonatkozóan tartalmazznak előírásokat, s amelyekben 2020-ban új elemként jelent meg, hogy a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti hatások elleni védekezéssel kapcsolatos feladatok között ki kell térni a súlyos baleseteket követően a környezet helyreállítására és megtisztítására vonatkozó tevékenységre.³

² Szendi Rebeka: A fővárost fenyegető ipari katasztrófák és az ellenük való védekezés lehetőségei a 2012. évi jogszabályváltozások tükrében. *Védelem Online*, 2012. 2.

³ 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről.

A tervezés során meg kell határozni, melyek azok a környezeti elemek, amelyek sérülhetnek a balesetből adódóan, illetve azok helyreállítására milyen módszerek, technológiák állnak rendelkezésre, figyelembe véve a hatékonysági és a gazdaságossági szempontokat.

Számos publikáció foglalkozik a súlyos ipari balesetek megelőzésének, a hatások mérséklésének lehetőségeivel. Jelen cikkben a már bekövetkezett káreseményt követően a természeti környezet, azon belül is a talaj és a talajvíz mint környezeti elemek helyreállítására, a káros hatások felszámolására alkalmazható főbb technológiai eljárásokat ismertetem röviden, illetve az alkalmazott technológia kiválasztásának szempontjait mutatom be a hazánkban működő főbb üzemtípusok tekintetében, a teljesség igénye nélkül.

2. A környezetvédelem megjelenése a veszélyes üzemek iparbiztonsági feladataiban

Hazánkban az 1990-es évektől a környezetvédelem egyre fontosabb területté vált, így az addig többnyire csak elvi általánosságokat megfogalmazó, a törvénynél alacsonyabb rendű szabályzók mellett megalkották a környezetvédelem általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvényt (Kvt.), majd a szabályozás az Európai Unióhoz való csatlakozásnak köszönhetően a 2000-es években felgyorsult. Az Európai Tanács szakértői csoportja kidolgozott egy környezetvédelmitörvény-modellt a közép- és kelet-európai országok részére, amely tartalmazza a környezetvédelem alapelveit, amelyeket a Kvt. is magában foglal.

A környezetvédelmi alapelvek közé tartozik a megelőzés és az elővigyázatosság elve, valamint a „szennyező fizet” elv is. Előbbi a környezetvédelem legfontosabb elve és a szennyezés forrásánál való fellépést jelenti, míg utóbbi célja, hogy a környezeti károk okozója vállalja a felelősséget az okozott kárért, illetve állítsa helyre a megelőző környezeti állapotot, továbbá fizesse meg a helyreállítás költségét.⁴ Hazánk Alaptörvénye is kimondja, hogy „[a]ki a környezetben kárt okoz, köteles azt – törvényben meghatározottak szerint – helyreállítani vagy a helyreállítás költségét viselni”.⁵ A Kvt.-ben foglalt szabályok értelmében „[a] környezethasználó köteles gondoskodni a tevékenysége által bekövetkezett környezetkárosodás megszüntetéséről, a károsodott környezet helyreállításáról”, illetve „[a] környezethasználó köteles környezetkárosodás bekövetkezése esetén minden lehetséges intézkedést megtenni a környezetkárosodás enyhítése, a kárelhárítás, illetve a további környezetkárosodás megakadályozása érdekében”, továbbá „környezetkárosodás bekövetkezése esetén az eredeti állapotot vagy a külön jogszabályban meghatározott, az eredeti állapothoz közeli állapotot helyreállítani, valamint a környezeti elem által nyújtott szolgáltatást visszaállítani vagy azzal egyenértékű szolgáltatást biztosítani”.⁶

⁴ Angyal Zsuzsanna – Szabó Mária (szerk.): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest, Typotex, 2012. 236–245.

⁵ Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.).

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

Fentieket szolgálja a Rendeletbe újonnan bekerült, a veszélyes üzemek által készíthető védelmi tervek tartalmi követelményeire vonatkozó előírás, amely alapján a védelmi tervekben bemutatott baleseti hatások elleni védekezéssel kapcsolatos feladatok kiegészültek a környezet helyreállításának és megtisztításának tervezésével.

3. A környezeti elemek és a károsító hatások vizsgálata

Ahhoz, hogy a Rendeletben előírt, a környezet helyreállításával és megtisztításával kapcsolatos intézkedések tervezése megvalósítható legyen, meg kell határozni, pontosan mit értünk környezet alatt. A környezetet tulajdonképpen a bioszférát felépítő ökoszisztéma és az ember alkotta élettelen elemeknek együttese alkotja, a Kvt. meghatározása szerint a környezet a különböző környezeti elemekből, azok rendszereiből, folyamataiból, szerkezetéből tevődik össze. A környezeti elemek közé tartozik a föld (talaj), a víz (felszíni és felszín alatti), az élővilág, valamint az ember által alkotott mesterséges környezet.⁷

A környezet károsodását a súlyos ipari balesetek során általában valamilyen veszélyes anyag kikerülése okozza. Az egyes környezeti elemekben, mint például a levegő, vagy a felszíni és felszín alatti vizek a szennyeződés a forrástól távolabbra is eljuthat, és kiterjedt szennyeződést okozhat. A szennyező anyagok terjedését mind az éghajlat, mind a környezeti elemek jellemzői, mind a kikerült anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai, illetve egymással való kölcsönhatásai befolyásolják.⁸

Fentiek miatt a tervezés során vizsgálni kell azt is, hogy a különféle ipari balesetek során melyek azok a veszélyes anyagok, amelyek a környezetbe juthatnak, és azok milyen károkat okozhatnak az egyes környezeti elemekben, illetve milyen lehetőségek állnak rendelkezésre azok helyreállítására. Előzők együttes vizsgálata, illetve a költségek figyelembevétele alapján választható ki a környezet megtisztítására, helyreállítására az adott körülmények között legmegfelelőbb, leghatékonyabb technológia.

Az egyes környezeti elemekre gyakorolt hatások vizsgálata során fel kell mérni:

- a levegő,
- a felszíni és a felszín alatti vizek, illetve
- a talaj, különösen a termőterületek szennyeződését,
- az élővilágra gyakorolt hatást, valamint
- az épített környezetben okozott károkat, továbbá
- esetenként a tájat érintő negatív hatásokat.⁹

Az egyes országokban általában nagyon hasonló a leggyakrabban szennyezést okozó kockázatos anyagok listája, amelyek az alábbiak:

- *Illó és nem illó alifás és aromás szénhidrogének* (például a benzol, alkilbenzolok, PAH-vegyületek), amelyek leginkább a *kőolajbányászat és -feldolgozás*

⁷ Szegedi Tudományegyetem: Közérthető Szócikk Adatbázis, lásd: <https://u-szeged.hu/efop362-00007/minden-szocikk/kornyeztvedelem>

⁸ Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: *Kármentesítési Kézikönyv* 4. Budapest, 2001.

⁹ Földi László – Halász László: *Környezetmérnökök katasztrófavédelmi feladatai. Környezetmérnöki Tudástár.* XXXIII. kötet. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2013. 13–14.

tevékenységéből, illetve a *műanyaggyártás* (kerozin, benzin, gázolaj, gépolajok) során kerülhetnek ki szennyező anyagként. Egy részük kevésbé toxikus és biológiailag könnyen lebomlik, az ökoszisztémát leginkább annak levegőtől való elzárása miatt veszélyezteti. A toxikus, mutagén, karcinogén és teratogén hatású aromás és a policiklikus aromás szénhidrogének nagyobb kockázatot jelentenek. Ezek egy része nagymértékben perzisztens, biológiailag kevésbé bomlik.

- *Illó és nemilló halogénezett szerves vegyületek (szénhidrogének)*, mint például triklóretilén, perklóretilén, klórozott peszticidek, klórbenzolok, klórfenolok és poliklórozott bifenilek (PCB). Leginkább a *zsírtalanítási technológiákból*, a *növényvédőszer-gyártás és -felhasználás* során, a *fafeldolgozás*, a *papírgyártás*, a *műanyagipar* tevékenységeiből származhatnak. Ezek szinte mindegyike erősen toxikus hatású vegyület, amelyek perzisztensek és nagy bioakkumulálódó képességgel rendelkeznek, emiatt veszélyeztetik az ökoszisztémát és az embert egyaránt.
- *Toxikus fémek, félfémek és azok vegyületei* (Ag, As, B, Be, Cd, Co, Cr, Cr[VI], Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Sn, Pb, Zn) leginkább az *ércbányászat*, a *kohászat* és *fémfeldolgozás (galvanizálás)* során, illetve *akkumulátor- és szárazelemgyártási* tevékenységéből kerülhetnek a környezetbe.
- *Szabad és komplex cianidok*, leginkább az *ércbányászat*, az *ércfeldolgozás*, a *galvanizálás*, a *bőrgyártás* tevékenységei, illetve fotocikkek előállítása során, valamint gázmassza deponálásával kerülhetnek a környezetbe.¹⁰

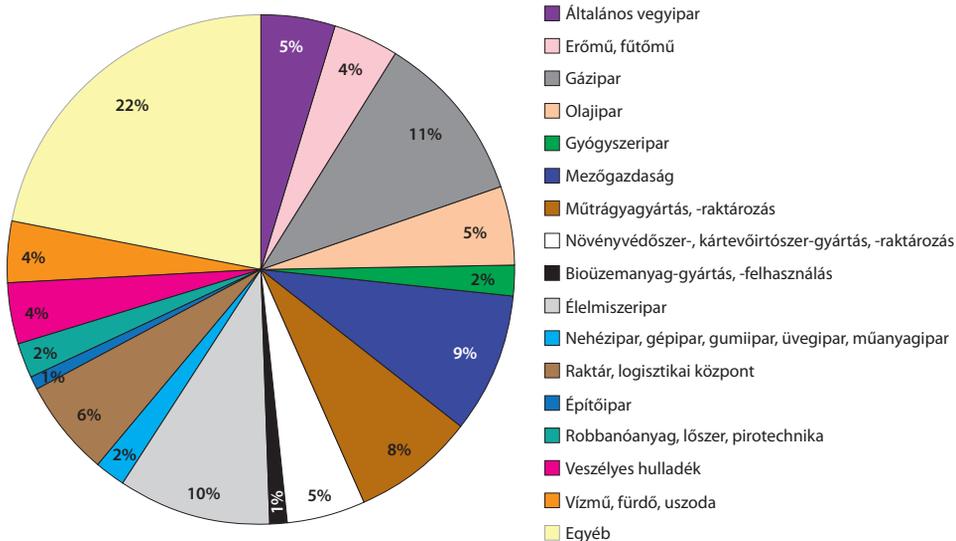
Az előzőkben foglaltakat vizsgálva, a lehetséges szennyező anyagok tekintetében elmondható, hogy hazánk veszélyes üzei az alábbi ágazatokba sorolhatók:

- általános vegyipar;
- erőmű, fűtőmű;
- gázipar;
- olajipar;
- gyógyszeripar;
- mezőgazdaság;
- műtrágyagyártás, -raktározás;
- növényvédőszer-, kártevőirtószer-gyártás, -raktározás;
- bioüzemanyag-gyártás, -felhasználás;
- élelmiszeripar;
- nehézipar, gépipar, gumiipar, üvegipar, műanyagipar;
- raktár, logisztikai központ;
- építőipar;
- robbanóanyag, lőszer, pirotechnika;
- veszélyes hulladék;
- vízmű, fürdő, uszoda;
- egyéb.¹¹

Az egyes üzemtípusok megoszlását az 1. ábra mutatja be.

¹⁰ Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: *Kármentesítési Kézikönyv* 4. Budapest, 2001.

¹¹ Vass Gyula: *Veszélyes üzemi alapismeretek*. Előadás. Vecsés, 2019. november 18.



1. ábra: A veszélyes üzemek ágazatonkénti megoszlása hazánkban

Forrás: a szerző szerkesztése Vass (2019): i. m. alapján

4. Kármentesítési eljárások, az alkalmazandó technológia kiválasztása

Az elvégzendő kármentesítés módszerének kiválasztása több tényezőtől függ. Ilyen tényezők például a kikerült anyag fajtája, fizikai, kémiai, biológiai jellemzői (fajsúly, oldékonyság, illékonyság, adszorpció, diszperzió, perzisztencia, akkumuláció stb.). Ilyen továbbá a közeg típusa, amelybe a szennyező anyag kikerül, amely lehet épített, mesterséges közeg, beton vagy egyéb mesterséges felület, amelybe az anyag nem tud beszivárogni, ám a felületéről elfolyhat vagy párologhat, illetve lehet természetes közeg, mint a talaj és a felszíni vagy felszín alatti víz, amelyet a veszélyes anyag esetleg tartósan elszennyezhet, illetve a szennyeződés ezekben a közegekben távolabbra is eljuthat, emiatt az alkalmazott technológia a fentiek mellett függ a beavatkozás sürgősségétől, illetve a szennyezett terület nagyságától.¹²

A kármentesítési, helyreállítási eljárás kiválasztásánál figyelembe kell venni, mely intézkedési fokozatot szükséges végrehajtani a környezet helyreállítása során.

A Kvt. három fokozatot határoz meg a helyreállítási intézkedésekre vonatkozóan:

- Elsődleges helyreállítás: környezet vagy valamely környezeti elem, illetve a környezeti elem által nyújtott szolgáltatás eredeti állapotának vagy ahhoz közeli állapotának helyreállítása.
- Kiegészítő helyreállítás: amennyiben az elsődleges helyreállítási intézkedés nem vezet eredményre, a károsodott környezeti elemnek erre alkalmas környezeti elemmel, illetve a környezeti elem által nyújtott szolgáltatásnak erre

¹² Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (2001): i. m.

alkalmas környezeti elem által nyújtott szolgáltatással való pótlása, illetve, ha ez a pótlás sem vezet eredményre, a környezeti elemnek vagy a környezeti elem által nyújtott szolgáltatásnak – a károsodott környezeti elem vagy szolgáltatás becsült költségével megegyező –, erre alkalmas környezeti elemmel vagy környezeti elem által nyújtott szolgáltatással való pótlása.

- Kompenzációs helyreállítás: a helyreállítási intézkedések befejezéséig mindazon intézkedések végrehajtása, amelyek a károsodott környezeti elem vagy a környezeti elem által nyújtott szolgáltatás ideiglenes pótlásához szükségesek.¹³

A felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet (Rendelet 2.) emellett megadja az úgynevezett kármentesítési célállapot határértéket, amely a kármentesítési eljárás eredményeként elérendő, az adott szennyező anyagra vonatkozóan a területhasználat figyelembevételével meghatározott maximális koncentráció.¹⁴

4.1. A kármentesítési technológiák csoportosítása

A kármentesítéshez gyakran több módszer együttes alkalmazása szükséges. Amennyiben nem a talaj vagy felszín alatti víz eredeti, vagy azt megelőző állapotának helyreállítása a cél, alkalmazhatók egyéb módszerek, mint például:

- a terület használatból való kivonása;
- a szennyezett terület lokalizálása (további szennyező anyag nem kerülhet a területre, és a szennyező anyag onnan nem terjedhet természeti elemek útján);
- talajcsere.¹⁵

A kármentesítő technológiákat csoportosíthatjuk a helyszín, illetve a tisztítás elve szerint.

A helyszín szerint a technológiák lehetnek:

- *In situ* (eredeti helyzetben): olyan technológia amikor a szennyeződött földtani közeg, illetve felszín alatti víz szennyező anyagoktól való megtisztítása során termelik ki a földtani közeget, a tisztított felszín alatti vizet pedig visszanyeletik, szikkasztják a munkaterületen belül.
- *Ex situ* (nem eredeti helyzetben): az ebbe a csoportba tartozó technológiák további két alcsoportba oszthatók:
 - *ex situ on site*: a tisztításhoz a földtani közeget a kifejlődésének természetes helyzetéből kitermelik, a kitermelt szennyezett talajt, illetve felszín alatti vizet viszont nem szállítják el a munkaterületről, hanem azon belül bioágyakon termikusan vagy talajmosással stb. tisztítják. Ezután a kívánt mértékben megtisztított földtani közeget, illetve felszín alatti vizet a tervnek megfelelően visszahelyezik a munkagödörbe.

¹³ 1995. évi LIII. törvény.

¹⁴ 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről.

¹⁵ Burucs Zoltán: *Környezeti elemek védelme II. Talajvédelem*. Előadás. Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszer-tudományi és Környezetgazdálkodási Kar, 2011.

- *ex situ off site*: a technológiák megegyeznek az *ex situ on site* eljárásokkal, azzal a különbséggel, hogy a szennyezett talajt és a felszín alatti vizet nem a munkaterületen belül, hanem elszállítás után egy távolabbi tisztítótelepen kezelik, majd a kezelt talajt visszaszállítják az eredeti munkagödörbe. A megtisztított felszín alatti vizet pedig élővízbe vagy közcsatornába vezetik.¹⁶

A tisztítási elv szerint megkülönböztethetünk fizikai, kémiai, termikus, biológiai, illetve egyéb eljárásokat.

4.2. A kármentesítési technológia kiválasztásának lépései

A kármentesítési technológia kiválasztásának elsődleges lépése a környezeti kár felmérése, ezután a szennyezés lehatárolása. Majd ezután a szennyezett környezeti elemtől, illetve a szennyezés tulajdonságaitól függően a mintavételi pontok számának és a mintavétel gyakoriságának meghatározása. Az előzetes analízis alapján kockázatelemzés készül, amely figyelembe veszi a beavatkozás sürgősségét, az egészségügyi hatásokat, a helyi adottságokat, az érintett terület funkcióját, a társadalmi és gazdasági tényezőket, a rendelkezésre álló anyagi forrásokat, a távlati célokat, illetve azt, hogy az érintett területnek, valamint az ott található létesítményeknek el kell-e látniuk eredeti funkciójukat a mentesítés ideje alatt is.

A megfelelő részletességgel készített és mérési adatokon alapuló kárfelmérés és kockázatbecslés alapján, ismervé a különböző műszaki és gazdasági paramétereket, meghatározható a kárelhárítási beavatkozás mértéke, célja, illetve az alkalmazandó technológia. A kárelhárítás célja lehet:

- a szennyezés továbbterjedésének megakadályozása, lokalizációja;
- részleges vagy teljes kármentesítés;
- a terület teljes ártalmatlanítása, kármentesítése (környezetvédelmi szempontból).

4.3. A kármentesítési technológiák rövid bemutatása

A szennyezés lokalizációjának célja annak lehatárolása, mozgásának megakadályozása.

Ez történhet horizontális árnyékolással vízben nehezen oldódó, lassan lefelé szivárgó szennyezés vízzel történő érintkezésének, vízdoldható anyag leszivárgásának, illetve leszivárgó csapadék oldható komponenseket mobilizáló hatásának megakadályozása érdekében. Alkalmazható felületi takarás, amely lehet rövid távú (például műanyag fólia), vagy hosszú távú agyagréteggel (például bentonit) vagy geofóliával kombinált betonréteggel való takarás. Illetve alkalmazható injektálással szennyezés alatti árnyékolás.

Vertikális árnyékolás a szennyeződés oldalirányú mozgásának megakadályozására, valamint részleges vagy teljes körülhatárolására használható. Ez általában

¹⁶ Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (2001): i. m.

a legalacsonyabb talajvízszint alá helyezett fallal (merülőfal, szádfal, résfal) történik, amelyben elhelyezhetők a szennyezést megkötő vagy lebontó töltetek.

Az *immobilizációs* vagy *fixálási* eljárások célja a szennyező anyagok *in situ* vagy *ex situ* módon, oldhatatlan formába való átalakítása, megkötése. E technológiák a szennyezők illékonyágát, oldhatóságát, deszorpció képességét csökkentik, fizikai-kémiai átalakítással, szilárd felülethez kötéssel, mátrixba ágyazással, így megakadályozzák azok terjedését, felszívódását, fizikai-kémiai reakcióit. Lehetnek fizikai, kémiai vagy biológiai eljárások (például fitoremediáció), bármely környezeti elemnél, illetve *bármely halmazállapotú szennyezőnél* alkalmazhatók.

A *talajlevegőztetéses* eljárás mind *in situ* mind *ex situ* végrehajtható. Abban az esetben alkalmazható kármentesítésre, ha az illékony szennyeződés a talajlevegőben képes terjedni. Az eljárás során a szennyezett talajrétegen megfelelő hőmérsékletű, nedvességtartalmú és sebességű levegőáram átszívására vagy átnyomására kerül sor, ennek segítségével távolítják el az illékony szennyezőket, majd az azok gőzeit tartalmazó levegőt aktív szén, gázmosók, illetve katalitikus elégetéssel utókezelik, hasznosítják. Ez az eljárás *illékony szennyezők*, például kőolajszármazékok (benzin, gázolaj, kerozin) esetén alkalmazható.

Talajmosást célszerű alkalmazni, ha a szennyezés a talaj felületéről nehezen deszorbeálható. Ilyenkor a szilárd fázisú talajt különféle vizes oldatokkal, tenzidekkel, emulziókkal, különböző komplexképzőkkel, illetve ásványi savakkal mossák át, amelynek során a mosófolyadék mobilizálja a szilárd fázishoz kötődő szennyeződések, megnöveli oldékonyságukat, ennek eredményeképp jellemzően nő a folyadékfázis szennyezőanyag-koncentrációja. A kezelés során a szennyező anyagok nem bomlanak le, azok felületről való lemosására van szükség. Az eljárás többnyire *olajos és nehézfém-szennyezések* eltávolítására használható.

Gáztisztítási eljárással, azon belül is a nedves gáztisztítási technológiával végezhető el a talaj tisztítása során a gázok, talajgázok, különféle gáz-, gőz-, illetve porszenyvezések eltávolítása. Ennek során a porszemcsék folyadékkal való nedvesítés után a mosófolyadékhoz kötődnek, így eltávolíthatók a gázfázisból. A gázban található, a mosófolyadékban oldódó komponensek abszorbeálódnak, így a szilárd és gáz állapotú szennyezők egy lépésben eltávolíthatók. Ez az eljárás alkalmazható egyedüli megoldásként a *tűz- és robbanásveszélyes porokat tartalmazó gázok* esetén (például katonai objektumok, robbanászergyártó üzemek mentesítése).

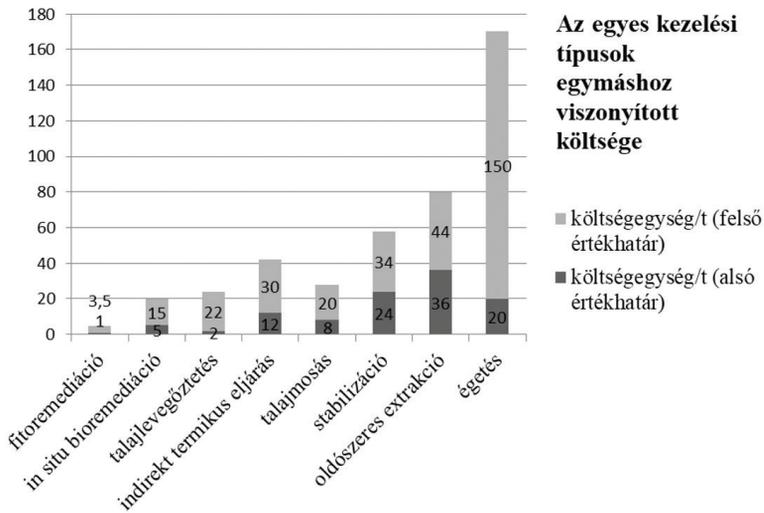
Az *adszorpció*s eljárásoknál valamely gáz, gőz, illetve folyadék halmazállapotú atomok vagy molekulák megkötődése, illetve felhalmozódása történik a két fázis közötti határfelületen. Az adszorbens felülete lehet szilárd vagy folyékony, a folyamat pedig lehet fizikai, illetve kémiai adszorpció a felületek fizikai és kémiai tulajdonságai, továbbá az adszorpció kölcsönhatások alapján. Használhatók szénbázisú vagy oxidbázisú adszorbensek, fontos tulajdonságuk a nagy felületi aktivitás és a szelektivitás.

A *szűrés* általában a vízkezelési eljárás során használt eljárás, amely az egyik legáltalánosabb elválasztástechnikai módszer. Az alkalmazott technikát a szűrendő részecske mérete is meghatározza. *Arzénvegyületek* vízből való eltávolítására alkalmazható mikro-, ultra- és nanoszűrés, illetve fordított ozmózis, *illékony szerves vegyületek* vizes oldatokból való kinyerésére pedig membrándeztilláció használható.

A termikus eljárások közül az égetési eljárással a szennyezőanyagok (kőolaj-származékok) gyorsan ártalmatlaníthatók, azonban szükséges az eltávozó gázok tisztítása, illetve ennek alkalmazása során a kezelt talaj elveszíti talaj jellegét. Továbbá ez a technológia csak *ex situ* műveletként alkalmazható. A termikus kezelési eljárás, amely magában foglalja a 450-600 °C-on végbemenő kis hőmérsékletű krakkolást, a 750-950 °C-ot alkalmazó pirolízist, illetve a nagy hőmérsékletű pirolízist, amelynél > 1200 °C-os hőmérsékletet használnak, szintén *ex situ* végezhető művelet. Együttes alkalmazásukkal a talajból *minden szénhidrogén-szennyezős* eltávolítható.¹⁷

Fenti eljárások közül az alkalmazandó technológia kiválasztását az előzőekben bemutatottakon kívül az adott technológia várható költségei (telepítési, működési stb.) szintén befolyásolják, törekedni kell a hatásosság mellett a legköltséghatékonyabb technológia megválasztására.

Az előzőekben bemutatottak közül néhány gyakran alkalmazott eljárás költségeinek egymáshoz viszonyított arányát a 2. ábra mutatja be, a fitoremediációt tekintve egységnek.



2. ábra: Az egyes kárelhárítási technológiák költségei egymáshoz viszonyítva, a fitoremediációt tekintve egységként

Forrás: a szerző szerkesztése Horváth (2012): i. m. 117. alapján

¹⁷ Horváth Erzsébet (szerk.): *Talajtan és talajökológia. Környezetmérnöki Tudástár. XXIV. kötet.* Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 96–130.

5. Következtetés

A veszélyes üzemek működésével kapcsolatos súlyos balesetek megelőzését, a keletkezett károk csökkentését számos előírás szolgálja. Az esetlegesen előforduló, a környezet károsodását előidéző káresemények elhárításának tervezése során figyelembe kell venni a környezetvédelmi szempontokat, és a károk felszámolására vonatkozó tervekben ki kell térni a környezeti károk elhárítására, felszámolására, illetve a környezet helyreállítására vonatkozó intézkedésekre. A veszélyes üzemek súlyos ipari balesetek megelőzésével és elhárításával kapcsolatos tervezési feladatai között új elemként jelent meg a SKET, illetve a BVT tartalmi követelményeiben a környezet helyreállítására, megtisztítására vonatkozó intézkedések tervezése. A Kvt. előírása alapján a Rendelet 2-ben meghatározott tevékenységek esetében „[a] veszélyes technológia üzemeltetése során az esetlegesen bekövetkező rendkívüli környezetkárosítás megakadályozására, felszámolására az adott tevékenység megkezdése előtt [...] környezeti kárelhárítási tervet kell készíteni”.¹⁸ Azon veszélyes üzemeknél, amelyek a Rendelet 2. hatálya alá tartoznak, az üzemi környezeti kárelhárítási tervek, amelyek tartalmazzák többek között a lokalizációhoz szükséges erőforrások bemutatását, a kárelhárítási anyagok és eszközök meghatározását, valamint a kárelhárítási műveletek technológiai utasításait, alapul szolgálhatnak a Rendeletben előírtak tervezéséhez. A Rendelet 2. hatálya alá esetlegesen nem tartozó üzemeknél a tervek készítésének pedig alapjául szolgálhatnak a Rendelet 2. 1. számú mellékletében foglalt kárelhárítási tervekhez vonatkozó tartalmi elemek.

A tervezésnél azonban, a károk azonnali elhárítására vonatkozó intézkedések és az azokhoz szükséges erőforrások mellett, szükséges kitérni a környezet helyreállítása érdekében az egyes érintett környezeti elemek hosszabb távú megtisztításához alkalmazandó technológiákra, illetve az ahhoz szükséges erőforrásokra.

A megfelelő technológiák kiválasztása számos szempont figyelembevételével történik annak érdekében, hogy az alkalmazott eljárás a leghatásosabb legyen. Ehhez a szennyezés jelenlétének és paramétereinek folyamatos monitorozására van szükség, amelynek erőforrásigényét szintén tervezni kell.

A különböző technológiák összetettsége, időigényessége befolyásolja a várható költségeket, amely tényezőt szintén számításba kell venni az alkalmazott eljárás kiválasztása során.

A hazánkban található veszélyes üzemeknél a környezeti károk elhárításához a fent bemutatott eljárások alkalmazhatók, a megfelelő technológia kiválasztása az előzőekben ismertetett szempontok alapján történhet.

Felhasznált irodalom

Angyal Zsuzsanna – Szabó Mária (szerk.): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest, Typotex, 2012. Online: <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/12962>

¹⁸ 1995. évi LIII. törvény.

- Burucs Zoltán: *Környezeti elemek védelme II. Talajvédelem*. Előadás. Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, 2011. Online: https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8144/talaj_es_viz_vedelem_29-30.pdf?sequence=25&isAllowed=y
- Földi László – Halász László: *Környezetmérnökök katasztrófavédelmi feladatai. Környezetmérnöki Tudástár*. XXXIII. kötet. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2013. Online: https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/anyagok/33-Katasztrofa_v2.pdf
- Horváth Erzsébet (szerk.): *Talajtan és talajökológia. Környezetmérnöki Tudástár*. XXIV. kötet. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. Online: https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/anyagok/24-Talajtan_es_talajokologia.pdf
- Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: *Kármentesítési Kézikönyv* 4. Budapest, (2001). Online: <http://fava.hu/kvvm/www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/karmkezikk4/4-01.htm>
- Szegedi Tudományegyetem: Közérthető Szócikk Adatbázis. Online: <https://u-szeged.hu/efop362-00007/minden-szocikk/kornyezetvedelem>
- Szendi Rebeka: A fővárost fenyegető ipari katasztrófák és az ellenük való védekezés lehetőségei a 2012. évi jogszabályváltozások tükrében. *Védelem Online*, 2012. Online: www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/405-a-fovarost-fenyegeto-ipari-katasztrofak-es-az-ellenuk-valo-vedekezes-lehetosegei-a-2012-evi-jogszabalyvaltozasok-tukreben.pdf
- Vass Gyula: *Veszélyes üzemi alapismeretek*. Előadás. Vecsés, 2019. november 18. Online: <https://docplayer.hu/196386677-Veszelyes-uzemi-alapismeretek.html>

Jogi források

1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről
219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről
Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.)

Szilágyi Tibor¹ 

Honvédelem és természetvédelem. A honvédelmi ágazat részvétele a LIFE-projektekben

Defence and Nature Protection – Participation of the Hungarian Defence Sector in the LIFE Projects

A hadsereg mint a működési környezetét tevőlegesen alakító társadalmi alrendszer, egyre intenzívebb és összetettebb kölcsönhatásban van a természeti és a társadalmi környezettel. A honvédelmi szervezetek szabályozott és intézményesített keretek között, mindennapi tevékenyeik tervezése, szervezése és végrehajtása során tevékenyen törekszenek a környezet- és természetvédelmi tárgyú szabályzóknak rögzített kötelezettségek teljesítésére, valamint aktívan részt vesznek a keletkezett károk hatásainak csökkentésében, a károk következményeinek felszámolásában. Ez a tanulmány a hazai honvédelmi ágazat LIFE-projektekben való részvételét elemzi.

Kulcsszavak: természetvédelem, LIFE-projekt, hadsereg, szabályozás, társadalmi jólét

Militaries as societal sub-systems that can actively form their operational environment have more and more intense and complex interactions with the natural and social environment. During the planning, organisation and implementation of their daily routine tasks, defence organisations seek to fulfil their obligations under environmental and nature protection regulations within a regulated and institutional framework. They shall actively take part in mitigating the effects of damage caused and in remedying the consequences of damage. This study examines the participation of the Hungarian defence sector in the LIFE projects.

Keywords: nature protection, LIFE project, military regulation, societal welfare

¹ Ezredes, vezető szakreferens, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Felsőfokú Vezetőképző Intézet, e-mail: SzilagyiTibor@uni-nke.hu

1. Bevezetés

Ahogy egyetlen társadalmi alrendszer, úgy a védelmi szféra szervezetei sem függetleníthetik magukat a társadalmak egésze mindennapi létét alapjaiban befolyásoló olyan civilizációs és természeti folyamatok hatásaitól, mint a klímaváltozás, az emberi fogyasztásra alkalmas és hozzáférhető ivóvíz mennyiségének, valamint a mezőgazdasági művelésre alkalmas termőföldterületek nagyságának csökkenése.

A hadsereg mint a társadalom különleges célú és rendeltetésű alrendszere, humán erőforrását és anyagi szükségletét az adott társadalom reprodukciós és termelési képességei eredményeként nyeri. Társadalmi szerepét és feladatait ezek betöltésére, illetve ellátására kialakított sajátos szervezeti felépítésben, speciális eszközrendszerek és alkalmazási módok útján valósítja meg, és a társadalom más alrendszereivel osztozik azon terhek viselésében, amelyek a fentebb említett civilizációs és természeti folyamatok eredőjeként nehezednek rájuk.

A társadalmi alrendszerek nemcsak elszenvedik e folyamatok káros hatásait, de a természetes és a mesterséges környezetben végzett tevékenységeikkel hozzájárulnak azok kialakulásához is.

Feltehetjük a kérdést: a hadsereg képes-e saját erőforrásaival, speciális képességei birtokában, időben és hatékonyan hozzájárulni ahhoz az össztársadalmi igényhez, hogy mind a társadalmi-gazdasági-kulturális fejlődést gátló tényezők, mind az élő és az élettelen természeti környezet állapotának és változatosságának megőrzését akadályozó civilizációs és természeti folyamatok káros hatásai mind mikro-, mind makroszinten mérséklődjenek, a negatív tendenciák megálljanak?

A válasz a megújulási és alkalmazkodási képességek időbeni és hatékony kialakításában és célzott alkalmazásában rejlik. A hadsereg a társadalom más alrendszereivel egyetemben éli meg a káros civilizációs és természeti folyamatok hatásait, de tesz is ellenük. Reakciói esetenként sajátosak, ugyanakkor illeszkednek a társadalom által adott válaszintézkedések rendszerébe.

Jelen tanulmány azt vizsgálja, hogy a honvédelmi ágazat egyes szervezetei speciális képességeiket és együttműködési készségüket felhasználva hogyan tudtak hozzájárulni a megpályázott LIFE²-projektek sikeres megvalósításához.

A tanulmány összeállításánál alkalmazott fő kutatási módszer a tartalomelemzés volt. A kutatási szakasz során nem történt elsődleges adatgyűjtés, a megállapítások és eredmények a releváns könyvek, független tanulmányok és jogszabályok szekunder elemzésén alapulnak.

² L'Instrument Financier pour l'Environnement: az Európai Unió 1992-ben létrehozott olyan pénzügyi eszköze, amely dedikáltan környezet- és természetvédelmi, valamint éghajlatpolitikai célkitűzéseket támogat.

2. Természetvédelem³ – ki mitől és miért véd?

Annak érdekében, hogy egyáltalán értelmezni lehessen a természetvédelem mibenlétét, először is meg kell határoznunk a környezetvédelem és a természetvédelem egymáshoz való viszonyát, másrészt világosan körül kell határolni a védelem tárgyát (objektum), és rá kell mutatnunk arra, hogy ezt mitől kell megvédeni.

A *Környezet- és természetvédelmi lexikonban*⁴ található meghatározás szerint: a környezetvédelem „olyan céltudatos, szervezett, intézményesített emberi (társadalmi) tevékenység, melynek célja az ember ipari, mezőgazdasági, bányászati tevékenységéből származó káros következmények kiküszöbölése és megelőzése az élővilág és az ember károsodás nélküli fennmaradásának érdekében”.

Az előbbi definíciót elfogadva és alkalmazva – miszerint az emberi eredetű káros behatásoknak kitett környezetet kell védeni, hiszen az emberi beavatkozásokról mentes környezetben a természet önszabályozó folyamatai érvényesülnek – a környezetvédelem védendő objektuma az emberi környezet, referenciaobjektumai pedig az egyén feletti szerveződési szintek közül az emberi populációk. Előbbiből következően nem magát a környezetet, annak egyes tényezőit – például hőmérséklet, CO₂-tartalom, különböző sugárzási szintek stb. – kell védeni, hanem az emberi populációkat az előbbi környezeti paraméterek viszonylag elfogadható határok között tartásával.⁵

A környezetvédelem – ebből az *antropocentrikus nézőpontból* vizsgálva – összetett és „[...] szervezett intézkedési tevékenység, amely az emberi populációk védelmét szolgálja, ökológiai környezeti paramétereik optimalizálása által”.⁶

A természetvédelem meghatározására alkalmazzuk a következőt: „olyan fenntartó (konzervációs) jellegű társadalmi tevékenység, mely az élő és az élettelen természet eredeti állapotának (szerkezeti és működési sajátosságainak) megőrzésére, s ezen belül különösen a máig fennmaradt természeti értékek⁷ megóvására, illetve szükség esetén a természetközeli állapot helyreállítására irányul.”⁸

A környezetvédelem „antropocentrikus” és a természetvédelem fenti meghatározásaiból az következik, hogy

- a környezet- és természetvédelem egymás komplementer tevékenységei, egymásnak nem elemei, így egymással mellérendeltségi viszonyban állnak;
- mindkettő intézkedési tevékenység, mindkettő rendelkezik közös tudományos alappal (az ökológia tudománya azt vizsgálja, hogy az élőlények és élettelen környezet együttes rendszere milyen feltételek mellett tartható fenn

³ Jelen tanulmány nem tekinti feladatának a természetvédelem nemzetközi és hazai kialakulásának és fejlődésének történeti áttekintését. Az intézményesülés és a szabályozás aspektusainak nemzetközi és hazai dimenzióit is csak a tanulmány tárgyát közvetlenül érintően és annak mértékében tekinti át és elemzi.

⁴ Láng István: *Környezet- és természetvédelmi lexikon*. Budapest, Akadémiai, 2002.

⁵ Gallé László: Ökológiai alapok. In Gallé László (szerk.): *Természet- és tájvédelem*. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 21.

⁶ Gallé (2012): i. m. 21.

⁷ 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről, 4. § a) bekezdésben foglaltak szerint.

⁸ Halász László – Földi László: *Környezetbiztonság*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2014. 15.

a bioszférában),⁹ hozzátéve, hogy a környezetvédelem esetében számos más, kémiai, földtudományi és műszaki tudományág is részt vesz a tudományos megalapozásban;¹⁰

- mind a környezetvédelem, mind a természetvédelem az egyén feletti biológiai szerveződés (ti. csoport, populáció) védelmét szolgálja.

A természetvédelem megvalósulása megértéséhez elengedhetetlenül szükséges annak elemzése, hogy milyen viszonyban van az ember és a természet. Az ember és a természet viszonyrendszerét a környezetfilozófia vizsgálja, amely – a számos emberi kultúra bukásához vezető, a birtokláson és a természet feletti uralmon alapuló hibás gyakorlat (túlhasználat, erőforrások kizsákmányolása) nyújtotta történelmi példák alapján – a következő tanulságokat vonta le:¹¹

- A társadalom és a természet viszonya gyakorlati megalapozottságú.
- A társadalom és a természet közötti anyagcsere mennyiségi és minőségi mutatói nagyban meghatározzák a természeti környezet állapotát, amely visszahat a társadalomra.
- Az adottságokat figyelmen kívül hagyó, hibás társadalmi gyakorlat (ti. túlhasználat, kizsákmányolás, szennyezés) közvetlenül felelős általában a környezet, így a természet romlásáért.
- A megoldás keresése során a hibás gyakorlatokig kell visszakövetni a folyamatokat.
- A hibás gyakorlatok megszüntetése és a jó gyakorlatok közösségi (értsd társadalmi) szintű meghonosítása a közösségi tudatban bekövetkező előremutató változások nélkül nem lehetséges.
- A társadalmi érettség egyik indikátora a társadalom és a természet közötti viszony minősége.

Fenti elméleti-filozófiai alapozást követően, a fejezet címében a természetvédelem irányultságát és ok-okozati összefüggéseit vizsgáló kérdések az alábbiakban válaszolhatók meg:¹²

- Ki véd? Az ember önkorlátozás útján törekszik a számára kedvezőtlen változások mennyiségi és minőségi bekövetkeztét megelőzni, akadályozni; közvetetten védve ezzel a természetet.
- Mitől véd? Az emberi tevékenységek káros hatásaitól.
- Miért véd? Az emberek szükségletei kielégítésére a természetből származó javak biztosítása érdekében, továbbá erkölcsi-etikai okok miatt.

⁹ Halász-Földi (2014): i. m. 16.

¹⁰ Gallé (2012): i. m. 22.

¹¹ Margóczy Katalin: Természetvédelmi biológia. In Gallé László (szerk.): *Természet- és tájvédelem*. Veszprém, Panon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 82.

¹² Margóczy (2012): i. m. 83.

3. Természetvédelem – értékek és rendszerek védelme a jelenben, a jövő érdekében

A természetvédelem törekvései, elérni kívánt céljai a társadalmi tudatosság tudományos eredményeken alapuló fejlődése és erősödése, a mindenkori társadalmi jólét és a természet állapota közötti közvetlen összefüggések¹³ egyre mélyebb megértése következtében az egyes természeti értékek (növény- és állatfajok, tájlemek, az adott társadalom kulturális-történelmi emlékezete kiemelkedő eseményeihez – vélt vagy valós alapokon nyugvó – kapcsolódó természeti jelenségek [pl. hegycsúcsok, sziklaszirtek, évszázados fák]) védelméről áttevődtek a természeti rendszerek megóvása érdekében tett, szabályozott és intézményesített erőfeszítések megtételére.

A természeti környezetben – de ennek eredményeképpen egyre gyakrabban az épített környezetben, a lakott településeken is – bekövetkező, a természeti tényezők (levegő, víz, talaj, biodiverzitás) és főképp a nem megújuló erőforrások terén beállt állapotromlások, illetve túlfogyasztás dilemma elé állították az embereket, mint egyszerre természeti és társadalmi lény mivoltával tisztában lévő és az állapotromlások ellen tenni akaró társadalmi csoportokat, politikai döntéshozókat és a tudomány művelőit.

A dilemma – miszerint fejlődünk, és közben intenzíven fogyasztunk, vagy óvjuk a természeti környezetet, ezzel lemondva az egyre gyarapodó létszámú és igényű emberiség szükségleteinek ezzel szinkronban növekedő kielégítéséről – még alapos vizsgálatot követően sem tűnt feloldhatónak. Hiszen első ránézésre is nyilvánvalónak tűnik, hogy az extenzív módon növekvő fogyasztás a gazdaság termelőkapacitásának és alapanyagigényének növekedésével jár, ez pedig a természeti erőforrások egyre fokozódó mértékű felhasználását, a természeti környezet potenciális degradációját vonja maga után.

A természetben bekövetkezett állapotromlások, valamint a társadalmi-gazdasági eredetű dilemma feloldása érdekében, az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) Közgyűlése 1968-ban napirendjére tűzte a természetvédelmet mint globális igényt és megoldandó feladatot. A kihívás megoldására 1972-re Stockholmba összehívták a Környezetvédelmi Világkonferenciát. A tanácskozáson elindult kezdeményezések és folyamatok eredményeképpen látott napvilágot a Brundtland-jelentés,¹⁴ amely a dilemma feloldásaként a fenntarthatóságra helyezte a hangsúlyt. Egy olyan elrendő célra, amely egyszerre jelenti a ma élő és a jövő nemzedékek jólétének zálogát, egyszersmind a természeti környezet védelme, az erőforrásokkal *jó gazda módjára* való gazdálkodás útján őrizve meg bolygónk önfenntartó rendszereit, a teljes élővilágot – beleértve az emberiséget is – és bolygónk eltartóképességét.

¹³ Ezen a ponton elkerülhetetlen a fenntartható fejlődés fogalmának a bevezetése, amely nem más, mint a jelenkor nemzedékei önmérsékletet tanúsító hozzáállása, valamint tudatos és tervszerű gyakorlata a természeti javak fogyasztása terén annak érdekében, hogy az elkövetkező nemzedékek jóléte is biztosítva legyen (a szerzőtől).

¹⁴ United Nations: *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. (1987).

4. Természetvédelem – honvédelmi ágazati szabályozása és intézményesülése

Magyarország Alaptörvénye kimondja, hogy: „A természeti erőforrások, különösen a termőföld, az erdők és a vízkészlet, a biológiai sokféleség, különösen a honos növény- és állatfajok, valamint a kulturális értékek a nemzet közös örökségét képezik, amelynek védelme, fenntartása és a jövő nemzedékek számára való megőrzése az állam és mindenki kötelessége.”¹⁵

A fenti alkotmányos alapvetés a joghierarchia legmagasabb szintjén rögzíti mind az egyén, mind az állam – mint politikai közösség és egyben intézmény – kötelességét az értéket képviselő természeti erőforrások védelme terén. Ezen alaptörvényi szintű kötelezés jelenti az alapját mindazon ágazatokon átívelő, valamint ágazati jogszabályoknak és közjogi szervezetszabályozó eszközöknek, amelyek a természetvédelem szabályozási tereumát létrehozták, egyszersmind kiépítve annak intézményesült szervezeti kereteit is.

A természetvédelemre vonatkozó jogszabályok közül a legfontosabb az 1996. évi LIII. törvény.¹⁶ Annak ellenére, hogy immár egy negyed évszázada született, mind tartalmában, mind a megközelítésmódjában időtállóan tekinthető, és szigorúbb, mint a vonatkozó európai uniós jogszabályok.¹⁷

A törvény céljaként tűzi ki:

- a természeti értékek és területek, tájak, valamint azok természeti rendszereinek, biológiai sokféleségének általános védelmét, megismerésének és fenntartható használatának elősegítését, továbbá a társadalom egészséges, esztétikus természet iránti igényének kielégítését;
- a természetvédelem hagyományainak megóvását, eredményeinek továbbfejlesztését, a természeti értékek és területek kiemelt oltalmát, megőrzését, fenntartását és fejlesztését.¹⁸

A törvény a természetvédelem feladatának jelöli meg – többek között:

- a természeti értékek és területek megóvását, fenntartását, helyreállítását és fejlesztését;
- az élővilág és élőhelyei biológiai sokféleségének megőrzését;
- a természet védelme intézményrendszerének kialakítását;
- a védett természeti értékek és területek veszélyeztető jelenségeinek feltárását;
- a védett természeti értékek és területek károsodásának megelőzését, elhárítását, a bekövetkezett károsodás csökkentését, megszüntetését.¹⁹

Annak ellenére, hogy a jelenleg is érvényes természetvédelmi törvény 15 évvel az Alaptörvény előtt lépett hatályba, időtállóságát mi sem bizonyítja jobban, hogy

¹⁵ Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.).

¹⁶ 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről.

¹⁷ Pestiné Rácz Éva: Szervezeti és Jogi Keretek. In Gallé László (szerk.): *Természet- és tájvédelem*. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 147.

¹⁸ 1996. évi LIII. törvény, 1. § a)–b) szerint.

¹⁹ 1996. évi LIII. törvény, 2. § (1)–(2) szerint.

az Alaptörvény fentebb idézett P) cikke – a maga tömörségében – a természetvédelmi törvény céljai és feladatai közül néhány odaillőt *alkotmányi szintre emelt*.

A tanulmány témaköre szerint megemlíthető ágazati jogszabály a 8/2017. (VI. 30.) HM rendelet.²⁰ A joghierarchia következő szintjét képviselő, a honvédelmi ágazat számára a sajátos honvédelmi tevékenységek végrehajtása környezeti szempontú alkalmazási kereteit kijelölő és az egyes szervek és szervezetek, valamint az egyének feladatait meghatározó szabályzó a 11 nevesített feladatcsoport vonatkozásában, feladatcsoportonként explicit nevesíti a végzendő környezet-, víz- és természetvédelmi feladatokat. Ezzel a jogi aktussal a HM a vonatkozó jogi szabályozás megalkotásával egyszersmind intézményesítette is a jogszabály hatálya alá tartozó szervezeteknél a környezet-, víz- és természetvédelmi feladatok végzését.

A tanulmány témájához illeszkedve – példaként – emeljük ki néhányat a HM rendelet által nevesített feladatokból:²¹

- védett természeti és Natura 2000²² természetvédelmi kezelési irányelveinek érvényesítése a kiképzési feladatok tervezésében és végrehajtásában;
- gyakorlatterv természetvédelmi mellékletének kidolgozása a környezet- és természetvédelmi követelményeknek megfelelően;
- részvétel védett természeti és Natura 2000 területtel érintett gyakorlótér természetvédelmi kezelési, fenntartási tervének összeállításában, felülvizsgálatában;
- környezetvédelmi kockázatbecslés elkészítése;
- környezetkárosítás esetén eredeti állapot visszaállítása;
- környezetvédelmi szakanyag biztosítása kármentesítési feladatok ellátása céljából;
- fejlesztések környezetvédelmi szempontjainak, elérhető legjobb technológia elvének érvényesítése.

A fenti felsorolás elegendő annak igazolására, hogy a honvédelmi szervezetek szabályozott és intézményesített keretek között, mindennapi tevékenyégeik tervezése, szervezése és végrehajtása során töreksenek a környezet- és természetvédelmi tárgyú szabályozókban rögzített kötelezettségek teljesítésére, valamint aktívan részt vesznek a keletkezett károk hatásainak csökkentésében, a károk következményeinek felszámolásában.

²⁰ 8/2017. (VI. 30.) HM rendelet a honvédelmi feladatokkal kapcsolatos sajátos környezethasználatokról, valamint a honvédelmi szervezeteknél foglalkoztatott természetvédelmi megbízottak alkalmazási és képesítési feltételeiről.

²¹ 8/2017. (VI. 30.) HM rendelet, 1. melléklet.

²² A Natura 2000 hálózat az Európai Unió tagországaiban található legértékesebb természeti területek összefüggő rendszere. A Natura 2000 a világon egyedülálló, egységes szabályozású ökológiai hálózat, amelynek célja, hogy hozzájáruljon Európa vadon élő állat- és növényfajainak, valamint természetes élőhelyeinek hosszú távú fennmaradásához, az ember számára létfontosságú természeti környezet megőrzéséhez. Lásd: <https://natura.2000.hu/>

5. Természetvédelem és katonai tevékenységek: valóban antagonisztikus ellentétpár?

2020. április 21-én hatályba lépett Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája (NBS).²³ Az NBS az adottságok között kiemelt hangsúly fektet a mezőgazdaságra mint az élelmiszer-termelés alapjára, valamint az ivóvízkészletre, és rámutat az ország földrajzi elhelyezkedése és a szomszédos országokban jelentkező környezeti ártalmak közötti összefüggésekre. Az ország biztonsági környezetének tárgyalása során a dokumentum hangsúlyozza, hogy a „[...] hatalmi vetélkedés mindinkább kiterjed a globális közjavakra is: fokozódó küzdelem folyik a nemzetközi vizek és az ott található erőforrások [...] ellenőrzéséért”.²⁴ Majd rámutat, hogy a

„[...] létfenntartáshoz szükséges legfontosabb javak szűkössége már rövid- és középtávon is jelentős államközi vagy államokon belüli konfliktusokat eredményezhet. A természeti erőforrások iránti növekvő igény a verseny kieleződésével, valamint súlyos környezeti károkkal, az erőforrások fokozódó kimerülésével és hozzáférhetőségének romlásával jár, ami további feszültségekhez vezethet. A fejlődés fenntartása, ezáltal a társadalmak stabilitásának a biztosítása, az elérhető eredmények mellett egyre nagyobb nehézséget okoz”.²⁵

A fentiek alapján megállapítható, hogy a hatályos NBS kiemelten kezeli a biztonság ember és környezete közötti kölcsönhatásából adódó összefüggéseit, a környezeti erőforrásokat értéknek és adottságnak tekinti, ugyanakkor rámutat azok esetenként véges, így a társadalom fenntartása és fejlődése szempontjából kritikus fontosságú voltára.

A világ legrégebben alapított nemzetközi békeszövetsége, az International Peace Bureau²⁶ (IPB) 2002-ben készült, *The Military's Impact on the Environment: A Neglected Aspect of the Sustainable Development Debate*²⁷ című tájékoztatója²⁸ kijelenti, hogy a katonai tevékenységek által a környezetnek okozott stressz ez idáig nem kapott elég hangsúlyt. A fenntartható fejlődésről folyó nemzetközi eszmecsere kiváló alkalmat jelentenek a katonai dimenzió megjelenítésére is. Megállapítja, hogy miközben a katonai tevékenységek számos területen váltanak ki egyensúlytalanságot (környezeti stressz) a fizikai környezetből, a környezet általános lepusztításához való hozzájárulásuk nem kap elég figyelmet. Ennek egyrészt az az oka, hogy az államok kettős megítélést alkalmaznak: nem áll szándékukban azon kérdésekben a hadsereget átláthatóvá és elszámoltathatóvá tenni, amely területeken az állam más szervezetei és a civil társadalom ellenőrzése megvalósul. A tájékoztató tematikusan mutatja be – békeidőszaki levegő-, talaj- és vízszennyezés; a fegyveres konfliktusok azonnali

²³ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

²⁴ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat, 48. pont.

²⁵ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat, 61. pont.

²⁶ International Peace Bureau – Nemzetközi Békeiroda.

²⁷ A hadsereg hatása a környezetre: a fenntartható fejlődésről folyó vita egy hanyagolt vonatkozása.

²⁸ International Peace Bureau: *The Military's Impact on the Environment: A Neglected Aspect of the Sustainable Development Debate*. Geneva, (2002. augusztus).

és tartósan fennmaradó hatásai²⁹ – a katonai tevékenységek környezetre gyakorolt hatásait.

Oláh János és Földi László a honvédelmi ágazat környezetvédelmi feladatait bemutató munkájukban³⁰ megállapítják, hogy a katonai tevékenységek adekvát velejárója a környezet és a természet használata. Hangsúlyozzák, hogy meg kell találni az egyensúlyt a katonai tevékenységek elvárt hatékonyságú végzése és a környezetvédelmi feladatok ellátása között. Megállapítják, hogy ennek legjobb módja, ha a vonatkozó környezet- és természetvédelmi előírásokat a katonai szervezetek beépítik az oktatási, képzési és kiképzési feladatokba.³¹

Gönczi Gergely a hadviselés és a környezetterhelés összefüggéseit vizsgáló tanulmányában³² megállapítja, hogy nem fér kétség a hadseregek tevékenységei környezetterhelő hatásaihoz, amelyek bizonyos mértékig ellentmondásos módon, de a technikai fejlettség növekedésével arányosan jelentkezők (nagyobb pusztító képesség, nagyobb környezeti stressz – a szerző megjegyzése). Ugyanakkor fontosnak tartja hangsúlyozni, hogy fejlettebb haderőkben már jelen van a környezettudatosság, amely a jövő nemzedékei várható életminősége és a jövő hadviselése szempontjából mindenképpen előrelépést jelent.³³

Hegedűs Hajnalka a háborús konfliktusok és a vízbázisok minősége közötti összefüggéseket vizsgáló munkájában³⁴ megállapítja, hogy a katonai műveletek békében (felkészülés) és a fegyveres harc megvívása időszakában egyaránt környezeti katasztrófákhoz vezethetnek, különösen akkor, ha a harc sikeréhez fokozott környezetromboláson keresztül vezet az út. Leszögezi, hogy amennyiben a jelen nemzedékei egy még élhető környezetet akarnak örökül hagyni a jövő nemzedékei számára, úgy fokozott figyelmet kell fordítani a katonai tevékenységekhez kapcsolódó környezeti károkozások felszámolására, az eredeti vagy az ahhoz közeli természetes állapotok visszaállítására.³⁵

Összegezve az előbbieken bemutatott elméleti alapvetéseket, szabályozási tevékenységeket és szervezeti/intézményi adottságokat megállapítható, hogy a haderő mint a működési környezetét aktívan alakító társadalmi alrendszer, egyre intenzívebb és összetettebb kölcsönhatásban van a természeti és a társadalmi környezettel. A haderő esetében azok az új, vagy fokozottan érvényesülő környezeti hatások, amelyek a működési környezetét befolyásolják, több szempontból is az eljárásbéli és az anyagi-technikai megújítás felé kényszerítik a védelmi szféra tervezési és fejlesztési potenciálját.

²⁹ Atomrobbantások, aknamentesítés elmaradásának hatása egyes afrikai és ázsiai mezőgazdasági termőterületekre; fel nem robbant katonai harcanyagok mentesítésének elmaradása; vegyi harcanyagok és az arab öböl menti égő olajkutak; a tömegpusztító fegyverek alkalmazásának azonnali és maradandó hatásai; a világűr militarizálása; a katonai létesítmények (laktanyák, repülőterek, gyakorló- és löterek) hatása a környezetre és a környező településeken lakó emberi közösségek életminőségére.

³⁰ Oláh János – Földi László: Aktuális környezetvédelmi feladatok a honvédelmi ágazatban. *Hadmérnök*, 3. (2008), 3. 29–34.

³¹ Oláh–Földi (2008): i. m. 31.

³² Gönczi Gergely: A hadviselés környezetterhelő hatásai (példák a XX. század második felétől napjainkig). *Hadmérnök*, 12. (2016), 3. 114–122.

³³ Gönczi (2016): i. m. 121.

³⁴ Hegedűs Hajnalka: A haderő és a háborús konfliktusok vízkészleteket, vízminőséget befolyásoló szerepe. *Hadmérnök*, 11. (2016), 1. 79–88.

³⁵ Hegedűs (2016): i. m. 86.

Változnak a feladatok (környezeti hatások eredményeként kialakult civilizációs válságok konfliktussá váló eszkalációjának megakadályozása, a konfliktusok – mint végső eszköz – megoldása; speciális képességeik és eszközeik birtokában a civil társadalom támogatása a negatív környezeti hatásokkal szemben stb.), és az egyre mélyebbre ható kölcsönhatások eredményeképpen változik az a természeti, gazdasági és kulturális környezet, ahol a feladatokat végre kell hajtani.

6. A honvédelmi szervezetek részvétele és elért eredményeik a LIFE-projektekben

A környezetvédelmi, természetvédelmi és éghajlatpolitikai projekteket támogató LIFE-program a 2014–2017 közötti időszakban a projektek költségvetésének maximum 60%-át biztosította, míg egyes természetvédelmi projektek esetében 75%-os támogatási intenzitás is elérhető volt.³⁶

A 2014–2020 közötti európai uniós pénzügyi időszakra vonatkozó, megújult LIFE-program összköltségvetése 3,4 milliárd euró volt.

2021. július 13-án az Európai Bizottság Klíma-, Infrastruktúra- és Környezetügyi Végrehajtó Ügynöksége közzétette a 2021. évi LIFE pályázati felhívásokat. Az új LIFE-program néhány változást is hoz az eddigiekhez képest. Az egyik újdonság, hogy négy alprogramra bővült: a Körforgásos gazdaság és életminőség; a Természet és biológiai sokféleség; valamint az Éghajlatváltozás mérséklése és alkalmazkodás alprogramok mellett megjelent a Tiszta energiára való átállás alprogram is.³⁷

A LIFE-program általános célkitűzései a következők:

1. Az erőforrás-hatékony, alacsony szén-dioxid-kibocsátású és az éghajlatváltozás hatásaival szemben ellenállóképes gazdaságra való átállás, a környezet minősége védelmének és javításának, valamint a biológiai sokféleség csökkenése megállításának és visszafordításának elősegítése, ideértve a Natura 2000 hálózat támogatását és az ökoszisztémák leromlásával szembeni intézkedéseket is.

2. Az uniós környezetvédelmi és éghajlat-politika és a kapcsolódó jogszabályok kidolgozásának, végrehajtásának és érvényesítésének javítása, valamint a környezet- és éghajlatvédelmi célkitűzések más uniós szakpolitikákba, illetve a köz- és a magánszféra gyakorlatába integrálásának és általános érvényesítésének előmozdítása és ösztönzése, többek között a köz- és a magánszféra kapacitásának növelésével.

3. Jobb környezetvédelmi és éghajlatpolitikai irányítás támogatása valamennyi szinten, ideértve a civil társadalom, a nem kormányzati szervezetek és a helyi szereplők fokozott bevonását is.

A fenti célkitűzések teljesítése érdekében a LIFE-program hozzájárul a fenntartható fejlődéshez, valamint a vonatkozó uniós környezet- és éghajlatvédelmi stratégiák és tervek célkitűzéseinek és célértékeinek eléréséhez.³⁸

³⁶ LIFE Program. Történet: <https://lifepalyazatok.eu/tortenet.html>

³⁷ LIFE Program. LIFE 2021-es pályázati felhívások: <https://lifepalyazatok.eu/life-2021-es-palyazati-felhivasok-kerdesek-es-valaszok-informacios-nap.html>

³⁸ LIFE Program. Célok: <https://lifepalyazatok.eu/celok.html>

A Honvédelmi Minisztérium irányítása alatt álló honvédelmi szervezetek közül a HM Védelemgazdasági Hivatal (HM VGH) felelős ágazati szinten a környezet- és természetvédelmi feladatok koordinálásáért, amely feladatrendszer a HM VGH Szervezeti és Működési Szabályzatában az infrastrukturális szakterület feladatai közt jelenik meg. A feladatrendszer magában foglalja:

- az ágazati környezet- és természetvédelmi programok, valamint
- az EU költségvetési források igénybevételel összefüggő feladatok lebonyolítását,
- az előbbi programok szervezésére, végrehajtására és ellenőrzésére vonatkozó javaslatok kidolgozását, valamint
- az e programok és a programokon belüli feladatok végrehajtásával kapcsolatos szakmai előkészítő munka végzését.

A fenti hivatali/igazgatósági szintű átfogó feladatok szakmai szintű részfeladatokra (előkészítés, tervezés, együttműködés, végrehajtás, visszaellenőrzés, kodifikáció stb.) bontása, azok honvédelmi ágazaton belüli részbeni vagy teljes mértékű ellátása, a HM VGH Biztonsági Beruházási, EU-s fejlesztési és Környezetvédelmi Igazgatóság, Környezetvédelmi Osztályra hárul.

A honvédelmi ágazat környezet- és természetvédelmi szakterületi vezető szervezeteként a HM VGH és jogelődje a HM Fegyverzeti és Hadbiztosági Hivatal (HM FHH) mint a vonatkozó szabályzók szerint pályázatképes szervezet³⁹ önállóan (kedvezményezettként), illetve társult kedvezményezettként valósította meg a következő természetvédelmi célú LIFE+⁴⁰ projekteket:

1. Kiemelt fontosságú élőhelyek és fajok helyreállítása és megőrzése a Kelet-Bakony térségben (LIFE07 NAT/HU/000321). Támogatási összeg: 2,23 M€.

A projekt fő célkitűzése az Európai Közösség Környezetvédelmi Politikájának beillesztése a Magyar Honvédség tevékenységébe, valamint a Natura 2000 hálózat továbbfejlesztése a projekt által érintett területeken.

A pályázat az ötéves időtartama alatt céljával tűzte ki a kiemelt fontosságú élőhelyek (mint például a pannon molyhos tölgyesek, szubpannon sztyeppek) helyreállítását és megőrzését olyan védett fajokkal, mint a kerecsensólyom és a parlagi sas. A projekt része a katonai tevékenység következtében keletkező tüzek megelőzése, a területek gazdálkodók általi legeltetésének bevezetése, a fenyőerdők helyett őshonos lombos erdők telepítése, egykori katonai létesítmények felszámolása, a területek rekultivációja is.⁴¹

2. Kiemelt fontosságú pannon homoki élőhelyek helyreállítása és megőrzése katonai használatú területeken a Kisalföld térségben (LIFE08 NAT/H/000289). Támogatási összeg: 1,73 M€.

³⁹ Az EU-s forrásokra való pályázati alkalmasság két alapvető jogi és gazdálkodási jellegű kritériuma, hogy a pályázó jogi személy alapító okirattal rendelkező, egyben saját költségvetésű gazdálkodó szervezet legyen.

⁴⁰ Az 1992-ben indult LIFE-program 2007–2013 közötti szakasza LIFE+ megnevezéssel futott.

⁴¹ LIFE Természet programok Magyarország katonai használatú területein. Kiemelt fontosságú élőhelyek és fajok helyreállítása és megőrzése a Kelet-Bakony térségben (LIFE07 NAT/HU/000321). Lásd: http://turjanvidek.hu/?/termeszet_es_honvedelem/hazai_programok

A projekt általános célja az európai uniós természetvédelmi keretirányelvek alkalmazása katonai használatú területekre és a Natura 2000 hálózat kiterjesztése. A pályázat konkrét célja a györszentiváni területen található és az Élőhelyvédelmi Irányelvben⁴² kiemelt jelentőségűként listázott meszes homokpusztai élőhelyek és fajok rehabilitációja és megőrzése.⁴³

3. Kiemelt jelentőségű természeti értékek megőrzése a Turjánvidék Natura 2000 terület déli részén (LIFE10NAT/HU/000020)⁴⁴ Támogatási összeg: 2,04 M€.

A pályázat célkitűzései:⁴⁵

- A pályázati terület középső és északnyugati része egykor összefüggő lapterület volt. A terület egyik égető jelenkori problémája a vízhiány. Elérendő célok: vízügyi terv összeállítása és vízkormányzó művek létesítése, vízháztartás javulása, csapadékvíz jobb visszatartása, természetesség javulása az éger- és kőrisligetekben 88 ha-on.
- Invazív fajok visszaszorítása. Elérendő célok: 1100 ha invazívmentes homoki gyepek és nyáras-borókás; és 42 ha őshonos fákból álló homoki erdő; valamint éger és kőrisligetek természetvédelmi állapotának javulása, invazívmentesítése 71 ha-on.
- Rákosi vipera védelme. Elérendő cél: e fokozottan védett kigyófaj életterének, lehetséges élőhelyének növelése és kezelése.
- Képzés, ismeretterjesztés. A projekt célterületének nagy része honvédségi használatban van, lő- és gyakorlótérként funkcionál, a terület elsődleges használói így módon katonák. Elérendő cél: a környezetvédelmi megbízottak képzése, összpontosítva a fejlesztendő terület természeti értékeire.
- Tudományos munka, kutatás. A pályázatban végrehajtott természetvédelmi kezelések eredményei kimutatása érdekében adatok gyűjtése, rendszerezése, feldolgozása és értékelése.

A honvédelmi szervezetek projektben való részvételének lehetősége/kötelezettsége a pályázat célterületének huzamosabb idejű katonai használatából.⁴⁶ valamint a *szennyező fizet elv*⁴⁷ EU-s finanszírozású környezet-, természet- és ivóvízbázis-védelmi, valamint környezeti kármentesítési célú projekteken való alkalmazásából adódik.

A mai Táborfalvai Lő- és Gyakorlótér területének katonai célú használatáról az első adatok 1875-re keltezhetők, amikor is egy 900 ha nagyságú terület került katonai használatba, és kezdődött meg rajta lövészet és a kapcsolódó kiképzési feladatok végrehajtása. Míg az Osztrák–Magyar Monarchia idejében a gyakorlótér fő

⁴² Az EU Tanács 92/43/EKG irányelve a természetes élőhelyek, valamint a vadon élő állatok és növények védelméről.

⁴³ Lásd: http://turjanvidek.hu/?termeszet_es_honvedelem/hazai_programok

⁴⁴ Jelen tanulmány e projekt részletes ismertetésén keresztül mutatja be a honvédelmi szervezetek részvételének eredményő okait, valamint tevőlegesen hozzájárulásukat egy természetvédelmi célú projekt sikeres végrehajtásához.

⁴⁵ Turjánvidék projekt, célok. Lásd: http://turjanvidek.hu/?turjanvidek_projekt/celok

⁴⁶ Bártfai László: Katonai használat. *Turjánvidék*, (é. n.).

⁴⁷ A nemzetközi környezetvédelmi szabályozás egyik elve, amely kimondja, hogy mindig a szennyező fél köteles fizetni a környezetben okozott kárért, akár azáltal, hogy maga takarítja el, vagy külön adókötelezettség által.

katonai használati módját a tüzérségi eszközök kísérleti lövészei jelentették, addig a két világháború közötti időszakban főleg lovassági kiképzések helyszínéül szolgált a terület, amely az 1930-as évekre már 3360 ha-ra bővült.

Az 1950-es évektől egészen 1991-ig a szovjet csapatok főként T-55 harckocsilövé-
szeteket hajtottak végre a gyakorlótér bázishoz közel eső területein. A kiépített lőtéri
elemek maradványai még a mai napig megtalálhatók. 1967-re érte el a lö- és gya-
korlótér mai méretét, amelynek a vezetési pályával számított teljes hossza 27 km.

A kiképző bázis első épületei 1968–70-ben épültek fel. Az elektromos közmű-
hálózat létesítését követően kiépültek az elektromos célmozgató berendezések,
amelyek főleg a 100-122 mm űrméretű tüzérségi eszközök megosztott és közvetlen
irányzású tűzfadatait végrehajtó tüzalegységek lövészetét szolgálták ki. Ugyanak-
kor a gyakorló- és lőtér alkalmas volt akár ezredszintű gyakorlatok kiszolgálására is,
bár kiépített úthálózattal nem, de vasúti összeköttetéssel már akkor is rendelkezett.

Az 1990-es évekre kialakult a lö- és gyakorlótér használatára vonatkozó teljes
felosztás, az így megkülönböztetett területek:

- manőverező terület, ahol az alegységek vezetési gyakorlatokat hajtanak végre;
zászlóaljlőtér, ahol a rendszeresített lövészfegyverekkel hajthatók végre lövé-
szetek, valamint itt található a robbantási terek is;
- biztonsági zóna.

Napjainkban a gyakorlótér használata kevésbé intenzív, beleértve az itt gyakorlatozó
katonák számát, illetve a bevont harci-technikai eszközök mennyiségét is. Az éves
lövészeti napok száma 70-75, a gyakorlatra érkező katonák éves létszáma pedig
2500-3000 fő.

Mivel a Táborfalvai Lő- és Gyakorlótér szinte teljes területe Natura 2000 kijelölésű,
ebből adódóan a katonai használat zömében az úthálózat nyomvonalára összpontosul.
2005-től a lőtér területén a Magyar Honvédség Bakony Harckiképző Központ MAN
típusú tűzoltó gépjárművel és a rendszeresített tűzoltó rajjal biztosítja a lövészetek
tűzoltási feladatának ellátását.

A természetvédelmi és a honvédelmi érdekek és célok egyedi együttműködést
kivántak a projektben részt vevő szervezetektől, amelyek a

- Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság;
- Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal;
- Budapesti Erdőgazdaság Zrt.;
- WWF⁴⁸ Magyarország.

A vonatkozó jogszabályok alapján, saját szervezetszerű erőik, eszközeik és anyagi kész-
leteik, valamint speciális eljárásaik felhasználásával – de az együttműködő szervezetek
szakemberei útmutatására figyelemmel – a honvédelmi szervezetek hozzájárulása
a projekt sikeréhez:

- A fő pályázóval együttműködésben a HM VGH készítette el a Táborfalvai
Lő- és Gyakorlótér természetvédelmi kezelési tervét és az ezt megalapozó
természetvédelmi alaputatásokat.

⁴⁸ World Wide Fund for Nature: Természetvédelmi Világalap.

- A Táborfalvai Lő- és Gyakorlótér projektben érintett területén a katonai eredetű lőszer- és robbanóanyag-mentesítést a Magyar Honvédség 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred (MH 1. HTHE) tűzszerész szakállománya hajtotta végre.⁴⁹
- A Táborfalvai Lő- és Gyakorlótér területén a MH Bakony Harckiképző Központ (MH BHK) rendszeresített tűzoltó alegysége (mint intézményi tűzoltóság) látja el a katonai tevékenység következtében fellépő tüzek esetén a tűzoltási feladatokat; illetve szükség esetén együttműködik az érintett települések hivatásos, önkormányzati és önkéntes tűzoltó alegységeivel.
- A katonai tevékenységekből származó felszinközeli talajdegradáció nyomait és következményeit a Magyar Honvédség műszaki erői számolják fel, állítják vissza az eredeti állapotot.
- A Magyar Honvédség műszaki erői speciális eszközeikkel és eljárásaikkal részt vesznek a terület természetvédelmi helyreállítási⁵⁰ munkálataiban.
- A Táborfalvai Lő- és Gyakorlótér területén levezetett kiképzési feladatok végrehajtását minden esetben megelőzi munka- és tűzvédelmi oktatás, valamint a területen található flóra és fauna kiemelt védelmére vonatkozó érzékenyítés/oktatás.
- A katonai tevékenységek biztonságos végrehajtása érdekében bevezetett lőtérzárások, az ellenőrző-áteresztő pontok működtetése, a járműforgalom szabályozása, valamint magának a területnek a rendszeres és szabályozott használata lehetővé teszi a terület túlhasználatának/romlásának korlátok közé szorítását, illetve a nem engedélyezett lakossági használat megakadályozását.

7. Befejezés

A honvédelmi ágazatnak a természetvédelem – mint értékorientált megőrző-megóvó célzatú társadalmi tevékenység – érdekében, a LIFE-programok keretében ezidáig elért eredményeit, valamint az ezeket megalapozó szabályozási és intézményfejlesztési feladatok áttekintését követően az alábbi következtetések vonhatók le:

- A hadsereg mint a működési környezetét tevőlegesen alakító társadalmi alrendszer, egyre intenzívebb és összetettebb kölcsönhatásban van a természeti és a társadalmi környezettel.
- A természeti tényezők (levegő, víz, talaj, biodiverzitás) intenzív, szabályozatlan és ellenőrizetlen használata állapotromláshoz, illetve túlfogyasztáshoz vezet.
- A hadseregek tevékenységei a technikai fejlettség növekedésével arányosan egyre fokozódó környezetterheléssel járnak.

⁴⁹ A vonatkozó jogszabály erejénél fogva kizárólag az MH 1. HTHE tűzszerészei végezhetik Magyarország teljes területén az I. világháború óta keletkezett, fel nem robbant katonai eredetű lőszer- és robbanóanyag-szennyezés jelentette mentesítési és megsemmisítési feladatokat.

⁵⁰ Természetvédelmi helyreállítás: a biodiverzitás védelme érdekében, illetve a mezőgazdasági művelésre nem alkalmas területen önfenntartó, természetes életközösségek létrejöttének elősegítésére végzett tervezett, szervezett, tudományos megalapozottságú tevékenység, amely jelentős monitoring- és kiértékelő/visszacsatoló kapacitások működtetését igényli. Vö. Margóczy (2012): i. m. 121.

- A vonatkozó jogszabályok és közjogi szervezetszabályzó eszközök a társadalom valamennyi alrendszeré/ágazata esetében biztosítják azokat a kereteket (célok–feladatok–jogok–kötelezettségek–szankciók), amelyek a természetvédelmi feladatok tervezhető és szabályozott megvalósítását eredményezhetik.
- A honvédelmi szervezetek – a természetvédelmi szakemberek irányítása és útmutatása, valamint saját belső oktatási/képzési rendszereik működtetése biztosította tudásbázisra támaszkodva – saját szervezetszerű erőik, eszközeik és anyagi készleteik, valamint speciális eljárásaik felhasználásával képesek tevőlegesen hozzájárulni a természetvédelem előmozdításához elsősorban azokon a területeken, amelyeken a katonai tevékenységek fokozott igénybevétel (stressz) jelentenek a természeti környezet számára.
- A szakmai szervezetek és a hadsereg jelenleg csak külső támogatási források felhasználásával képes a természetvédelmi feladatok fokozatos megoldására.

A hadseregek sem vonhatják ki magukat azon egyre fokozódó társadalmi igény és elvárás alól, miszerint gátat kell vetni a természeti környezet szabályozatlan és mértéktelen kizsákmányoló használatának.

A már bekövetkezett károkozások és romlások felmérése és a következmények felszámolása, káros hatásaik mérséklése, esetlegesen az eredetihez közelítő természetes állapotok visszaállítása minden olyan társadalmi alrendszer részvételét megköveteli, amely a tudományos és a technológiai eredményekre támaszkodva hatásos és hatékony megoldásokkal tud hozzájárulni ezen összetett feladathoz.

A haderő ilyen kapacitást és képességet jelent. Képzett állománya, technikai eszközei, sajátos eljárásai és szabályozott működése mind-mind alkalmassá teszik arra, hogy a természeti környezetben okozott károkozásai következményeit csökkentse vagy megszüntesse.

Felhasznált irodalom

- Bártfai László: Katonai használat. *Turjánvidék*, (é. n.). Online: http://turjanvidek.hu/erintett_terulet/katonai_hasznalat
- Gallé László: Ökológiai alapok. In Gallé László (szerk.): *Természet- és tájvédelem*. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 10–81. Online: <https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/anyagok/15-Termeszetvedelem.pdf>
- Gönczi Gergely: A hadviselés környezetterhelő hatásai (példák a XX. század második felétől napjainkig). *Hadmérnök*, 12. (2016), 3. 114–122. Online: http://hadmernok.hu/173_10_gonczii2.pdf
- Halász László – Földi László: *Környezetbiztonság*. Budapest, Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, 2014. Online: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/100403/562.pdf?sequence=1>
- Hegedűs Hajnalka: A haderő és a háborús konfliktusok vízkészleteket, vízminőséget befolyásoló szerepe. *Hadmérnök*, 11. (2016), 1. 79–88. Online: http://hadmernok.hu/161_08_hegedush.pdf

- International Peace Bureau: *The Military's Impact on the Environment: A Neglected Aspect of the Sustainable Development Debate*. Geneva, (2002. augusztus). Online: www.ipb.org/wp-content/uploads/2017/03/briefing-paper.pdf
- Láng István: *Környezet- és természetvédelmi Lexikon*. Budapest, Akadémiai, 2002.
- Margóczy Katalin: Természetvédelmi Biológia. In Gallé László (szerk.): *Természet- és tájvédelem*. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 82–124.
- Oláh János – Földi László: Aktuális környezetvédelmi feladatok a honvédelmi ágazatban. *Hadmérnök*, 3. (2008), 3. 29–34.
- Pestiné Rácz Éva: Szervezeti és Jogi Keretek. In Gallé László (szerk.): *Természet- és tájvédelem*. Veszprém, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2012. 127–185.
- United Nations: *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future* (1987). Online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Jogi források

1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
8/2017. (VI. 30.) HM rendelet a honvédelmi feladatokkal kapcsolatos sajátos környezethasználatokról, valamint a honvédelmi szervezeteknél foglalkoztatott környezetvédelmi megbízottak alkalmazási és képzési feltételeiről
Európai Unió Tanácsa 92/43/EGK irányelve a természetes élőhelyek, valamint a vadon élő állatok és növények védelméről
Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.)

Kovács Zoltán¹

A Magyar Honvédség harcászati rádiócsalád fejlesztésének helyzete a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program tükrében

A harcászati rádiócsalád fejlesztésének folyamatai

The Situation of the Development of the Combat Radio Family of the Hungarian Defence Forces in the Light of the Zrínyi Defence and Armed Forces Development Program

Processes in the Development of the Combat Radio Family

Magyarország Kormánya az ország haderejének nagy jelentőségű, az elkövetkező évtizedeket meghatározó fejlesztési folyamatát indította el, a honvédelmi kiadások és a hosszú távú tervezés feltételeinek megteremtését szolgáló költségvetési források biztosításáról szóló 1273/2016. (VI. 7.) Korm. határozat kiadásával. A Magyar Honvédséget (MH), annak struktúráját és haditechnikáját nagymértékben érintő, hosszú távú fejlesztési program célkitűzése, hogy Magyarország modern, ütőképessé és a térség meghatározó haderejével rendelkezzen, valamint fontos hadiipari képességek jöjjenek létre.² A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési program keretein belül számos képességfejlesztési program vette kezdetét, amelyeknek nagy része a haditechnikai eszközök, rendszerek korszerűsítését, a hiányzó képességek pótlását célozta meg.³ Minden egyes képességfejlesztési program összetett, komplex tevé-

¹ Vezető kiemelt főtiszt, MHP Haderőtervezési Csoportfőnökség, Vezetési és Irányítási Rendszerek Fejlesztési Főnökség, e-mail: Kovacs.Zoltan.Imre@uni-nke.hu

² 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

³ 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról.

kenységfolyamat, különböző, de mégis szorosan kapcsolódó projektek összessége, amelyeket lényegesen meghatároz az elérendő eredmény, a költségkeret és az időtartam. A projektek megvalósulásai minden esetben visszahatnak a képességek létrejöttére.

Jelen publikáció célja bemutatni és rávilágítani – egy-egy kiragadott példán keresztül – a haditechnikai fejlesztési folyamatok összetettségére, az egyes projektek, illetve meghatározó tényezők egymásra hatására, továbbá azok befolyására a teljes képesség eredményességére vonatkozóan.

Kulcsszavak: képességfejlesztés, haditechnika, vezetési és irányítási rendszer, infokommunikáció, katonai rádió

The Hungarian Government launched a major development process for the armed forces, which will determine the coming decades. The objective of the long-term development program, which greatly affects the Hungarian Defence Forces, its structure and military technology, is to provide Hungary with a modern, capable and decisive force for the region, and to create important military capabilities. Within the framework of the Zrínyi Defence and Armed Forces Development Program, a number of capability development programs were launched, most of which aimed at the modernisation of military equipment and systems and the replacement of missing capabilities. Each capability development program is a complex process of activities, a set of different, yet closely related projects, which are significantly determined by the result to be achieved, the budget and the duration. In all cases, the realisation of projects has an impact on the creation of capabilities.

The aim of the publication is to present and highlight – illustrated with some examples – the complexity of military technology development processes, the interaction of individual projects and determining factors, and their influence on the effectiveness of the entire capability.

Keywords: capability development, military technology, command and control system, infocommunication, military radio.

1. Bevezetés

A Magyar Köztársaság biztonság- és védelempolitikájának, ezen belül a honvédelem politikai célkitűzéseinek, követelményeinek és lehetőségeinek változásával együtt folyamatosan változik a Honvédség feladatrendszere, helye és szerepe a társadalomban és nemzetközi viszonylatban egyaránt. Ebben a változó rendszerben továbbra is kiemelt feladat a fegyveres erők fejlesztésének, felkészítésének, alkalmazásának, és a fegyveres küzdelem tervezésének, szervezésének és irányításának biztosítása.

A feladatrendszer változásával összhangban folyik a Honvédség szervezetének és vezetési rendszerének a feladatokhoz alakítása. A MH részére e változásoknál meghatározó irányelv a politikai döntéshozói, katonai stratégiai, a különböző tárcák vezetési és irányítási rendszereivel való harmonizáció, továbbá a NATO szövetségi

rendszeréhez tartozó tagállamokkal való maradéktalan együttműködési képességek biztosítása.⁴

A NATO és európai uniós szövetségi kötelezettségek, vállalások teljesítése, az ország védelmének biztosítása, valamint az esetleges katasztrófavédelmi helyzetek során az MH-ra háruló feladatok biztosítása érdekében elengedhetetlen az MH tábori vezetési és irányítási rendszerének, azon belül a harcászati rádiókommunikációnak a fejlesztése is.

Az alábbiakban kifejtett elemzés hivatott bemutatni egy soktényezős, több részelem és rendszer integrációját kívánó haditechnikai képességfejlesztés esetében – egy részfejlesztési feladaton (a harcászati rádiócsalád-fejlesztés) keresztül – a domináns befolyásoló tényezőket, a folyamatok összetettségét. Az egyes tényezők egymásra hatását értékelve, összegezve kockázati tényezők állapíthatók meg, és következtetések vonhatók le a teljes képesség létrejöttének folyamatára és eredményességére.

A 21. században az információkezelés technológiájában és kultúrájában végbemenő robbanásszerű fejlődés (információs forradalom), amely szorosan összekapcsolódik a kommunikációs rendszerek fejlődésével – így a katonai infokommunikációs rendszerek fejlesztésével is – olyan összetett rendszerek létrejöttét okozza, amelyek minden részelemükben összefüggnek, és változásaik kihatnak egymásra.

Az elemzés-értékelés során cél, hogy bemutassuk ezeket a kapcsolódásokat, illetve azok hatásait.

2. Előzmények, helyzet

A honvédelmi tárca és az MH előtt álló soron lévő tennivalók között kiemelkedő helyen szerepel a vezetést, irányítást támogató rendszerek fejlesztése és ezzel együtt a feladatok hatékony végrehajtását biztosító híradó és informatikai infrastruktúra megteremtése.

A honvédelmi tárca vezetési és irányítási rendszerének működését, a kormányzati, illetve a szövetségi (NATO-) rendszerekkel való együttműködést biztosító katonai információs rendszerek létrehozása érdekében egységes infokommunikációs (híradó, informatikai és információvédelmi) infrastruktúra megvalósítása kezdődött meg.

Cél, hogy az MH jelenlegi állandó telepítésű (*stacioner*), valamint tábori híradó és informatikai rendszerei és eszközei egységes rendszert alkossanak; szolgáltatásaikban, műszaki színvonalukban megfeleljenek a kor követelményeinek, elérjék vagy meghaladják az országos távközlési és a NATO-rendszerek, -szolgáltatások színvonalát.⁵ Ezt a célt megvalósító folyamat az MH digitalizációja, amelynek fejlesztési irányai a célok mielőbbi elérését szolgálják. A digitalizáció keretében megvalósuló hálózatalapú infokommunikációs rendszer célja összekapcsolni a különböző vezetési szinteket, a szenzoroktól a legfelső katonai, illetve politikai döntéshozó szintig, a hatást

⁴ Farkas Tibor – Hronyecz Erika: A Visegrádi Együttműködés tagországainak haderőfejlesztési stratégiái és hatása a régió biztonságára. *Biztonságtudományi Szemle*, 3. (2021), 1. 1–14.

⁵ Farkas Tibor: A védelmi tevékenységeket támogató MH Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózat fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata a honvédelmi és haderőfejlesztési program (Zrínyi 2026) tükrében – Hazai/nemzetközi szakirodalmi összefoglaló. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), 4. 5–16.

kiváltani képes hadfelszerelésig, továbbá megteremteni az összeköttetést a stationer, a telepíthető és a mobil katonai hírközlési rendszerek között.

Az MH tábori vezetési és irányítási rendszerében, telepíthető és mobil formában jelenleg a rádiórelé, a rövidhullámú és az ultrarövidhullámú (RH-URH) rádióberendezések alkalmazása a domináns. Az MH táborihíradó-rendszerének alapját képező eszközök felett eljárt az idő, azok üzemképessége bizonytalan, átviteli képessége pedig már nem elégséges a jelen feladatainak információigényéhez. Sok évtizedes lemaradást kell orvosolni a mostani fejlesztési feladatoknak, projekteknek. Ugyan az elmúlt években, évtizedekben történtek fejlesztések, például a harcászati rádiók területén, de a Harris és a Kongsberg harcászati rádiócsaládok is már 20 éves múltra tekinthetnek vissza az MH-ban. Ezek a rádióeszközök tartalmaznak már előremutató üzemmódokat, képességeket (például GMSK⁶ moduláció, CNR relay⁷ üzemmód, Multiband [HF/VHF⁸] frekvenciasáv, Have Quick, Saturn üzemmód stb.), de alapvetően a hangkommunikációra lettek optimalizálva, az adatátvitel csak kiegészítő funkció bennük, amely elsősorban rövid szöveges üzenetek továbbítását teszi lehetővé. Ugyanakkor a jelen kor vezetési és irányítási, illetve parancsnoki döntéshozatali folyamatai megkövetelik a hangkommunikáció mellett a nagy mértékű és gyors adatkommunikációt is.

A rádióeszközök fenntartását és javítását (logisztikai biztosítását) az alkatrészek, tartozékok és tartalék anyagok beszerzési nehézségei, magas költségei, valamint a Harris rádiók esetében a javítási kapacitás csak külföldi elérhetősége nagyon megnehezíti.

Az MH többszöri átalakítása során megszüntetett javító szervezetek hiánya és a polgári szférában meg nem lévő ilyen jellegű javítási kapacitás is komoly nehézséget okoz, amelyet az új fejlesztési koncepciók során szükséges orvosolni.

Van pozitív, előremutató, az új fejlesztések, beszerzések során átveendő példa is, mint például a HM ARMCOM Kommunikációtechnikai Zrt. és a norvég Kongsberg Defence & Aerospace AS. technológiai megállapodása alapján létrehozott URH-rádió javítókapacitás (műhely), amely a hibabehatárolástól az egységeken belüli áramkörtől a lapok cseréjéig terjed.

3. Fejlesztés

A jelenlegi infokommunikációs fejlesztések során, az MH célja létrehozni a csapatok megbízható, operatív vezetéséhez szükséges kommunikációs rendszereket, amelyekben a felhasználók részére új szolgáltatások lesznek bevezethetők és kialakíthatók, egy egységes, integrált szolgáltatású, korszerű, nagy megbízhatóságú, megfelelő zavar- és információvédelemmel rendelkező, a katonai követelményeknek, a nemzetközi szabványoknak és ajánlásoknak megfelelő, 15-20 év után is korszerű katonai hírközlési infrastruktúrában.

Az MH arra törekszik, hogy az új infokommunikációs rendszerében csökkenjen az eszközök típusválasztéka, a kiképzés az eszközök kezelésére a lehető legrövidebb idő

⁶ GMSK, *gaussian minimum shift keying* – Gaussi szűrésű minimál fázisú moduláció.

⁷ CNR relay, *combat net radio relay* – Harcászati rádiórelé.

⁸ HF/VHF, RH/URH – 1,5–60 MHz-ig terjedő frekvenciasáv.

alatt végrehajtható legyen, az üzemeltetés és az üzemben tartás a lehető legkevesebb ismeretet és a legkisebb kiszolgáló állományt igényelje. A fenntartáshoz olyan eszközök kell hogy rendelkezésre álljanak, amelyekkel csapatszinten, szétszerelés nélkül megállapítható az eszközök üzemképessége, illetve behatárolhatók a hibák. A harcászati, műveleti helyzet gyors változását lekövetni képes, a különböző feladatokhoz rugalmasan konfigurálható, moduláris infokommunikációs rendszer kialakítása a cél.

Az MH olyan eszközöket vagy eszközcsaládokat tervez beszerezni, amelyekkel létrehozható az üzemeltetés, fenntartás és a logisztikai biztosítás egységes, biztonságos és gazdaságos rendszere.

Az előbbiek érdekében, a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében az MH hosszú távú infokommunikációs fejlesztésének megvalósítására vonatkozóan olyan koncepció született, amelyben – figyelembe véve a korszerűen felszerelt hadseregek eszközeinek műszaki színvonalát, valamint a jelenlegi és a várható műszaki fejlesztések eredményeit – megfogalmazták azokat az alapelveket, amelyek mentén az MH jövőbeli infokommunikációs rendszereivel és az abban alkalmazni kívánt berendezésekkel szemben támasztott alapvető követelmények és elvárások teljesíthetők.

3.1. Az infokommunikációs rendszer fejlesztési alapelvei

- A vezetést támogató információs rendszerek egységes, közös híradó és informatikai infrastruktúrára kell hogy épüljenek.
- Integrált rendszert kell kialakítani a HM tárca részére, a kormányzati és közcélú, valamint a NATO-rendszerekhez való kapcsolódás képességével.
- A fejlesztés nemzeti és NATO-követelményeknek egyaránt feleljen meg.
- Szolgáltatásaiban már a rendszer első elemei minőségi ugrást biztosítsanak, a fejlesztés az elérhető legkorszerűbb technikai eszközökön alapuljon.
- A rendszer összességében és részeiben egyaránt alkalmas legyen a továbbfejlesztésre.
- A lehetséges legnagyobb mértékben alkalmazzák a polgári célra kifejlesztett termékeket.
- A fejlesztés a lehető legköltségtakarékosabb megoldásokat alkalmazza, a lehetséges legnagyobb mértékben támaszkodjon a magyar gazdaságra, azon belül a magyar hadiiparra és a magyar munkaerő alkalmazására.
- A rendszer működésében biztonságos, a nemzeti és szövetségi követelményeknek megfelelő szintű információvédelemmel ellátott legyen.
- A tábori rendszer néhány univerzálisan felhasználható alapeszköz-típusból, vezetési pontból, hírközpontelemből épüljön fel.
- A tábori telepíthető rendszert alkotó vezetési pontok, hírközpontelemek – a katonai hírközlési feladatok rugalmas kiszolgálása érdekében – több infokommunikációs egységet, eszközt magukba integráló komplexumok legyenek.
- A komplexumok azonos rendeltetésű alkotóelemei lehetőség szerint egy gyártó egy-egy eszközcsaládjából származzanak.
- A beszerzett eszközökből lehetőleg egy magyarországi bázissal rendelkező „rendszerintegrátor” (megvalósíthatósági tanulmányokat, rendszertervezést,

részletes műszaki tervezést végző és az alkotóelemek fizikai és elektronikai csatlakoztatását fejlesztő vállalat) irányításával és részvételével, a hazai beépítési tervek alapján alakítsák ki a komplexumokat a hordozó eszközökben (járművekben, konténerekben vagy felépítményben).

A jelenkori és jövőbeni, a nemzetbiztonságot érintő fenyegetések karaktereiket, potenciáljukat tekintve olyan jellegűek, amelyekre azonnali reagálási képesség szükséges. Ennek a reagálási képességnek az alapját biztosítja egy olyan infokommunikációs rendszer, amely mind békében, stacioner helyzetben, mind pedig minősített időszakban, tábori körülmények között is kellő időben, megfelelő mennyiségben és minőségben biztosít információt a védelmi feladatokat végrehajtó katonai szervezetek és azok parancsnokai részére, valamint az együttműködő katasztrófa- és rendvédelmi erők számára. Ennek az infokommunikációs rendszernek tábori körülmények közötti egyik alapvető pillére a harcászati rádiókommunikáció.

Az előbbiek, valamint a NATO-követelmények alapján az MH-nak korszerű, aktív és passzív zavar- és információvédelemmel ellátott, hang- és adatátvitelre alkalmas, IP-alapú, a közös műveleteknél interoperábilisan alkalmazható harcászati rádióeszközökre van szüksége.

A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében a Honvédség harcászati rádiókommunikáció-igényét teljes mértékben lefedő korszerű rádióeszköz-család (személyi, kézi, háti-hordozható, járműfedélzeti), a nemzetközi interoperabilitást biztosító rádiók és a rádiók járművekbe, illetve stacioner vezetési pontokba, hírközpontelemekbe való beépítéséhez kiegészítők (például belső kommunikációs rendszer, Intercom), illetve a rádiórendszer megfelelő, hosszú távú üzemeltetését biztosító oktatás és integrált műszaki támogatás, szolgáltatás beszerzése a cél.

Alapkövetelmény az eszközökkel szemben, hogy a jövőben életbe lépő NATO-szabványoknak is megfeleltethetők, azok bevezetését követően a már meglévő eszközökbe telepíthetők legyenek. Ezzel biztosítható, hogy az MH a következő minimum 20 évben olyan korszerű, a kor, a feladatok, a katonai műveletek és a missziók adatátviteli követelményeit biztosító rádiókat tarthasson rendszerben, amelyekkel nem jelent problémát sem egy hazai, sem egy nemzetközi kötelékben való részvétel.

Az új harcászati rádióeszköz-család beszerzése, rendszerbe állítása és üzemeltetése során lehetőséget kellett biztosítani a hazai hadiipar bekapcsolódására – a logisztikai támogató rendszer hazai ellátása, tartalékalkatrészek biztosítása, kiszolgáló rendszerek működtetése, eszközök műszeres bevizsgálása, elemek gyári szintű javítása vonatkozásában –, a meglévő lehetőségek kihasználására, azok továbbfejlesztésére és új képességek kialakítására.

Ez a fejlesztés a „Magyar Honvédség Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózat Tábori rendszer képesség fejlesztési” alprogramjának részeként valósul meg, és a 21. század kommunikációs kihívásainak megfelelni tudó, modern, NATO-kompatibilis, hosszú távon, gazdaságosan üzemeltethető, harcászati szélessávú, nagy adatkapacitású rádiócsaládot biztosít az MH részére.

A harcászati rádióképesség-fejlesztés során, mivel minden rádiógyártó alapvetően saját hullámformát, illetve modulációs módokat fejleszt, ezért szükséges egy már NATO-kompatibilis, titkosító képességgel ellátott, a NATO-n belüli nemzetközi

együttműködést (interoperabilitást) biztosító harcászati szélessávú és rövidhullámú rádió is az MH részére.

A beszerzendő új típusú gép- és harcjárműveket, illetve az ezek bázisán kialakított mobil rádiós vezetési pontokat rajszinttől dandárszintig (R-10/20/30/40/50 – lásd részletesen később, az 1. táblázatban) tervezetten ezekkel az új beszerzésű rádióeszközökkel látják majd el. Továbbá tervezett a rádiók alkalmazása a katona egyéni felszerelésének részét képező, egyéni kommunikációt biztosító eszközkészletében is.

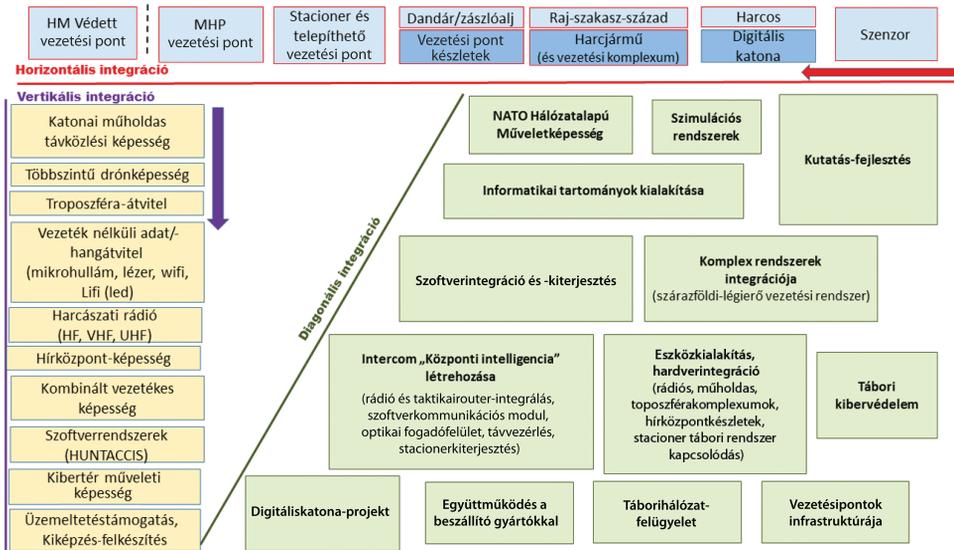
3.2. Fejlesztési környezet

A Magyar Honvédség Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózata tábori képességfejlesztésének részeként a vezetési-irányítási rendszer rendszerintegrációja – amely folyamat vertikálisan, horizontálisan és diagonálisan is tagolt – az MH teljes hírközlő (infokommunikációs) hálózati fejlesztését átfogja, beleértve a szárazföld és a légi erő vezetés-irányítási rendszereinek összekapcsolását.

- A *vertikális* tagozódás a megvalósított átviteli út, azaz híradásformák (technológiai képességek) egymáshoz integrálását jelenti fentről lefelé, azaz a műholdas képességtől a harcmezőn telepített hagyományos vezetékes képességig. Ez magában foglalja Magyarország Űrstratégiájának⁹ részeként a nemzeti műholdas képesség keretén belül kialakítandó katonai műholdas távközlést, a meglévő bérelt szatellitrendszereket, ezekkel párhuzamosan a troposzféra és vezeték nélküli hang- és adatátvitelt, a harcászati rádiórendszereket, illetve a hír- és adatközpontokat a hozzá tartozó tábori – réz és optikai – vezetékes hálózatépítési képességgel együtt.
- A *horizontális* tagozódás nem más, mint az az elektronikai harcrend, amely a peremvonalon telepített (esetleg peremvonalon túli) szenzoroktól (szenzor-rádiótól) a katona egyéni digitális felszerelésén – hierarchikus rendben – az MH PK stacioner stratégiai vagy telepíthető összhaderőnemi vezetési pontján keresztül a politikai döntéshozó szintig terjed. Ez a komplex rendszer magában foglal több és többfajta rádiórendszert, vezetékes és vezeték nélküli átviteli utakat; alternatív vagy bérelt infokommunikációs támogatásokat, valamint automatikus irányító (például harc- és tűzvezető) és adatfeldolgozó szoftverek összességét, stacioner és telepíthető rendszerek formájában.
- A *diagonális* tagozódás a teljes interoperabilitás érdekében, a képességek közötti, konkrétan végrehajtandó technikai és rendszerintegrátori feladatok rendszerét jelenti. Azokat a konkrét technikai, műszaki és feladat-rendszerintegrátori szinteket foglalja magában, amelyek közötti átjárhatóság megvalósítása a teljes rendszer komplexitásához, a teljes kompatibilitáshoz és a nemzetközi interoperabilitáshoz járulnak hozzá.

Az MH vezetési és irányítási rendszerintegrációjának hármastagozódását az 1. ábra szemlélteti.

⁹ Forrás: <https://space.kormany.hu/magyarorszag-urstrategiaja>



1. ábra: Az MH vezetési és irányítási rendszer integrációjának hármastagozódása

Forrás: Póloskei János: C4I Capabilities of the Hungarian Defence Forces, Force Development and Procurement Challenges. In „Infokommunikáció 2021” Nemzetközi Tudományos-Szakmai Konferencia. Budapest, NKE Híradó Tanszék, 2021. 71–81.

3.3. Megvalósulás

A harcászati rádiócsalád beszerzése nem új keletű a Magyar Honvédség fejlesztései sorában. A jelenlegi fejlesztést, beszerzést 2018-ban és 2019-ben hosszas előkészítő munkálatok és tárgyalások előzték meg. Az MHP Infokommunikációs és Információvédelmi Csoportfőnökség, valamint a korábbi HM Haderőfejlesztési Programok Főosztály szakmai előkészítő tevékenysége, piacutatása során több gyártót is megkerestek, a rádióeszközöket felmérték, mint például az L3Harris, a Thales, a Rhode & Schwartz, az Elbit – korábban Telefunken cégeket.

A gyártók által bemutatott termékek megfeleltek az MH által támasztott követelményeknek, azonban figyelemmel a gazdaságot és a magyar védelmi ipart segítő csomagokra is, a Kormány döntése alapján a német székhelyű Elbit Systems Deutschland GmbH & Co.-val történt szerződéskötés az E-LynX rádiócsalád tagjaira vonatkozóan.

Az alábbi felsorolás tartalmazza az Elbit Systems Deutschland cég palettáján szereplő és az MH részére megajánlott járműfedélzeti HF, VHF/UHF, kézi VHF/UHF és személyi rádiókat, továbbá Intercom rendszert, amelyek közül kiválasztják az MH részére szükséges eszközöket:

- E-LynX Soldier Radio (PNR-1000) 1 csatornás 2W-os UHF (225–512 MHz) sávú személyi rádió;
- E-LynX Handheld (MCTR-7200HH) 1 csatornás 5 W-os VHF/UHF (30–512 MHz) sávú kézi rádió;

- E-LynX Manpack (MCTR-7200MP) 1 csatornás 10 W-os VHF/UHF (30–512 MHz) sávú háti-hordozható rádió;
- E-LynX MP-VS50 set (MCTR-7200MP-VS50) 1 csatornás 50 W-os VHF/UHF/L (30–512 MHz + 1–1,8 Ghz) sávú járműfedélzeti rádió;
- E-LynX MP-VD55 set (MCTR-7200MP-VD55) 2 csatornás 2x50 W-os VHF/UHF/L (30–512 MHz + 1–1,8 Ghz) sávú járműfedélzeti rádió;
- HRM-9125 1 csatornás 125 W-os HF (1,5–60 MHz) sávú járműfedélzeti rádió;
- HRM-9400 1 csatornás 400 W-os HF (1,5–60 MHz) sávú járműfedélzeti vagy bázis rádió;
- E-LynX Intercom (VIC-500IP) belső kommunikációs rendszer különböző (egy- vagy kétkezelős) munkahelyi egységekkel, hangszóróval;
- E-LynX SMARTmr taktikai router.

Ennek a fejlesztési projektnek a részeként a nemzetközi kapcsolattartáshoz – az interoperabilitás biztosítása érdekében – az amerikai L3Harris Technologies, Inc. cég többsávú rádióinak alkalmazása is tervezett, mivel ezekkel a rádiókkal biztosítható többek között a szárazföldi erők és a légi erők eszközeinek közös rádióforgalmi rendszerbe szervezése, az úgynevezett föld-levegő híradás, együttműködés:

- AN/PRC-117G SATCOM képes, 1 csatornás, szélessávú, 20 W-os VHF/UHF (30–2000 MHz) sávú háti-hordozható rádió;
- AN/PRC-158 SATCOM képes, 2 csatornás, szélessávú, 20 W-os VHF/UHF (30–2500 MHz) sávú háti-hordozható rádió.

A német Elbit Systems Deutschland és az amerikai L3Harris cégek járműfedélzeti rádióit nagy értékű – már korábban megkötött szerződések alapján szállítják – haditechnikai eszközökbe integrálják, alapvetően magyar rendszerintegrátor (HM Elektronikai, Logisztikai és Vagyonkezelő Zrt.) irányításával, tervezésével és a járműgyártók kivitelezésében.

Ezek a haditechnikai eszközök a teljesség igénye nélkül az alábbiak:

- a német Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG által gyártott PzH2000HU önjáró lövegek, Leopárd 2 A7+HU harckocsikba, Wisent műszaki mentő-vontatók, Leguan hídvető;
- a török Nurol Makina ve Sanayi AS. cég Ejder Yalcin (Gidrán) harcjárművei;
- a német Rheinmetall Landsysteme GmbH. LynX gyalogsági harcjárművei;
- a kanadai Rheinmetall Canada Inc. mobil 3D-s légtérrelőző és tűzérzéki lokátorai.

Ezeken túlmenően kipróbálás alatt van az ELBIT eszközeinek (E-LynX személyi, kézi és háti-hordozható rádióinak) alkalmazhatósága – az úgynevezett „Digitális katona” fejlesztési projekthez kapcsolódóan – a katona egyéni felszerelésének részét képező, elektronikai (híradó és informatikai) eszközkészletben az átviteli utak biztosítása érdekében, a 2. ábra szerint.



2. ábra: A digitális katona alrendszerei

Forrás: Tömböl László: A magyar haderő fejlesztésének irányvonalai. Előadás. NKE, 2021. december 8.

A tervek szerint a parancsnoki járművekben kialakítandó mobil vezetési pont készletekbe több rádiót fognak beszerelni a megfelelő számú előjárói és alárendelti kapcsolatok biztosítása érdekében, míg a normál szállítójárművekbe csak egy-egy készletet.

A rádióbeépítések a korábban már említett R konfigurációk szerint tervezettek az 1. táblázat szerint:

1. táblázat: Mobil rádiós vezetési pont lehetséges konfigurációi

Forrás: a szerző szerkesztése

Konfigurációk	HF 1 csatornás rádió	VHF/UHF 1 csatornás rádió	VHF/UHF 2 csatornás rádió	INTERCOM készlet routerrel	Interoperábilis VHF/UHF rádió
R-10		1			
R-20			1	1	
R-30	1		1	1	
R-40	1		1	1	1
R-50	2		1	1	1

A parancsnoki mobil vezetési pontok teljes harcvezetési és irányítási képessége érdekében – a rádiós fejlesztéshez kapcsolódóan – az MH Tábori vezetési és irányítási (C2) szoftverrendszer (HUNTACCIS¹⁰) telepítése is tervezett a járművekbe a megfelelő

¹⁰ HUNTACCIS, Hungarian Tactical Command and Control Information System – Magyar Harcászati Vezetési és Irányítási Információs Rendszer.

informatikai hardverelemek beépítésével, amely rendszerhez az új rádiók biztosítják az adatátviteli utat.

A HUNTACCIS vezetési és irányítási rendszer célja, hogy a különböző harcászati mozzanatok, illetve a harcvezetés ezen a rendszeren keresztül valósuljon meg. Ez azt jelenti, hogy a katonák a digitális platformok segítségével harctéri körülmények között is képesek egymással a hatékony kommunikációra és információk cseréjére. A rendszer segítségével lehetőség van GPS-alapú nyomkövetésre (*blue force tracking*¹¹) üzenetek küldésére-fogadására, koordináták levételére, kijelölésére, pozíciók meghatározására, amelyek lényegesen felgyorsítják a műveletek tervezését, irányítását és a meghozott döntések támogatását.

A szoftver az egységes NATO-szabvány jelrendszert használja, amely alapján meg lehet jeleníteni a saját, baráti és ellenséges erők helyzetét, amit a 3. ábra szemléltet. Továbbá lehetőség van a különböző cselekvési változatok kidolgozására, amelyek gyorsan és könnyedén szerkeszthetők, elősegítve ezzel a hatékony műveletvezetést.



3. ábra: Műveleti helyzetkép a HUNTACCIS-rendszerben

Forrás: a szerző adatbázisa

¹¹ *Blue force tracking* – saját erő követőrendszer.

A vezetési pontok prototípusainak megtervezése és kialakítása érdekében, az *első fázisban beszerzett és beépíteni tervezett eszköztípusok a következők:*

- beépíthető HF rádiókészlet – HRM-9125;
- beépíthető VHF/UHF (2 csatornás) rádiókészlet – E-Lynx VD-55 set (MCTR-7200MP-VD55);
- beépíthető VHF/UHF (1 csatornás) rádiókészlet – E-LynX VS-50 set (MCTR-7200MP-VS50);
- belső kommunikációs (Intercom) rendszer – E-LynX Intercom (VIC-500 IP);
- taktikai router – SMARTmr;
- közel telepítési szűrő (Cosite Filter) – CSF7000H;
- antennák – APX50/5 HF antenna, MB VHF/UHF antenna RDB 2020-GPS;
- hangszóró – LS-454;
- beépíthető interoperábilis VHF/UHF rádió készlet – AN/PRC-117G.

4. A harcászati rádiórendszer-fejlesztés, -beszerzés folyamatainak elemzése, kockázati tényezői

A bevezetőben említett összetett, komplex fejlesztési folyamatok vizsgálata, elemzése során sokféle és több irányú egymásra ható folyamat, tényező fedezhető fel, illetve állapítható meg, amelyek nagymértékben előre determinálják magának a fejlesztésnek az eredményességét. A következő felsorolásban az MH digitalizációs folyamatának egy lényeges elemén, az MH KCEHH¹² tábori vezetési és irányítási képesség fejlesztési programjának egy kiválasztott projektjén keresztül jól bemutatható, érzékeltethető ezen összefüggések, egymásra ható tényezők.

4.1. Időtényezők, időbeli szinkronitás

- Az új rádiócsaládok beszerzéséhez szükséges pénzügyi források biztosítása, így a beszerzések megvalósulása, nincs szinkronban a harckocsi- és tűztámogató képesség fejlesztésével. Ennek eredménye, hogy a már megkötött szerződéssel rendelkező harckocsi és tüzérségi löveg beszerzése, illetve szállítása késleltethető. Ennek hiányában, mivel infokommunikációs rendszer integrálása nélkül az eszközök valós harcászati képessége nem jöhet létre, alkalmazásuk nem lehetséges. Következésképp a katonai szervezetek ellátása, digitalizációja is késedelmesen valósul meg.
- A szükséges szinkronitás jelen esetben azt jelenti, hogy a járművek gyártásának megkezdése előtt kellő idővel meg kell határozni a beépíteni és integrálni tervezett rádiók típusát, antennáit, készletezését; azok paramétereinek rendelkezésre kellene állni már a tervezéskor, a mintadaraboknak pedig a beépítési tervek véglegesítése előtt. Sajnálatosan a kommunikációs eszközökre vonatkozó

¹² KCEHH – Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózat.

döntések és beszerzések csak a nagy értékű haditechnikai eszközök beszerzését követően születtek meg.

4.2. Szerződéses tényezők

- A rádiók beszerzése jelenleg egyéves szerződésekkel valósul meg. Ennek eredményeképpen nehezen tervezhetők az ellátandó járművek, mobil rádiós vagy egyéb vezetési pontok, komplexumok kialakításai, beépítései.
- Többéves (keret)szerződéssel a rádiógyártó is előre tudja tervezni, illetve lekötni a gyártási kapacitását, be tudja szerezni a szükséges alkatrészeket; az MH részére szükséges rádiómennyiség és -típus, valamint készletezettség előre ütemezhetően lenne legyártható. Ennek eredményeképpen a vezetési pontok kivitelezése tervezhetőbbé, költséghatékonyabbá, a rendszerintegrátor, illetve a beépítő tevékenysége jobban szervezhetővé, a folyamatos megrendelések révén gazdaságosabbá tehető. Az előbbiekből adódóan a magyar hadiiparban foglalkoztatottak, illetve munkát vállalók száma növelhető, valamint a megfelelő szakmai tudással rendelkező szakemberek megtarthatók az iparágban.

4.3. Mennyiségbeli tényezők

- A rendelkezésre álló pénzügyi források csak kis éves rendelési mennyiséget tesznek lehetővé.
- Az előbbi ponthoz kapcsolódóan, az összes megrendelni tervezett rádiótípus ismerete, a minél nagyobb (akár több évre vonatkozó) mennyiség egyszerre megrendelése és legyártása gazdaságosabb gyártó-sor-működtetést eredményezhet, a gyártási folyamat optimalizációja révén, amellyel nem elhanyagolható módon kedvezőbb árak érhetőek el, így a rádiók beszerzése gazdaságosabb, olcsóbb lehet.

4.4. Logisztikai tényezők (üzemeltetéstámogatás)

- A szerződések keretében nem csupán a rádió főkészleteket kell beszerezni már első alkalommal, hanem a szükséges kiegészítő eszközöket (például Intercom rendszer, co-site szűrők, antennák stb.) is meg kell rendelni, a rádiók alkalmazhatósága, a járműintegrációk megvalósítása, továbbá a tartozék-, tartalékanyag-készletek kialakításának megkezdése érdekében. Mindez követelmény az alkalmazásba vétel, rendszeresítés előkészítése érdekében is.
- Továbbá biztosítani kell – amennyiben lehet – a rádiók és kiegészítő eszközeik magyarországi javítását, gyári technikai kiszolgálási lehetőségét, mivel amint valós körülmények között használatba veszik az eszközöket, hamarosan szükségessé válnak ezek a szolgáltatások.

4.5. Kiképzés, oktatás

- Az új generációs rádiórendszerhez a szakállományt, üzemeltető állományt, valamint a rendszer kiképző állományát tanfolyami rendszerben az új eszközökre fel kell készíteni, vagy az együttműködési megállapodásban foglaltak szerint a beszállító gyártókkal fel kell készíttetni.
- A korábban már bemutatott gazdasági szereplő, a szerződés értelmében biztosítja a kezdeti kiképzési feladatokat (magyarországi rendszermérnöki oktatást és németországi kiképzők oktatását). Figyelemmel az ellátandó katonai szervezetek és technikák sokrétűségére, a rádió kezelésének és kiszolgálásnak oktatását a magyar katonai felsőoktatásban (tisztképzésben), az altisztképzésben és a katonai szervezetek kiképzési rendszerében már most szükséges betervezni.

4.6. Modern üzemmód, hullámforma, modulációs mód-tényezők

- Megfelelő adaptivitás, frekvenciamobilitás, korszerű – lehetőleg NATO-, egységes vagy nemzeti – hullámforma integrálási lehetőség biztosítása nagyon fontos, a rádiók hosszú távú rendszerben tarthatósága és az információvédelmi érdekeink miatt. A korszerű hullámformákkal (például NBWF¹³), modulációs módokkal biztosítható, hogy a rádió minél kisebb mértékben terhelje az adott, illetve engedélyezett frekvenciaspektrumot. A tervezett, fejlesztés alatt álló NATO-hullámformákkal (például ESSOR¹⁴) egységes szövetségi kommunikációs platformhoz lehetséges csatlakozni, míg az egyedi, nemzeti hullámformával pedig a nemzeti információ (átviteli út védelmi – TRANSEC¹⁵) és kibervédelmi alapelvek biztosíthatók.

4.7. Információvédelmi, akkreditációs tényezők

- Az Elbit cég által szállítandó rádió jelenleg nem rendelkezik NATO-akkreditációval.
- A szerződés értelmében a rádió gyártójának felelőssége és vállalása is a NATO-akkreditáció megszerzése a teljes rádiócsaládra (kézi, háti-hordozható, járműfedélzeti U/VHF és HF frekvenciatartományú rádiókra is). Az akkreditációs folyamatot a Magyar Honvédség a katonadiplomácia csatornáin keresztül támogatja.
- A NATO akkreditációs eljárás gyártó általi kezdeményezésre történik, aki a saját nemzeti hatósága (Németország) útján fordul a NATO-hoz. A NATO megfelelő szervezetének előterjesztésére – a NATO Military Committee

¹³ NBWF, *narrow band wave form* – keskenysávú hullámforma.

¹⁴ ESSOR, *european secure software-defined radio* – európai információvédelem szoftver programozású rádió.

¹⁵ TRANSEC, *transmission security* – átviteliút-titkosítás.

döntését követően – a SECAN¹⁶ megindítja a bevizsgálási folyamatot (technikai tevékenység). Amennyiben a vizsgálati eredmény az előírt szintnek megfelelő, a SECAN előterjesztése alapján a NATO Katonai Tanács jóváhagyja az adott eszközt vagy típust az igényelt NATO minősítési szintnek megfelelő adatkezelésre (rejtjelzésre is).

- A leírtak értelmében ez a folyamat teljes egészében a gyártó felelőssége, és egyúttal jelen esetben a piaci érdeke is, ugyanis ezzel a folyamattal bekerülhet egy a NATO berkeiben elfogadott rádiógyártói körbe, és további – az akkreditációt követelményként előíró – tendereken indulhat.
- A fentebb leírt folyamatok, különösen azok szövetségi döntési rendszerben megvalósulása időben sajnos nem prognosztizálható, ráadásul a kialakult járványhelyzet tovább rontott az amúgy is lassú szövetségi engedélyezési eljárási folyamaton, ami normál esetben is (a tesztelések végrehajtásával, dokumentáció megkérésével és jóváhagyásával) két évet vehet igénybe.
- A magyar szabályzók sem említenek nemzeti eszköz esetében határidőt az eljárásra vonatkozóan, mivel a technikai vizsgálat a több hónapostól akár több évig is terjedhet (az eszköz bonyolultságát, a rendszer összetettségét és az alkalmazott védelmi megoldásokat is figyelembe véve).
- A szerződésben rögzített határidő az előzetes szakmai meglátások és kapott információk alapján elégséges lehet az eljárás lefolytatására, amelynek végén az MH tábori vezetési és irányítási képessége egy korszerű, biztonságos új harcászati rádiócsalád segítségével (mint átviteli út) képes lesz megfelelni az információvédelmi elvárásoknak és kihívásoknak is. Azonban a hosszú engedélyezési folyamat további késedelmes képességkialakítást eredményez a nagy értékű haditechnikai eszközök (például önjáró löveg, harckocsi stb.) és az összetett hírközpontelemek esetében.

4.8. Együttműködési tényezők

- Az új rendszereknek egészében vagy részeiben, de mindenképpen a hadműveletileg elfogadott mértékben együtt kell működnie a régi infokommunikációs, illetve rádiórendszerekkel, hiszen egyik technológiával sem egyszerre lesz ellátva a Magyar Honvédség, hanem csak fokozatosan a prioritásoknak megfelelően ütemezve. Ennek tükrében ez is egy integrációs feladat, amelyet az üzemeltetéstámogatás keretein belül célszerű megvalósítani. Együtt kell üzemeltetni hatékonyan a korábbi rádiógenerációkat és az újonnan beszerzetteket, valamint biztosítani kell legalább egy minimális mértékű összeköttetés-teremtési lehetőséget közöttük, a rajtuk keresztül üzemeltetett infokommunikációs hálózatok részére.

¹⁶ SECAN, *Military Committee Communication and Information Systems Security and Evaluation Agency* – Katonai Bizottság Kommunikációs és Információs Rendszerek Biztonsági és Értékelő Ügynöksége.

4.9. Típus, illetve rádiógenerációs tényezők

Az új rádiók sajnálatosan ismét csak hosszú távú beszerzési időtartama miatt a jelenleg meglévő, legalább két generációval korábbi rádiócsaládok rendszerben tartása szükséges lesz még legalább az évtized végéig.

A 300-as Kongsberg rádiócsaládból készleteket az MH beszerezni már nem tervez, de a meglévő eszközök üzemben tartása érdekében logisztikai biztosítás és tartozék tartalékanyagok szükségesek, ami plusz forrás biztosítását igényli. Ezen anyagokra az MH-ban üzemelő Kongsberg gyártmányú rádióknak az új rádiócsalád általi kiváltásáig szükség van, de akár tovább is, amennyiben nem minden katonai szervezetet (például területvédelmi ezredek) látunk el az új, korszerű Elbit rádiókkal. A logisztika és az üzemben tartást biztosító beszerzések elmaradása veszélyeztetheti a rádiócsaládra épülő vezetési pontok üzemképességét, hadrafoghatóságát is.

A Harris rádiók beszerzése, mint korábban említettem, szerves része a jövőben is az MH Vezetés-irányítási képesség fejlesztésének. De a Kongsberg rádiócsaládhoz hasonlóan a L3Harris Falcon II/III. család meglévő tagjainak hosszabb távú rendszerben tartására is szükség van az alegységek műveleteit támogató légi járművekkel való összeköttetések, a különleges műveleti képesség híradó-biztosítása, valamint a nemzetközi együttműködési képesség biztosítása érdekében.

5. Összegzés, következtetés

Az előzőkben felsorolt megállapításokat és kockázati tényezőket összegezve megállapítható, hogy egy soktényezős, sok részelem, részrendszer integrációját kívánó fejlesztés esetében a domináns befolyásoló (műszaki, pénzügyi, idő és logisztikai) tényezőknek, a lényeges részelemek egymásra hatásának, az ehhez kapcsolódó, az ebből következő időszinkronnak és az integrációs feladatoknak az előzetes meghatározása, vizsgálata elengedhetetlen a képesség létrejöttére és a fejlesztés sikere érdekében.

Egy átfogó fejlesztési program kihat annak minden részére, ahogy a részelemek, részrendszerek eredményessége vagy eredménytelensége is hatással van a teljes fejlesztési program sikerére, a képességek létrejöttére.

A fent kifejtett harcászati rádiófejlesztés is példázza, hogy egy összetett infokommunikációs képességgel felszerelt nagy értékű haditechnikai eszköz vagy rendszer alkalmazási, harcászati, műveleti képessége csak úgy jöhet létre, ha az ahhoz tartozó valamennyi részképesség rendelkezésre áll, és azt megfelelő módon integrálják mind az eszközbe, mind a logisztikai kiszolgáló rendszerbe, mind pedig a kiképzés, oktatás rendszerébe.

Ebből adódóan törekedni kell arra – a haditechnikai fejlesztési folyamatok során mindenképpen –, hogy a megvalósításba ne legyen szükséges később beavatkozni, azon módosítani, vagy ha a körülmények vagy feltételek időközbeni változása mindenképpen determinálja, akkor az csak az összes tényezőre kiterjedő hatásvizsgálatot követően javasolt és célszerű. Ezzel csökkenthetők, kiküszöbölhetők a költségekre, az időszükségletre és ezáltal a teljes fejlesztendő rendszerre ható negatív hatások.

Az eszközök rendszerbe állítását követően, a folyamatos hadrafoghatóság, üzemen tartás biztosításához pedig elengedhetetlen egy – lehetőleg hazai, a magyar hadiiparra épülő – hatékony logisztikai biztosítási rendszer kialakítása, megléte.

Felhasznált irodalom

- Farkas Tibor: A védelmi tevékenységeket támogató MH Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózat fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata a honvédelmi és haderőfejlesztési program (Zrínyi 2026) tükrében – Hazai/nemzetközi szakirodalmi összefoglaló. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), 4. 5–16. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2019.4.1>
- Farkas Tibor – Hronyecz Erika: A Visegrádi Együttműködés tagországainak haderőfejlesztési stratégiái és hatása a régió biztonságára. *Biztonságtudományi Szemle*, 3. (2021), 1. 1–14. Online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/107/109>
- Magyarország Űrstratégiája* (é. n.). Online: <https://space.kormany.hu/magyarorszag-urstrategiaja>
- Pölöskei János: C4I Capabilities of the Hungarian Defence Forces, Force Development and Procurement Challenges. In „*Infokommunikáció 2021*” Nemzetközi Tudományos-Szakmai Konferencia. Budapest, NKE Híradó Tanszék, 2021. 71–81. Online: https://comconf.hu/kiadvany/Hirvillam_2021_3.pdf
- Tömböl László: *A magyar haderő fejlesztésének irányvonalai*. Előadás. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2021. december 8.

Jogi források

- 273/2016. (VI. 7.) Korm. határozat a honvédelmi kiadások és a hosszú távú tervezés feltételeinek megteremtését szolgáló költségvetési források biztosításáról
- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
- 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról
- 1606/2021. (VIII. 18.) Korm. határozata Magyarország Űrstratégiája elfogadásáról

Mátyás Ináncsi¹

Cybersecurity Challenges of the Civilian Unmanned Aircraft Systems

Nowadays unmanned aircrafts are widely available at a reasonable price for civilians. This change in the market raises cybersecurity related concerns. In this paper we are focusing on three aspects of the cybersecurity challenges: data protection element, cyberattack element and general concerns over drones from the Asian market. The first element is extremely important when it comes to ethical and rightful drone use. A drone fitted with a camera or a video recording device can easily violate personal data. The cyberattack element aims to make sure the user understands that their device can be hacked, and not just simply the drone itself but various devices connected to them. Lastly, we are focusing on raising awareness of using drones from the Asian market. These types of products sometimes get into the spotlight due to built-in cyberissues. This part is aimed to raise general awareness over data protection coming from third party device use.

Keywords: cybersecurity, drones, UAV, data protection, civil drone use

1. Introduction

In the past years, unmanned aerial vehicles (UAVs, or more commonly drone(s), or unmanned aircraft) are getting more and more popular in the civilian and commercial sector. UAVs are part of unmanned aircraft systems (UAS). The UAS regarding civilian use consists of the following elements:²

- unmanned aircraft
- ground control station
- communications data link
- + payload

The unmanned aircraft is the actual aerial vehicle that the user controls, in the civilian sector the customer often uses a rotary wing drone. The main reason why these types

¹ University of Public Service, Doctoral School of Military Sciences, e-mail: inancsi.matyas@uni-nke.hu

² Ismael Colomina – Pere Molina: Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A Review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92 (2014). 80.

are more common is because that they require less infrastructure to deploy, (they only need a reasonably flat surface to take off from), and their goal is not to cover a large distance in a short period of time. The user often has visual contact with the vehicle and from a technical standpoint, the communications data link(s) are short range-based methods. The ground control station is the actual device that the user operates to control the vehicle. In the civilian aspect, this word in my opinion is excessive because it indicates a higher level of infrastructure (that might be seen in commercial or military use). The ground control station, in this case is often a remote, or a controller, or as an alternative a controller plus a smartphone, so in this paper, I would refer to the ground control station as a remote or controller. The communications data link is the telemetry³ between the unmanned aircraft and the remote. Often it is a Wi-Fi connection, but in the short future when 5G networks become more and more available they might transition to 5G use. Payload is an additional element in the civilian aspect that is considered as an extra to the UAV, while in commercial/military use it is a quintessential part. The payload is the element that the drone either carries or delivers. It could be a sensor, a video camera, a package, or a missile (in military use). But civilians use UAVs for entertainment, and for fun, so having a payload is not important. However, if a payload is carried, it is usually a video camera and mostly available on the higher-end drones.

The wider availability, more options, and in general the more affordable price expand the user amount of these vehicles. Currently (2020) if we are looking at the state of the drone market we receive reasonably different numbers, from 20.4 billion USD⁴ to 24.72 billion USD.⁵ The market analyses indicate rapid growth in the industry. Some market predictions even say that by the end of 2026 the UAV market could potentially reach 58.4 billion USD.⁶ The technology is in rapid expansion, especially in the commercial and civilian aspects. In this paper, we are going to focus on civilian use and the cyber challenges arising from day-to-day use. The goal of this article is to highlight the potential cybersecurity-related risks and challenges and to spread awareness regarding non-commercial UAV use. A relevant research question in this paper is: what are the important cybersecurity elements of the civilian drone use that a hobby user must keep in mind during normal operations. From this perspective, three major aspects should be highlighted.

The key aspects of this paper are:

- the data protection factor of the civilian UAV use (in the EU)
- the cybersecurity factor of the civilian UAS use regarding cyberattacks
- general concerns of non-EU certified drone use

³ Telemetry: An automatic data link in between two or more devices to transfer and receive data between a remotely operated machine and a control station.

⁴ Mordor Intelligence: *Drones Market – Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021–2026)*.

⁵ Allied Market Research: *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market by Type (Fixed Wing, Rotary Wing, and Hybrid), Application (Military & Defense, Civil & Commercial, Logistics & Transportation, Construction & Mining, and Others), and Weight (Less Than 50 Kg, and More Than 50 Kg): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021–2030*.

⁶ Markets and Markets: *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market by Point of Sale, Systems, Platform (Civil & Commercial, and Defense & Government), Function, End Use, Application, Type, Mode of Operation, MTOW, Range, and Region: Global Forecast to 2026*.

2. Data protection regarding civilian UAV use (in the EU)

In cybersecurity, data privacy is a key item that comes from data protection measures. Often if we are talking about data privacy and data protection regarding drones, we are considering these a system, for example part of the IoT⁷ systems. Regardless of this approach, the key issue is the same: drones have a high mobility and if they are equipped with video camera, they are capable of monitoring and following an individual violating his or her privacy.⁸ In this section, the focus will be on the individual operator level, more precisely: what actions should a drone operator keep in mind if he/she operates a UAV to avoid violating privacy.

The European Union has two regulations regarding Unmanned Aircraft Systems:

- Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 of 12 March 2019 on Unmanned Aircraft Systems and on Third-country Operators of Unmanned Aircraft Systems.
- Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947 of 24 May 2019 on the Rules and Procedures for the Operation of Unmanned Aircraft.

However, the only element in these two regulations regarding cybersecurity is in the 2019/945 regulation:

"[...] the Agency and the competent authority shall take the necessary measures to address any safety issues on the best available evidence and analysis, taking into account interdependencies between the different domains of aviation safety, and between aviation safety, cyber security and other technical domains of aviation regulation."⁹

Although the drone related regulations very briefly mention cybersecurity, the actual data protection related rules are found in the: "Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the Protection of Natural Persons with Regard to the Processing of Personal Data and on the Free Movement of Such Data and Repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation)." The General Data Protection Regulation (GDPR) is the regulation that we should understand and look at if we attempt to unpack the data protection rules of UAS use. As it was mentioned above, the cyber-related issue is the fact that drones can violate someone's privacy. But it is not an unregulated territory, in this section we are going to show the fundamental rules of UAS use regarding data protection. The goal is to answer and raise awareness regarding what is forbidden for the drone operator with respect to privacy and data protection. This section only applies to drones fitted with video cameras, but as they are getting more and more popular, the focus is trying to be ahead of the arising issues.

⁷ Internet of Things: Multiple devices connected to each other and communicating with either a main system or together to achieve a flawless user experience regarding real life events.

⁸ Laith Abualigah – Ali Diabat – Putra Sumari – Amir H. Gandomi: Applications, Deployments, and Integration of Internet of Drones (IoD): A Review. *IEEE Sensors Journal*, 21, no. 22 (2021). 25537.

⁹ Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 of 12 March 2019 on Unmanned Aircraft Systems and on Third-country Operators of Unmanned Aircraft Systems, Article 19.

In the general provisions of the GDPR, the regulation clearly states that personal data can be only processed if clear consent is given:

“Consent should be given by a clear affirmative act establishing a freely given, specific, informed and unambiguous indication of the data subject’s agreement to the processing of personal data relating to him or her, such as by a written statement, including by electronic means, or an oral statement [...]”¹⁰

This means that if the drone is fitted with a camera and that payload is not only transmitting a video feed, but also records to either internal or external storage (for example: an SD card, or a smartphone’s storage) if personal data is being recorded clear consent is needed. The element of this rule is what is personal data. The regulation also clearly states what is considered personal data:

“‘Personal data’ means any information relating to an identified or identifiable natural person (‘data subject’); an identifiable natural person is one who can be identified, directly or indirectly, in particular by reference to an identifier such as a name, an identification number, location data, an online identifier or to one or more factors specific to the physical, physiological, genetic, mental, economic, cultural or social identity of that natural person.”¹¹

This means anything could be personal data that makes a person either directly or indirectly identifiable. It is a very limiting rule, because regarding the personal views, lots of things can identify indirectly a person. For example, just by looking at a house or a property we might be able to identify someone, or the same goes for vehicle number plates.

The civilian hobby drone use is often creating a recording, mainly:

- making timelapse
- creating panoramic videos or pictures
- performing stunts
- filming wildlife or city life

However, these recording types do fall into a grey zone of data protection, because having a recording of (a) house(s) do have a potential of being personal data. In that case according and fitting into the GDPR requires a personal clear consent. While this element fairly limits the use of video camera fitted drones in cities or towns, it still provides a good frame to tackle surveillance and monitoring issues. The method of recording (for example: height, focus, aim, etc.) possibly matters a lot regarding a situation like this, but drone operators must keep in mind that data protection highly applies to UAS use as well.

Another key element of the data protection act is processing personal data. Anyone who is managing personal data is considered a processor.¹² Any action that is connected to handling personal data is considered processing,¹³ the users often do the following with the recordings:

¹⁰ Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the Protection of Natural Persons with Regard to the Processing of Personal Data and on the Free Movement of Such Data and Repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) Introduction 32.

¹¹ GDPR, Chapter 1, Article 4, point 1.

¹² GDPR, Introduction Article 4.

¹³ GDPR, Introduction Article 4.

- store recordings
- edit recordings
- upload to social media

Every action that the user performs with personal data is processing, so these main actions that users do during their hobby work falls within the processing statement. Consequently, from this requirement, principles of data processing must be followed. The principles are requirements which shall not be overlooked, including lawfulness, accurate data collection, security and protection of personal data (from unauthorised parties). Hence if the user is processing personal data, then the requirements must be followed. A major question about this element is: can the personal data be anonymised and used?

GDPR allows and gives opportunity to anonymise personal data.¹⁴ At first, this is a prompting opportunity, because it might implement to UAS users that if they record personal data, and later anonymise it (for example blur out houses, vehicles, faces, etc.) it will no longer be forbidden to keep or upload it. Anonymised data does not require permission to be processed and stored. This issue also falls into a grey zone, because at first, before a data is anonymised it is still considered personal information and still requires a permission from the affected party. So, this article is not a loophole around the issue, but a later opportunity that can be used on a legally stored personal data. All in all, in the UAS use the personal data rule cannot be overridden by this article.

Overall, the data protection act applies to civilian drone uses as well if they are fitted with a video camera and are recording to either internal or external storage. In order to avoid any privacy infringement, drones falling into this category are advised to be used in public spaces where there is little to no traffic (for example: fields, woods and outskirts). The operator must be cautious and ahead thinking before using the device to avoid conflicting the GDPR.

What the user really must follow in our humble suggestion is to avoid recording any personal data. Once personal data is processed, the user must ensure data protection; this includes having the capability of proving the rightful use of personal data.

3. Cybersecurity factor of the civilian UAS use regarding cyberattacks

For the operation of UAS, cybersecurity is a key element to ensure a safe working order of the vehicles. If an element of a UAS is compromised, the UAV creates a high-risk situation to ground personnel, other air vehicles, privacy of other individuals and property security. The key factor is to have a constant unbroken control over the vehicle during use. Even losing control for a small period, has a potential to create a high-risk situation. The motivation for doing a cyberattack on drones is mostly simple: the high reliance on wireless communication, and an attack having a drastic outcome makes drones vulnerable to incursions.¹⁵

¹⁴ GDPR, Introduction Article 26.

¹⁵ Jean-Paul Yaacoub et al.: Security Analysis of Drones Systems: Attacks, Limitations, and Recommendations. *Internet of Things*, 11 (2020); Kim Hartmann – Keir Giles: UAV Exploitation: A New Domain for Cyber Power. In *2016 International Conference on Cyber Conflict*, NATO CCD COE.

If we aim to achieve a safe environment from cyberattacks, we must step back to the same principles, which is data protection. In the previous section, data protection was presented from a legal standpoint; however, in this section, the issue is approached from a technical (or to be more precise a practical) standpoint. Information security within cybersecurity is keeping our data safe, the requirement framework for information security is the Confidentiality, Availability and Integrity triad.

This model not only applies to UAS use, but in general for categorising potential attacks regardless of what type of technology is being used. The three pillars are designed to cover all aspects of cyber threats. Confidentiality in this case refers to: only the authorised personnel, or systems can access the protected data.¹⁶ Cyberattacks that endanger the confidentiality of the data fall under this category. Integrity means that the assets can only be modified by either authorised personnel or systems.¹⁷ When a cyberattack mutates or changes stored data, the system integrity is endangered. Availability refers to having constant access and control over the systems.¹⁸ While in general availability is a key element, because any downtime of a system has a potential of losing data, risking the business continuity. In aviation it is even more highlighted, because the drone operator must have a constant connection between the remote and the UAV.

The most extensive example of this model with respect to UAS use comes from an IEEE publication:¹⁹

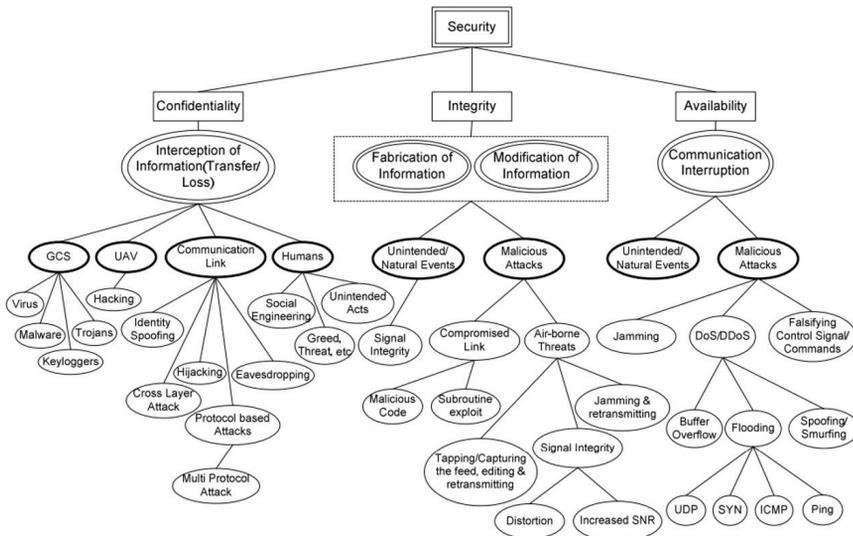


Figure 1: UAS CIA model

Source: Javaid 2012, 588.

¹⁶ Dimitrios Zissis – Dimitrios Lekkas: Addressing Cloud Computing Security Issues. *Future Generation Computer Systems*, 28, no. 3. 586.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ahmad Javaid Y., et al.: Cyber Security Threat Analysis and Modeling of an Unmanned Aerial Vehicle System. In *2012 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security, HST 2012*. 588.

However, the aim of this paper is to raise awareness about the cyber threats to the UAS, and to make it easier to understand for the average hobby drone user. To make it easier to understand, we simplified this model, while keeping in mind that the focus is the civilian hobby drone use. From this model we created Figure 2, where the attack types are categorised by affected systems and methods with the CIA layer on top of them. The main concept of this figure is keeping it short and trackable for users. One of the challenges of cybersecurity is remaining clear and understandable. By re-organising and simplifying this model, we can get a simpler and more presentable picture of the cyber threats:

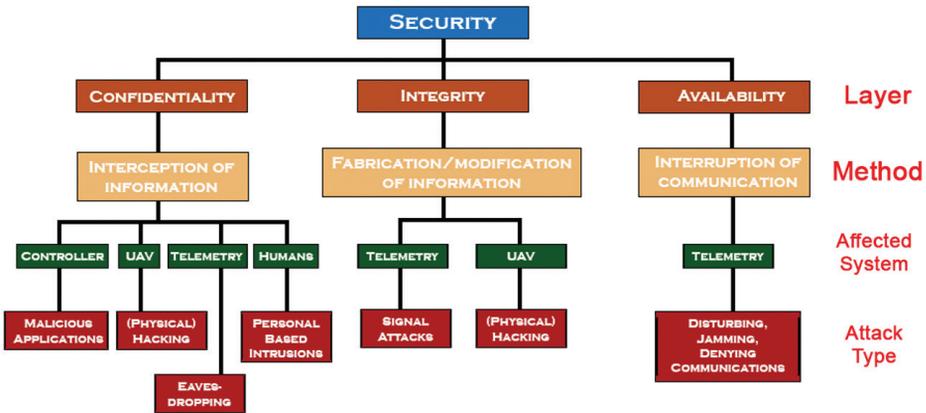


Figure 2: UAS shortened CIA model
 Source: Compiled by the author based on Javaid 2012, 588.

The top layers are already mentioned previously, and the methods are concluded from the layers. The first method is interception of information. This means that an attacker has breached into the UAS by any means and has a capability of listening to all information that is being transferred within the system. Interception of information can affect all systems and might be coming from the human factor, as well. The controller, or the remote has a potential of being infected by malicious applications. Normally, in a UAS the controller is a dedicated device, which increases safety and security. However, in the civilian sector this is not always the case. Drone manufacturers to stay competitive and to save costs often do not provide a designated controller, but applications that the user can install on his/her phone. This is a risk, because if the device gets infected by a malicious application from even a different application or system, that can affect the safe controlling of the UAV. Often, when hacking comes to play regarding a UAV, it is swapped with the telemetry. When a UAV gets hijacked, not the actual aircraft gets hacked, but the communications network. UAV hacking means physically accessing the device and installing malicious software. Human element is key to ensure cybersecurity. Precisely because of the hobby self-use method, as mentioned in the controller element, the user must pay attention to the risks and potential cyberattack when using the device.

Fabrication or modification of information usually refers to an attacker taking over the UAV. In this case the attacker modifies the information or injects information between the UAV and remote. One of the information types that can be modified or injected is controller inputs. There are multiple methods of carrying out a signal attack, most commonly GPS-spoofing, message injection, message modification, message deletion and deauthentication.²⁰

Lastly, the interruption of communication is a much lower level of attack method than the previous two, because here the attacker did not breach into the system and has no control or overview of the information at all. The attacker in this case denies or jams the communication between the remote and the UAV.

All in all, the question is what the user can do. Users do not have access to the state-of-the-art technology that may be present on military drones; additionally, the methods from these devices may not be implemented into the civilian drones without publishing the technology.²¹

Keeping a cyber hygiene high means:

- paying close attention to what applications are installed on the controller smartphone, and it being virus and malicious application free
- running virus scan on the controller device
- before every take-off and during the operation of the device also paying attention to the surrounding area. Are there any devices, or people who have the potential to jam the communications network?
- checking the UAV and the controller before take-off that it was not tampered with and there are no outstanding devices attached to it
- being aware what cyberattacks could happen to the device
- not using the same log-in credentials that is provided both with the device and the network

While it is currently unlikely that a civilian drone will be hacked, the outcome of a hijacked or jammed UAV can be severe. In populated areas, it can pose a high risk to damaging buildings, injuring people, or even colliding with other air vehicles.

4. General concerns of non-EU certified drone use

When it comes to cybersecurity, a foreign made product always raises concerns, because during the manufacturing process backdoors or potential security breach methods could be implemented. The key issue usually is data protection and privacy. We can see in news outlets that phone and other telecommunication manufacturers get into a highlight due to this. In the United Kingdom, implementing a Huawei device within a 5G infrastructure is about to be forbidden.²² A similar element can be seen with Google. Last year, in 2020, due to the United States Government placing a ban

²⁰ Mohsen Riahi Manesh – Naima Kaabouch: Cyber-attacks on Unmanned Aerial System Networks: Detection, Countermeasure, and Future Research Directions. *Computers and Security*, 85 (2019). 388.

²¹ István Balajti: Az iker drónok zavarvédelme. *Hadmérnök*, 9, no. 1 (2014). 142.

²² BBC News: *Huawei Ban: UK to Impose Early End to Use of New 5G Kit*. 30 November 2020.

on these types of smartphones, Google applications are forbidden to be pre-installed or sideloaded.²³ In this case, Google mentions the reason for this is data protection and protecting user privacy.

One of the largest drone manufacturers currently is DJI,²⁴ and the civilian drone market currently is overwhelmed with Asian imports mostly from China. If we look at the current situation, the China based DJI brand dominates the market (Figure 3). Gaining back market for other western manufacturers from this position will be really difficult, even questionable at this point.

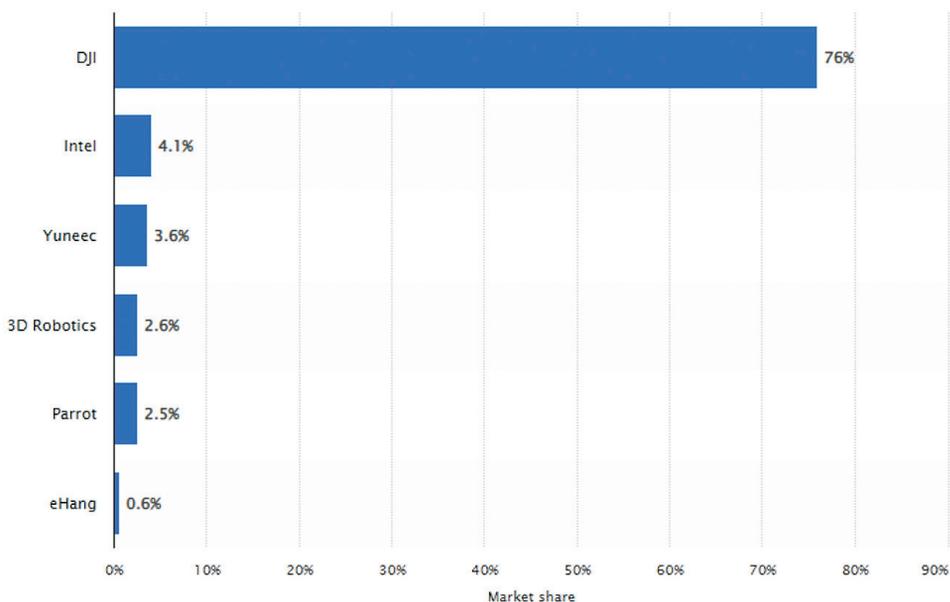


Figure 3: Drone Market share in 2021 March

Source: Statista, 2021.

The governments are already taking steps against DJI, for example the United States Government placed DJI on an entity list, which highly limits the company to be able to work with U.S. bodies.²⁵ The sense behind this serious action was that the USSO-COM²⁶ purchased multiple off-the-shelf drones and they all had cybersecurity risks and concerns.²⁷ Currently, we see no similar actions in the European Union, but it is possible that the EU will also take steps towards cybersecurity.

²³ Tristan O: *Answering Your Questions on Huawei Devices and Google Services*. 21 February 2020.

²⁴ Global Brands: *Top 10 Drone Companies in the World – 2020*; Business Insider: *Here Are the World's Largest Drone Companies and Manufacturers to Watch*. 22 December 2020.

²⁵ U.S. Department of Defense: *Department Statement on DJI Systems*. 23 July 2021.

²⁶ U.S. Special Operations Command.

²⁷ U.S. Department of Defense (2021): op. cit.

However, banning a technology is not always a good solution to the issue, because if there is no other company to cover the dropped out brand, the prices will rise. Banning a technology is a short-term solution, and if the market is one-sided like in this case, a total ban of the products could result in empty shelves. One of the longer period solutions is supporting local manufacturers where the whole production line is transparent to the governmental bodies. At first, it is a difficult task to overcome the disadvantage (from technology, manufacturing capability, logistics and supply standpoint), but to ensure the safety of drones (even if only about user privacy), it is extremely important, and one of the fundamentals of aviation.

5. Conclusions

In this paper our goal was to highlight the three main elements of cybersecurity and raise awareness about the ongoing concerns and challenges from the user standpoint.

One element of this is the data protection layer. Even if the user has a secure device, he/she still must pay close attention to where and how the device is deployed. Because there is a very soft line in the GDPR between not violating privacy and infringing it. The users must also be aware of the privacy limitations of their devices, and the personal data question outlines this and places it in a boundary. Additionally, knowing the boundaries of personal data may assist ethical and rightful drone usage. The data protection factor is also discussed by Hankó's²⁸ publication, where she draws a similar conclusion regarding data protection: the use of civilian drones may easily violate privacy.

The cyberattack factor is also a complex issue that a user must be aware of. A drone that is out of control has a potential of colliding with other air vehicles, buildings and people. The whole use of drones is a high-risk operation, and a user must be aware that cyberattacks can happen to his device, as well. The attacks might not target the vehicle at first, but other systems connected to it. The user must also know and understand, other vulnerable systems can affect their drone use.

Other element comes from the manufacturing standpoint of these devices. If the governments have no overview of the whole manufacturing process of these devices, they might be raising concerns over them. That happened in the smartphone industry and now is unwrapping in the drone commerce, as well. However, as mentioned before, the solution is not as easy as just to ban these devices. That leaves a market gap and hurts customers. It is a general truth that competition must happen, and support for transparent companies are needed.

²⁸ Viktória Hankó: A drónokkal kapcsolatos kockázatok és kezelési lehetőségeik [Risks and their Treatment Options Associated with Drones]. *Hadmérnök*, 16, no. 3 (2021). 189–202.

References

- Abualigah, Laith – Ali Diabat – Putra Sumari – Amir H. Gandomi: Applications, Deployments, and Integration of Internet of Drones (IoD): A Review. *IEEE Sensors Journal*, 21, no. 22 (2021). 25532–25546. Online: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3114266>
- Allied Market Research: *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market by Type (Fixed Wing, Rotary Wing, and Hybrid), Application (Military & Defense, Civil & Commercial, Logistics & Transportation, Construction & Mining, and Others), and Weight (Less Than 50 Kg, and More Than 50 Kg): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021–2030*. Online: www.alliedmarketresearch.com/unmanned-aerial-vehicle-market-A09059
- Balajti, István: Az iker drónok zavarvédelme. *Hadmérnök*, 9, no. 1 (2014).
- BBC News: *Huawei Ban: UK to Impose Early End to Use of New 5G Kit*. 30 November 2020. Online: www.bbc.com/news/business-55124236
- Business Insider: *Here Are the World's Largest Drone Companies and Manufacturers to Watch*. 22 December 2020. Online: www.businessinsider.com/drone-manufacturers-companies-invest-stocks
- Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 of 12 March 2019 on Unmanned Aircraft Systems and on Third-country Operators of Unmanned Aircraft Systems.
- Colomina, Ismael – Pere Molina: Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A Review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92 (2014). 79–97. Online: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013>
- Global Brands: *Top 10 Drone Companies in the World – 2020*. Online: www.globalbrandsmagazine.com/top-10-drone-companies-in-the-world-2020/
- Hankó, Viktória: A drónokkal kapcsolatos kockázatok és kezelési lehetőségeik [Risks and their Treatment Options Associated with Drones]. *Hadmérnök*, 16, no. 3 (2021). 189–202. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2021.3.11>
- Hartmann, Kim – Keir Giles: UAV Exploitation: A New Domain for Cyber Power. In *2016 8th International Conference on Cyber Conflict*, NATO CCD COE. Online: <https://doi.org/10.1109/CYCON.2016.7529436>
- Javaid, Ahmad Y. – Weiqing Sun – Vijay K. Devabhaktuni – Mansoor Alam: Cyber Security Threat Analysis and Modeling of an Unmanned Aerial Vehicle System. In *2012 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security*, HST 2012. Online: <https://doi.org/10.1109/THS.2012.6459914>
- Manesh, Mohsen Riahi – Naima Kaabouch: Cyber-attacks on Unmanned Aerial System Networks: Detection, Countermeasure, and Future Research Directions. *Computers and Security*, 85 (2019). 386–401. Online: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.05.003>
- Markets and Markets: *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market by Point of Sale, Systems, Platform (Civil & Commercial, and Defense & Government), Function, End Use, Application, Type, Mode of Operation, MTOW, Range, and Region: Global Forecast to 2026*. Online: www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-aerial-vehicles-uav-market-662.html

- Mordor Intelligence: *Drones Market – Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021–2026)*. Online: www.mordorintelligence.com/industry-reports/drones-market
- Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the Protection of Natural Persons with Regard to the Processing of Personal Data and on the Free Movement of Such Data and Repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation).
- Statista: *Global Market Share of Consumer and Commercial Drone Manufacturers in March 2021, Based on Sales Volume*. Online: www.statista.com/statistics/1254982/global-market-share-of-drone-manufacturers/
- Tristan O: *Answering Your Questions on Huawei Devices and Google Services*. 21 February 2020. Online: <https://support.google.com/android/thread/29434011/answering-your-questions-on-huawei-devices-and-google-services?hl=en>
- U.S. Department of Defense: *Department Statement on DJI Systems*. 23 July 2021. Online: www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/2706082/department-statement-on-dji-systems/
- Yaacoub, Jean-Paul – Hassan Noura – Ola Salman – Ali Chehab: *Security Analysis of Drones Systems: Attacks, Limitations, and Recommendations*. *Internet of Things*, 11 (2020). Online: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100218>
- Zissis, Dimitrios – Dimitrios Lekkas: *Addressing Cloud Computing Security Issues*. *Future Generation Computer Systems*, 28, no. 3. 583–582. Online: <https://doi.org/10.1016/j.future.2010.12.006>

Farkas Csaba Bence¹

Egyéni védőfelszerelés, valamint az infrastrukturális elemek biztosította légzésvédelem lehetőségei a patológiai munkavégzésben

Possibilities for Respiratory Protection in Autopsy Procedures, Utilising Personal Protective Equipment and Infrastructural Installations

A bonctermi munkavégzés speciális esetekben a megszokottól eltérő munkavédelmi kihívásokat rejthet magában. Ezen esetek közé tartozik, ha az elhunyt olyan fertőző betegségben szenvedett, vagy olyan vegyi, esetleg sugárzóanyaggal szennyeződött halálát megelőzően, amely a post mortem vizsgálati folyamat során egészségügyi kockázatot jelent a végrehajtó állománynak. A kockázatok minimalizálása, valamint a környezet épsége, a személyzet egészségének védelme érdekében ilyenkor mind a boncterem infrastrukturális elemeihez sorolható berendezések alkalmazásával, mind pedig egyéni védőfelszerelések használatával kell a szükséges post mortem eljárásokat kivitelezni. Jelen tanulmányban a légzésvédelem lehetőségeit mutatom be és tekintem át, a fontosabb bonctermi veszélyek tükrében.

Kulcsszavak: egészség és biztonság, boncolás, légzésvédelem, egyéni védőfelszerelés, ABVR

¹ Doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola; szakorvosjelölt, Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Patológiai és Kórszövettani Diagnosztikai Osztály, e-mail: farkascsababence92@gmail.com

During autopsy procedures, special work safety issues can arise in cases where the decedents were infected with dangerous pathogens or the bodies were contaminated with hazardous chemical, radiological or nuclear agents. These cases represent an increased health risk for post mortem operations done by the pathology staff. In order to minimise the risks and to protect the integrity of the environment and the safety of medical personnel, the necessary post-mortem procedures shall be carried out using personal protective equipment and infrastructural installations. In this study, the possibilities of respiratory protection are summarised and presented, in the light of autopsy procedures.

Keywords: health and safety, autopsy, respiratory protection, personal protective equipment, CBRN

1. Bevezetés

A természetes halálesetek kapcsán végzett kórboncolás, valamint a rendkívüli halálesetek felderítése érdekében végrehajtandó hatósági, illetve igazságügyi boncolás a hatályos jogi szabályozás értelmében továbbra is elengedhetetlen részét képezi a patológiai és igazságügyi orvostani hivatásnak.² Ezek végrehajtásától a jogszabályokban meghatározott körülmények fennállása esetén nem lehet eltekinteni. Amennyiben azonban a végrehajtási kötelezettség megkerülhetetlen, a végrehajtó állomány egészségének védelme is prioritást kell élvezzen.

Rutin körülmények között, amennyiben az adott elhunyt boncolása kapcsán nem várható valamely veszélyes ágens jelentette többletkockázat, az adott intézmény belső eljárásrendjében foglaltaknak, ideális esetben az illetékes foglalkozás-egészségügyi és kórházhigiénés szakemberek ajánlásainak, valamint a szakmai standardokban meghatározott minimumfeltételeknek megfelelően kivitelezhetőek post mortem eljárások. Azonban előfordulhatnak olyan esetek, amelyekben veszélyes biológiai, vegyi, radiológiai vagy nukleáris (CBRN-) ágens kontaminálta a holttestet, ami egészségügyi rizikót jelent a bonctermi munkavégzésben.³ Jelen tanulmány célkitűzése a légzésvédelem alapfogalmait, a levegőtisztaság infrastrukturális és egyéni védőfelszerelés segítségével való biztosításának lehetőségeit összefoglalni, egyúttal bemutatni a fő légzőszervi kockázatokat jelentő CBRN-ágenseket.

2. Post mortem eljárások kapcsán fellépő, CBRN-jellegű veszélyforrások

A kórboncolással kapcsolatos feladatok ellátása során általános esetekben is előfordulhatnak munkahelyi balesetek. Példaként említhető az éles, hegyes tárgyak használata közben tett ügyetlen mozdulat, vagy különböző tárgyak leborulása a boncasztalról, amelyek mind okozhatnak fizikai sérülést. További balesetforrás lehet az elektromos

² 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről; 351/2013. (X. 4.) Korm. rendelet a halottvizsgálatról és a halottakkal kapcsolatos eljárásról.

³ Julian L. Burton: Health and Safety at Necropsy. *Journal of Clinical Pathology*, 56. (2003), 4. 254–260.

eszközök (például fűrész) használata során fellépő malfunkció, de önmagában a repetitív állómunka is megterheli a munkavégzők szervezetét.⁴ Az ilyen kockázatok általában odafigyeléssel, a munkavégzők edukációjával, megfelelő munkakörülményeik biztosításával, az eszközök adekvát használatával minimalizálhatók.

Valódi CBRN-jellegű kockázat ritkán merül fel post mortem eljárásokban, ami egyúttal magával vonja ezen esetek sokszor ad hoc jellegű kezelését is. A nemzetközi szakirodalomban relatíve széles skáláját lelhetjük fel olyan publikációknak, amelyek javarészt esetismertetés formájában egy-egy veszélyes CBRN-ágenshez köthető bonctermi esetet mutatnak be.⁵ Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az esettanulmányokban publikáltak nem mindig kivitelezhetők saját lehetőségeinkre, körülményeinkre vetítve, éppen emiatt érdemes általánosabb megközelítésben is áttekinteni a veszélyforrások elleni védekezés egy-egy aspektusát. Az alábbi alfejezetekben röviden számba veszem és ismertetem a különböző ágenseket.

2.1. Biológiai jellegű veszélyforrások

Fertőző betegségben elhunytak boncolására nap mint nap sor kerül. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a kórokozók igen jelentős hányada megfelelő, tulajdonképpen minimális védőfelszerelés használata mellett nem jelent veszélyt a boncteremben. E mikrobák az anyagcsere folyamatait elvesztett holttestben nem maradnak életben, vagy elvesztik fertőzőképességüket, csíraszámuk a fertőzési küszöbérték alá csökken, a hűtési-tárolási folyamat során károsodik struktúrájuk stb. Tovább csökkenti az e csoportba sorolható kórokozók jelentette veszélyt, hogy sok esetben egészséges, jól működő immunrendszerrel szemben nem lennének képesek betegség okozására; a betegben alap- és társbetegségek talaján, annak immunszupprimált státuszát kihasználva járulnak hozzá a halálóli folyamathoz, de post mortem már nem reprezentálnak szignifikáns veszélyt.

Akadnak azonban olyan ágensek, amelyek bizonyítottan a beteg halálát követően is fertőzőképesek maradhatnak, és preferált szervezetbe jutási módjuktól függően képesek lehetnek a boncteremben dolgozók megbetegítésére. Több tanulmány tanúsága szerint a tbc-, HIV-, B és C típusú hepatitisvírus (HBV, HCV), egyes vírusos haemorrhagiás lázat okozó ágensek (például ebolavírus), *Bacillus anthracis*, valamint prionok képesek lehetnek patológiai munkavégzés, halottakkal való érintkezés kapcsán infekciót kialakítani.⁶ További potenciális veszélyforrás a *Neisseria meningitidis*, valamint post mortem perzisztáló képességéből fakadóan a SARS-CoV és SARS-CoV-2 vírus is.⁷ A felsorolt

⁴ Telma Abdalla de Oliveira Cardoso et al.: Biosafety in Autopsy Room: An Systematic Review. *Revista de Salud Pública*, 21. (2019). 1–5.

⁵ Burton (2003): i. m.

⁶ Burton (2003): i. m.; Kurt B. Nolte et al.: Design and Construction of a Biosafety Level 3 Autopsy Laboratory. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 145. (2020), 4. 407–414.

⁷ U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine: *Guidelines for Protecting Mortuary Affairs Personnel from Potentially Infectious Materials*. TG 195, (2001. október); Matteo Riccò et al.: Invasive Meningococcal Disease on the Workplaces: A Systematic Review. *Acta Biomedica: Atenei Parmensis*, 88. (2017), 3. 337–351.; Ling Li et al.: Biosafety Level 3 Laboratory for Autopsies of Patients with Severe Acute Respiratory Syndrome: Principles, Practices, and Prospects. *Clinical Infectious Diseases*, 41. (2005), 6. 815–821.; Stefanie Plenzig et al.: Infectivity of Deceased Covid-19 Patients. *International Journal of Legal Medicine*, 135. (2021), 2055–2060.

kórokozók egy része inkább vágott, szúrt sebbe kerülve, vérrel vagy egyéb testnedvvel való szennyeződés esetén képes fertőzést okozni (HIV, HBV, HCV), azonban másik részük aeroszol formájában légúti bejutás esetén jelent inkább kockázatot (tbc, N. meningitidis, SARS-CoV és SARS CoV-2). Utóbbi esetekben az adekvát légzésvédelem elengedhetetlen a megfelelő rizikócsökkentés érdekében.

2.2. Vegyi jellegű veszélyforrások

A veszélyes vegyi anyagok többféle halmazállapotban és toxicitással, döntően külső kontamináció formájában jelenhetnek meg a boncteremben. A szakirodalom alapján a nem perzisztáló toxikus vegyületek jelentette kockázat alapos szellőztetés mellett minimalizálható.⁸ Azonban a megfelelő szellőztetéshez infrastrukturális feltételeknek kell teljesülnie. Kegyeleti szempontok figyelembevételével nehezen elképzelhető, hogy „passzív” szellőztetés (ablaknyitás, már amennyiben a helyiség egyáltalán rendelkezik ablakkal) elegendő rizikócsökkenést eredményezne egy magas toxicitással jellemezhető ágens esetén. A következő lehetőség, hogy a légtechnika oldja meg az adekvát szellőztetés kérdését, amely mobil boncterem esetén, ha lakott területtől kívül esik a vizsgálati helyiség, az áramellátás logisztikai problematikáját veti fel. Telepített vagy mobil szellőztetés épületben való használata a vegyi anyag szóródását eredményezheti, amennyiben az áramoltatott levegő adekvát szűrése nem valósul meg. A fentiekből következik, hogy illékony vegyszerek okozta kontamináció is jelenthet a gyakorlatban nehézséget.

A perzisztáló vegyi anyagok különösen akkor fenyegethetik a halottkezelésben részt vevő személyi állományt, hogyha nem történt meg a tetem elsődleges, lehetőség szerint baleset helyszínén végrehajtott dekontaminációja. Reziduális toxikus maradványokkal, potenciális belső kontaminációval azonban ezekben az esetekben is érdemes számolni. Ugyanígy nehezen kivitelezhető előzetes mentés, ha a mérgezés eleve, például öngyilkossági szándékkal, belső kontamináció formájában történt meg.

Konkrét, szakirodalomban említett vegyületek közül a cianidok, alumínium-foszfid, triklór-etilén okozta mérgezések, halogénezett szénhidrogének, valamint szerves foszfátok jelenthetnek potenciális veszélyt a kórboncolásban részt vevőkre.⁹ Szintén megemlítendő a bhopali vegyi katasztrófa során nagy mennyiségben környezetbe került metil-izocianát, amely esetek kórboncolásáról alapos szakirodalmi összefoglaló is készült, bár sajnálatos módon az autopsziák során foganatosított biztonsági óvintézkedésekről kevés szó esik.¹⁰

⁸ Interpol: *Interpol Disaster Victim Identification Guide, part B, Annexure 16* (é. n.).

⁹ Burton (2003): i. m.; Adrienne Edkins – Virginia Murray: Management of Chemically Contaminated Bodies. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 98. (2005), 4. 141–145.

¹⁰ S. Sriramachari: The Bhopal Gas Tragedy: An Environmental Disaster. *Current Science*, 86. (2004), 7. 905–920.

2.3. Radiológiai és nukleáris veszélyforrások

Radioaktív anyagok szintén több forrásból juthatnak az elhunyt szervezetébe, vagy hozhatnak létre külső kontaminációt. Nukleáris fegyverek bevetésének vagy atomerőművekben bekövetkező baleseteknek a szigorú szabályozásnak hála relatíve kicsi a bekövetkezési esélye, de számolni ettől függetlenül érdemes potenciális létrejöttükkel.¹¹ Ezeknél reálisabb fenyegetést jelenthet terroristacselekmény kapcsán radiológiai fegyver („piszkos bomba”) felrobbanása, amely esetben sugárzó por és repeszek szennyezhetik be az áldozatokat. További és talán még valószínűbb lehetőség, hogy valamely terápiás beavatkozás miatt implantált, vagy képalkotó eljáráshoz beadott izotóp marad az elhunyt szervezetében.¹²

Radioaktív anyagnál kiemelt jelentőségű, hogy milyen mennyiségben van jelen, milyen sugárzástípussal és felezési idővel jellemezhető az adott matéria. Amennyiben teljes körű dekontamináció nem valósítható meg, ezek együttese fogja megszabni a végrehajtható post mortem műveletek mibenlétét, és kiemelten annak időtartamát. Értelemszerűen ezen esetekben is az „ALARA”- (*as low as reasonably achievable*) elv figyelembevételével kell megszervezni a munkafolyamatokat, azaz annyira alacsonyan kell tartani a sugárzásnak való kitettség szintjét a végrehajtott állományban, amennyire csak lehetséges.¹³

A gyógyászati területen akár diagnosztikus, akár terápiás felhasználást követően a holttestben potenciálisan jelenlévő izotópok a gamma sugárzó Tc-99m, In-111, I-123, a dominálónan béta sugárzó I-131, Y-90, P-32, Sm-153, Sr-89, továbbá a pozitron emisszióval jellemezhető F-18.¹⁴ Piszkos bombák esetében az adott sugárzóanyaghoz való hozzáférhetőség fontos tényező lehet, ezért az egészségügyi felhasználásuk, amelyek széleskörűen elterjedtek, ilyen formában is szóba jöhetnek, elsősorban a I-131. További lehetséges radionuklid a Cs-137, Sr-90, Co-60.¹⁵ A nukleáris fegyverek bevetése kapcsán képződő robbanásokban mintegy 400 különböző sugárzóanyag lehet jelen; az ezekből származó sugárzásra jellemző, hogy a robbanás pillanatában 100%-osnak tekinthető dózisirata 7 óra alatt tizedére, 49 óra alatt századára, 343 óra alatt ezredére csökken az eredeti értéknek, amely információ a post mortem beavatkozások munkatervezését befolyásolhatja.¹⁶

3. A légzésvédelem komplexitásának jelentősége

A fentiekben felsorolt CBRN-jellegű veszélyforrások, a légúti terjedési módot nem preferáló kórokozók kivételével, mind magukban hordják a légzőszervi bejutás, következményes megbetegítés lehetőségeit. Ennek a megállapításnak az adja az alapját,

¹¹ Charles M. Wood – Frank DePaolo – R. Dogget Whitaker: *Guidelines for Handling Decedents Contaminated with Radioactive Materials*. (h. n.), Centers for Disease Control and Prevention, (é. n.).

¹² Burton (2003): i. m.

¹³ Wood–DePaolo–Whitaker (é. n.): i. m.

¹⁴ Mark Singleton et al.: *The Radioactive Autopsy: Safe Working Practices. Histopathology*, 51. (2007), 3. 289–304.

¹⁵ Asaf Durakovic: *Medical Effects of a Transuranic "Dirty Bomb"*. *Military Medicine*, 182. (2017), 3–4. e1591–e1595.

¹⁶ Wood–DePaolo–Whitaker (é. n.): i. m.

hogy a kórbontani vizsgálat egy magas aeroszolképződési rátával jellemezhető folyamatsor.¹⁷ Az aeroszol kifejezés általánosságban olyan kétfázisú rendszerekre használatos fogalom, amelyekben gáz halmazállapotú anyag (leggyakrabban levegő) elegyedik szilárd vagy folyékony halmazállapotú egyéb anyaggal, diszperz rendszert képezve.¹⁸ Amennyiben végiggondoljuk a halottkezelés folyamatát, láthatjuk, hogy nem csupán az aeroszolgenerálás nézőpontjából „klasszikusnak” tekintendő beavatkozások (például rezgőfűrés használata) járhatnak aeroszolképződéssel.¹⁹ A holttest óvatlan kicsomagolása a zsákból, a különböző eszközök (kiemelten endotracheális tubus) eltávolítása, a testüregek megnyitása, szervek felvágása, boncaszatra helyezése, folyóvízzel lemosása, a testnedvekkel szennyezett test mozgatása mind lehetséges veszélyforrásként jelenik meg, kisebb-nagyobb cseppek és szilárd partikulumok mobilizálásának formájában.

Amennyiben az aeroszolképződés bekövetkezett, a légzésvédelem első védvonalát a boncteremben telepített, beépített vagy mobil légtechnikai megoldások fogják képezni. Ezek a közvetlen végrehajtó személyi állomány védelmén túl a boncterem kívüli helyiségek biztonságát is hivatottak ellátni. Amennyiben ilyen berendezés nem áll rendelkezésre, és nem izolált, forgalomtól elzárt épületről van szó, fennáll a veszélye a post mortem folyamatok során felszabaduló, levegőbe juttatott veszélyes anyagok boncterem kívüli terjedésének.

A boncolást végzők légzésvédelmének második védvonalát az egyéni védőfelszerelések alkotják. A tetemmel közvetlenül érintkező, annak közelében ténykedő szakemberek biztonságát megfelelően kiválasztott egyéni légzésvédelem nélkül nehéz elképzelni. A különböző méretű, néhány mikrométertől néhány száz mikrométerig terjedő aeroszolak légutakba jutásának fizikai megakadályozása kiemelt prioritás. Általánosságban elmondható, hogy minél kisebb egy partikulum, annál mélyebbre képes a légutakban eljutni.²⁰ Az ezek elleni védekezés megfelelően kiválasztott egyéni védőfelszereléssel történhet, amely kiszűri az adott ágenszt. További lehetőség izolációs jellegű, önállóan levegőt biztosító apparátus alkalmazása, amely esetén külön szűrés nélkül is elkerülhető a veszélyes anyagok, kórokozók belégzése.

3.1. Infrastrukturális levegőtisztaság-védelmet biztosító elemek

A levegő tisztaságát egy adott helyiségben épületgépészeti aspektusból a fűtésrendszer, a szellőzőrendszer és a légkondicionáló rendszer mérnöki megoldásainak összessége

¹⁷ Tanya Jackson et al.: Classification of Aerosol-Generating Procedures: A Rapid Systematic Review. *BMJ Open Respiratory Research*, 7. (2020), 1. e000730.

¹⁸ Dirk P. Yamamoto: An Overview of Respiratory Protection. In LeeAnn Racz – Dirk P. Yamamoto – Robert M. Eninger (szerk.): *Handbook of Respiratory Protection: Safeguarding against Current and Emerging Hazards*. Boca Raton, FL, CRC Press, 2017. 3–8.

¹⁹ Francis H. Y. Green – Ken Yoshida: Characteristics of Aerosols Generated During Autopsy Procedures and Their Potential Role as Carriers of Infectious Agents. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 5. (1990), 12. 853–858.

²⁰ American Conference of Governmental Industrial Hygienists: *TLVs and BEIs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, OH, ACGIH, 2019. 78–81.

fogja biztosítani.²¹ A veszélyes ágensek ellen többféle általános megközelítés összevonásával érhető el megfelelő hatékonyság. Ezen elemek közül az aeroszol formájában jelen lévő kórokozók vagy veszélyes anyagok koncentrációjának friss levegővel való csökkentése (dilúciója), a kontaminált levegő eltávolítása, illetve szűrése jöhet szóba. A levegőáramlás irányának előre tervezésével, egyirányúsításával elkerülhető, hogy a szennyezett levegő olyan helyiségekbe juthasson, amelyekben védőfelszerelést nem viselő személyek tartózkodnak. Amennyiben a helyiség levegője kisebb vagy nagyobb hányadban recirkulált, szűréssel fokozhatjuk a veszélyes ágensek eliminációját. A szellőzés hatékonyságának numerikus mérője az egy óra alatt megvalósuló teljes légcserék száma (*air changes per hour*, ACH).

Veszélyes ágensekkel folytatott munkavégzésnél további biztonságnövelő tényező lehet mind a környezet, mind a végrehajtó állomány szempontjából, hogyha a boncolás helyszínén negatív nyomást biztosító légtechnika üzemel.²² Negatív nyomással garantálható a légáramlás megfelelő iránya, aminek értelmében a tisztának tekinthető zónák felől a szennyezettebb zónák felé kell kialakítani egyre fokozódó negatív nyomáskülönbséget, így aeroszolban gazdag levegő nem juthat a tisztábbnak tekintett területekre. Az ajánlások alapján minimálisan 2,5 Pa különbség alakítandó ki, de ennél lényegesen nagyobb, lépcsőzetes megoldások is szükségesek lehetnek, amennyiben magasabb védelmi szintet kívánunk elérni.²³

A levegő szűrésének alapját a kiszűrendő anyagok, kórokozók fizikai mérete, illetve egyéb fizikai, kémiai tulajdonságai (például oldhatóság, reakciókészség) fogják meghatározni. A fizikai méret kiemelt fontosságú kórokozók, radioaktív porok esetén, amelyeket megfelelő részecskeszűrő alkalmazásával, mechanikus alapon eliminálhatunk a tisztítandó levegőből.²⁴ Ennek egyik lehetséges formája a boncteremben beépített, vagy mobil formában a helyszínen alkalmazott HEPA (*high-efficiency particulate air filtration*) szűrőrendszer.²⁵ A mechanikus alapú szűrésen kívül UV-sugárzással, vagy iongeneráláson alapuló technológiákkal fokozhatjuk a szűrés, kórokozó-eliminálás hatékonyságát. Mérgező gázok esetében aktívszenes szűrők adszorpciós képességének kiaknázása, illetve úgynevezett MOF (*metal-organic framework*) rendszerű szűrők használata segíthet a levegőtisztaság megőrzésében.²⁶ A szűrők élettartamának növelésében az olyan új, innovatív megoldások jelenthetnek megoldást, mint a fizikai adszorpció elvén működő önregeneráló szűrők.²⁷

²¹ Medical Advisory, Secretariat: Air Cleaning Technologies: An Evidence-Based Analysis. *Ontario Health Technology Assessment Series*, 5. (2005), 17. 1–52.

²² Nolte et al. (2020): i. m.; Li et al. (2005): i. m.

²³ Medical Advisory, Secretariat (2005): i. m.; Li et al. (2005): i. m.

²⁴ Medical Advisory, Secretariat (2005): i. m.

²⁵ David T. Liu et al.: Portable HEPA Purifiers to Eliminate Airborne SARS-CoV-2: A Systematic Review. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 166. (2021), 4. 615–622.

²⁶ George E. Strudgeon et al.: Safety Considerations in Handling Activated Carbon. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 52. (1980), 10. 2516–2522.; Elisa Barea – Carmen Montoro – Jorge A. R. Navarro: Toxic Gas Removal – Metal–Organic Frameworks for the Capture and Degradation of Toxic Gases and Vapours. *Chemical Society Reviews*, 43. (2014). 5419–5430.

²⁷ Padányi József – Halász László – Földi László: Harcjárművek ABVR védelmének javítása a klímaváltozás kihívására adott válaszként. *Haditechnika*, 47. (2013), 3. 21–26.

3.2. Légzésvédelem egyéni védőfelszereléssel

A halottakkal kapcsolatos eljárások során ritkán adódik olyan szituáció, hogy a 21%-os légköri oxigén ne legyen hozzáférhető. Ilyen eshetőségre leginkább baleset vagy katasztrófa helyszínén számíthatunk, ahol valamely mérgező vagy inert gáz csökkenti 19,5% alá az oxigén térfogatarányát. További lehetséges forgatókönyv, hogy ismeretlen CBRN-agens, ismeretlen koncentrációban van jelen halottkezelés során. Ezen esetekben sűrített levegős légzőkészülék (*self contained breathing apparatus*, SCBA) mellett lehetséges biztonságos feladat-végrehajtás.²⁸

Amennyiben 19,5% feletti oxigénszint áll rendelkezésre, továbbá felderített, azonosított ágenssel van dolgunk, amely ismert (becsülhető) koncentrációban van jelen, alacsonyabb névleges védelmi tényezővel jellemezhető légzésvédelmi eszközöket is alkalmazhatunk. Természetesen ez esetben is a biztonság a legfontosabb, tehát az ágens ismeretében szükséges kiválasztani a védőfelszerelést, azonban költséghatékonysági, hozzáférhetőségi, kényelmi szempontok is figyelembe vehetők. Az SCBA-rendszerű védőfelszerelések után a következő védelmi szintet a motoros rásegítéssel légzésvédők (*powered air purifying respirator*, PAPR) képviselik.²⁹ Ezek kámzsza, teljes álarc használata mellett, vagy a motoros rendszert arcvédőbe integrált módon képesek a légzési munka terhelése nélkül biztosítani a légszűrést. A kámzsával kompatibilis levegőrásegítők további praktikus előnye, hogy alászívás nem lévén bármilyen arcszűrő, arcforma mellett biztonsággal alkalmazhatók. A PAPR-eszközök, akárcsak a rásegítéssel nem rendelkező teljes álarcok, szűrési képességét a foglalatukba helyezett szűrőbetét kvalitásai határozzák meg. Ezek között megkülönböztethetünk részecskeszűrő, gázsűrő és kombinált szűrőbetéteket. A szűrők többsége védelmi képességében, élettartamában is korlátozott, éppen ezért kiemelt körültekintéssel kell eljárni kiválasztásuk során, kalkulálva a tervezett munkafolyamatok időtartamával.

A rásegítést nélkülöző teljes álarcok védelmi képessége elmarad a PAPR-eszközökétől, azonban több munkafolyamatban kényelmesebben használhatók, beszerzési áruk legtöbb esetben töredéke a relatíve drága PAPR-rendszereknek.³⁰ További hátrányuk azonban a légzési munka terhelése révén hosszabb távon fárasztó viselésük, ami akár a végrehajtók precizitását, koncentrációs képességét is befolyásolhatja. Megfelelő illeszkedésüket, az alászívás minimalizálása érdekében, használat előtt mindenképpen ellenőrizni szükséges. A teljes alászívási tényező százalékban kifejezhető érték (*total inward leakage*, TIL), amely megmutatja, hogy a fél- vagy teljes álarc archoz illeszkedési pontjai mentén, a szelepeknél, szűrőbetéteknél összességében mekkora koncentrációban jutnak be a laboratóriumi körülmények között mért partikulumok a légzésvédő eszköz által meghatározott belső térbe a légtérben mérhető koncentrációhoz képest.³¹

²⁸ Larry Janssen et al.: *Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Respiratory Protection Handbook*. Pittsburgh, PA, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2018-166, 2018. 44–51.

²⁹ NATO Standard AMedP 7.1 Medical Management of CBRN Casualties (2018), 9.3.7; Janssen (2018): i. m. 51–58.

³⁰ Jan Schumacher: *Respiratory Protection for Medical First Responders and Receivers*. In Racz–Yamamoto–Eninger (szerk.) (2017): i. m. 416–425.

³¹ Craig E. Colton: *Respirator Classification*. Racz–Yamamoto–Eninger (szerk.) (2017): i. m. 40.

Még olcsóbb, könnyebben hozzáférhető lehetőség a részecskeszűrő félárlarcok alkalmazása. Bár a felsorolt egyéni légzésvédők közül ezek esetében a legalacsonyabb a névleges védelmi tényező, amennyiben megfelelően illeszkednek a szórtelen arcra, megfelelő szinten választottuk meg részecskeszűrő képességüket (például FFP3/N99 félárlarc), a boncteremben gyakran előforduló kórokozók ellen adekvát védelmet biztosíthatnak. Mivel önmagukban, ellentétben a kámszákkal, teljes árlarcokkal, csak a légutakat védik, arcvédő pajzzsal kiegészített használatuk javasolt.

3.3. A megfelelő légzésvédelem biztosításának szempontjai, a tervezett műveletek kivitelezhetősége

Ahhoz, hogy meghatározzuk, milyen infrastrukturális elemekre és egyéni védőfelszerelésre lesz szükségünk CBRN-áldozattal kapcsolatos munkavégzéshez, először azt szükséges tisztáznunk, milyen ágenssel állunk szemben. Az adott CBRN-esemény körülményei, a felderítés eredményei alapján már a helyszíni halottkezeléshez is elsődleges kockázatelemzés kivitelezésére lesz szükség. Amennyiben a veszélyes ágens pontos mibenléte bármely okból nem meghatározható, vagy a post mortem folyamához nem biztosított 19,5%-ot meghaladó oxigéntartalmú levegő, az elvégzendő munkafolyamatokat e kockázati tényezőkhöz kell igazítani (például limitált, célirányos vizsgálatokat kivitelezni, amennyiben erre jogszabályi lehetőség van). A vizsgálati helyiségben, az ismeretlen veszélyes ágens szóródásának megakadályozása érdekében teljes izolációt kell megvalósítani, a végrehajtó állományt pedig sűrített levegős légzőkészülékkel ellátni. Az állomány kijelölésének értelemszerűen fontos kritériuma, hogy az említett rendszert képes legyen biztonságosan használni.

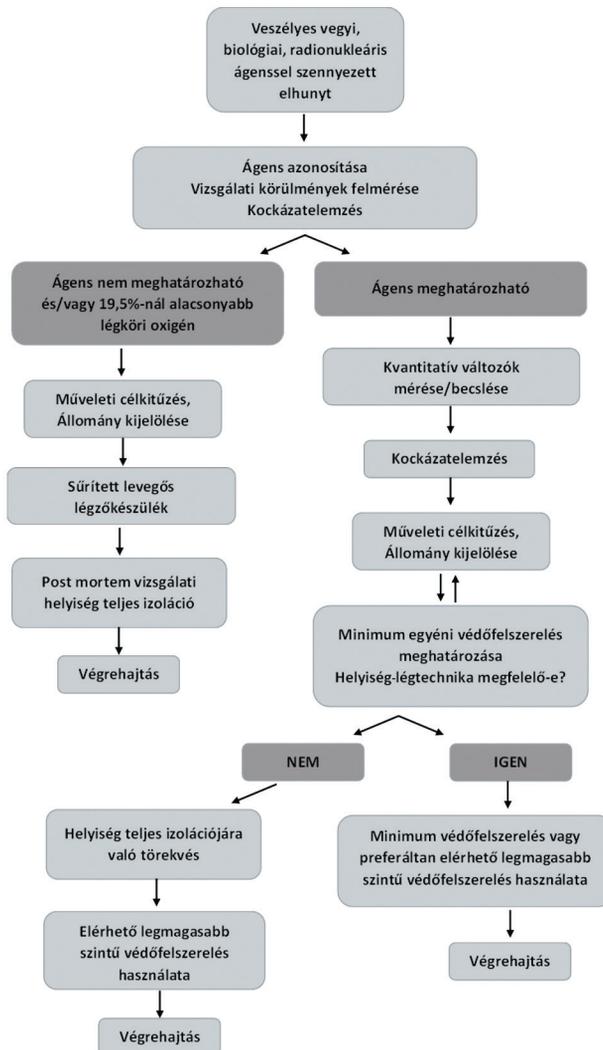
Amennyiben a veszélyes ágens pontosan meghatározható, úgy attól függően, hogy vegyi, biológiai vagy radionukleáris természetű, további mérésekre, vizsgálatokra lesz szükség a megfelelő kockázatelemzéshez, hiszen a kvalitatív tulajdonságok mellett a kvantitatív jellemzők is befolyásolják a szükséges védelmi szint meghatározását. Vegyi anyagoknál a levegőben mérhető koncentráció lesz kiemelt fontosságú légzésvédelem szempontjából, amelynek monitorozása, kiemelten potenciális belső kontamináció esetén, a post mortem folyamat teljes időtartamában elvégzendő. További figyelembe veendő szempont az adott vegyület stabilitása, reakciókészsége, míg sugárzóanyagok esetében a felezési idő mellett a műszeres módon mérhető radioaktivitás.

Biológiai ágensek esetében a kórokozó fertőzési képessége aeroszol formájában, a potenciálisan létrejövő tünetegyüttes súlyossága (a kórokozó biztonsági besorolása) mérvadó a légzésvédelem tervezésekor. Figyelembe vehetők még a kórokozó post mortem túlélőképességére, valamint a fertőzés létrehozásához szükséges csíraszámra vonatkozó szakirodalmi adatok, továbbá a rendelkezésre álló profilaktikus, illetve kuratív beavatkozások (például védőoltás, antibiotikum).

Amennyiben az ágensre vonatkozó kvalitatív és kvantitatív jellemzők tükrében megtörtént a rizikóbecslés, sor kerülhet az elvégzendő feladatok megfogalmazására, a célkitűzéseket végrehajtani képes állomány kijelölésére, egyúttal meghatározva a szükséges infrastrukturális és egyéni védőfelszerelésre vonatkozó kritériumokat. Amennyiben a vizsgálati helyiség nem rendelkezik megfelelő légtechnikával, úgy

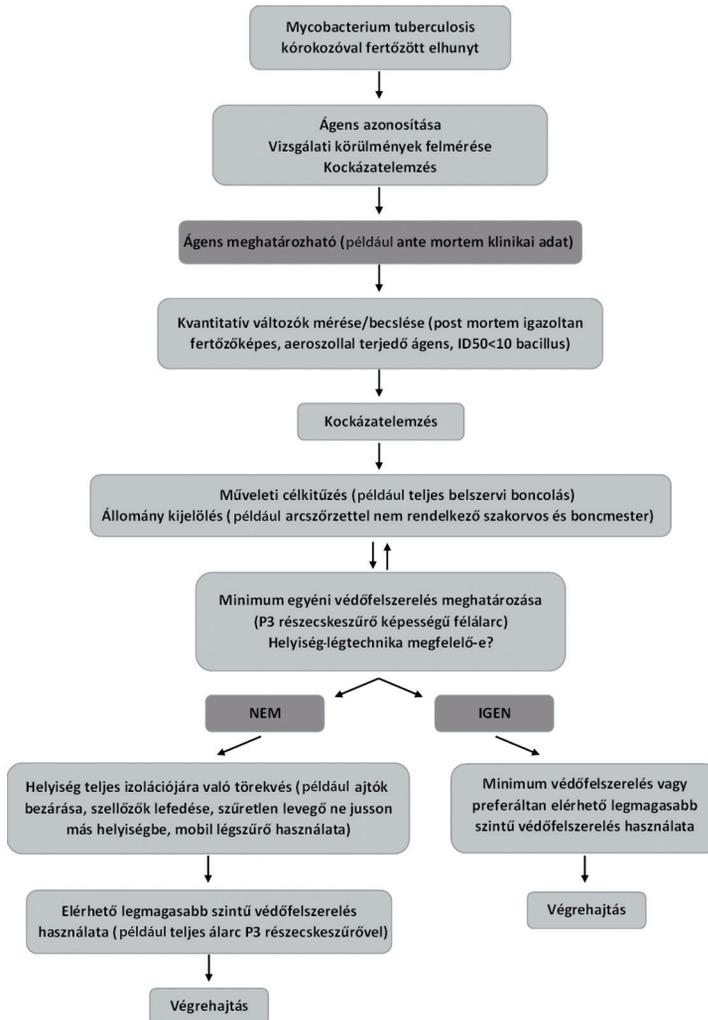
az elérhető legmagasabb szintű izolációra érdemes törekedni, egyúttal a minimálisként meghatározott egyéni légzésvédelemhez képest emelt szintű eszközöket alkalmazni. Ha van megfelelő védelmi képességű infrastrukturális, levegőtisztaságot biztosító technika, akkor a minimumként meghatározott egyéni légzésvédelem is elégséges lehet, bár ez esetben is, ha rendelkezésre áll, érdemes lehet a nagyobb biztonságot garantáló eszközök használata.

Az alábbi algoritmus (1. ábra és 2. ábra) általánosságban foglalja össze a fenti alapelveket, továbbá egy konkrét példát is bemutatunk.



1. ábra: Légzésvédelem tervezésének szempontrendszere

Forrás: a szerző szerkesztése



2. ábra: Mycobacterium tuberculosis fertőzés kapcsán alkalmazandó lépések

Forrás: a szerző szerkesztése

4. Összegzés

A bemutatott CBRN-veszélyek, legyen szó biológiai, vegyi, radiológiai vagy akár nukleáris ágensről, a balesetek, katasztrófák, járványok lehetséges előfordulásának tükrében bármikor a patológiai, igazságügyi orvostani munkavégzés folyamatában is megjelenhetnek. A potenciálisan felbukkanó veszélyes anyagok, kórokozók változottsága mindenképpen indokolja, hogy előre gondolkodva alakítsuk ki a végrehajtott állomány biztonságos munkavégzésének feltételrendszerét. Ennek csupán egyetlen,

de nem elhanyagolható lépése a légzésvédelem kérdéskörének halottkezelési munkafolyamatokra történő optimalizálása. A CBRN-áldozatok post mortem vizsgálata interdiszciplináris megközelítést, csapatmunkát igényel, amelyben a megfelelő védelmi intézkedések meghozatalán túl a védőfelszerelések, eszközök ismerete mellett ezek adekvát használata is elsajátítandó képesség. A tiszta levegő biztosítása infrastrukturális elemekkel és egyéni védőfelszereléssel mind a post mortem folyamatokban érintett kollégák, mind a velük térben és időben együtt dolgozó társszakmák képviselői számára elemi fontosságú.

Felhasznált irodalom

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists: *TLVs and BEIs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, OH, ACGIH, 2019.
- Barea, Elisa – Carmen Montoro – Jorge A. R. Navarro: Toxic Gas Removal – Metal–Organic Frameworks for the Capture and Degradation of Toxic Gases and Vapours. *Chemical Society Reviews*, 43. (2014). 5419–5430. Online: <https://doi.org/10.1039/C3CS60475F>
- Burton, Julian L.: Health and Safety at Necropsy. *Journal of Clinical Pathology*, 56. (2003), 4. 254–260. Online: <https://doi.org/10.1136/jcp.56.4.254>
- De Oliveira Cardoso, Telma Abdalla – Francisco de Paula Bueno de Azevedo Neto – Simone Cynamon-Cohen – Deborah Chein Bueno de Azevedo: Biosafety in Autopsy Room: An Systematic Review. *Revista de Salud Pública*, 21. (2019), 6. 1–5. Online: <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n6.81593>
- Durakovic, Asaf: Medical Effects of a Transuranic "Dirty Bomb". *Military Medicine*, 182. (2017), 3–4. e1591–e1595. Online: <https://doi.org/10.7205/MIL-MED-D-16-00256>
- Edkins, Adrienne – Virginia Murray: Management of Chemically Contaminated Bodies. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 98. (2005), 4. 141–145. Online: <https://doi.org/10.1177/014107680509800402>
- Green, Francis H. Y. – Ken Yoshida: Characteristics of Aerosols Generated During Autopsy Procedures and Their Potential Role as Carriers of Infectious Agents. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 5. (1990), 12. 853–858. Online: <https://doi.org/10.1080/1047322X.1990.10387806>
- Interpol: *Interpol Disaster Victim Identification Guide, part B, Annexure 16* (é. n.). Online: www.interpol.int/How-we-work/Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI
- Jackson, Tanya – Danika Deibert – Graeme Wyatt – Quentin Durand-Moreau – Anil Khunti – Kamlesh Adishes – Sachin Khunti – Simon Smith – Xin Hui S. Chan – Lawrence Ross – Nia Roberts – Elaine Toomey et al.: Classification of Aerosol-Generating Procedures: A Rapid Systematic Review. *BMJ Open Respiratory Research*, 7. (2020), 1. e000730. Online: <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2020-000730>
- Janssen, Larry – Arthur T. Johnson – James S. Johnson – S. Z. Mansdorf – Osvaldo R. Meici – Richard W. Metzler – Timothy R. Rehak – Jonathan V. Szalajda – Jordan Moore: *Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Respiratory Protection*

- Handbook*. Pittsburgh, PA, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2018-166, 2018.
- Li, Ling – Jiang Gu – Xicheng Shi – Encong Gong – Xingwang Li – Hongquan Shao – Xueying Shi – Huijun Jiang – Xiaoqiang Gao – Daiyun Cheng – Lizhu Guo – Hao Wang et al.: Biosafety Level 3 Laboratory for Autopsies of Patients with Severe Acute Respiratory Syndrome: Principles, Practices, and Prospects. *Clinical Infectious Diseases*, 41. (2005), 6. 815–821. Online: <https://doi.org/10.1086/432720>
- Liu, David T. – Katie M. Philips – Marlene M. Speth – Gerold Besser – Christian A. Mueller – Ahmad R. Sedaghat: Portable HEPA Purifiers to Eliminate Airborne SARS-CoV-2: A Systematic Review. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 166. (2021), 4. 615–622. Online: <https://doi.org/10.1177/01945998211022636>
- Medical Advisory, Secretariat: Air Cleaning Technologies: An Evidence-Based Analysis. *Ontario Health Technology Assessment Series*, 5. (2005), 17. 1–52. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23074468/>
- NATO: NATO Standard AMedP 7.1 *Medical Management of CBRN Casualties* (2018). Online: www.coemed.org/files/stanags/03_AMEDP/AMedP-7.1_EDA_V1_E_2461.pdf
- Nolte, Kurt B. – Timothy B. Muller – Adam M. Denmark – Ron Burstein – Yvonne A. Villalobos: Design and Construction of a Biosafety Level 3 Autopsy Laboratory. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 145. (2020), 4. 407–414. Online: <https://doi.org/10.5858/arpa.2020-0644-SA>
- Padányi József – Halász László – Földi László: Harcjárművek ABVR védelmének javítása a klímaváltozás kihívására adott válaszként. *Haditechnika*, 47. (2013), 3. 21–26.
- Plenzig, Stefanie – D. Bojkova – H. Held – A. Berger – F. Holz – J. Cinatl – E. Gradhand – M. Kettner – A. Pfeiffer – M. A. Verhoff: Infectivity of Deceased Covid-19 Patients. *International Journal of Legal Medicine*, 135. (2021). 2055–2060. Online: <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02546-7>
- Racz, LeeAnn – Dirk P. Yamamoto – Robert M. Eninger (szerk.): *Handbook of Respiratory Protection: Safeguarding against Current and Emerging Hazards*. Boca Raton, FL, CRC Press, 2017. Online: <https://doi.org/10.1201/9781351109079>
- Riccò, Matteo – Luigi Vezzosi – Anna Odone – Carlo Signorelli: Invasive Meningococcal Disease on the Workplaces: A Systematic Review. *Acta Biomedica: Atenei Parmensis*, 88. (2017), 3. 337–351. Online: <https://doi.org/10.23750/abm.v88i3.6726>
- Singleton, Mark – R. D. Start – W. Tindale – C. Richardson – M. Conway: The Radioactive Autopsy: Safe Working Practices. *Histopathology*, 51. (2007), 3. 289–304. Online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.2007.02768.x>
- Sriramachari, S.: The Bhopal Gas Tragedy: An Environmental Disaster. *Current Science*, 86. (2004), 7. 905–920. Online: www.jstor.org/stable/24109273
- Strudgeon, George E. – Brian J. Lewis – W. W. Albury – R. C. Clinger: Safety Considerations in Handling Activated Carbon. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 52. (1980), 10. 2516–2522. Online: <https://doi.org/10.2307/25040915>
- U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine: *Guidelines for Protecting Mortuary Affairs Personnel from Potentially Infectious Materials*. TC 195, (2001. október). Online: www.hsdl.org/?abstract&did=780538

- Yamamoto, Dirk P.: An Overview of Respiratory Protection. In LeeAnn Racz – Dirk P. Yamamoto – Robert M. Eninger (szerk.): *Handbook of Respiratory Protection: Safeguarding against Current and Emerging Hazards*. Boca Raton, FL, CRC Press, 2017. 3–8. Online: <https://doi.org/10.1201/9781351109079-1>
- Wood, Charles M. – Frank DePaolo – R. Dogget Whitaker: *Guidelines for Handling Decedents Contaminated with Radioactive Materials*. (h. n.), Centers for Disease Control and Prevention, (é. n.). Online: <https://emergency.cdc.gov/radiation/pdf/radiation-decedent-guidelines.pdf>

Jogi források

1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről
351/2013. (X. 4.) Korm. rendelet a halottvizsgálatról és a halottakkal kapcsolatos eljárásról

Tartalom

BIZTONSÁGTECHNIKA

Bozsik Nándor: Elektronikus behatolásjelző rendszerek helye a naperőművek objektumvédelmében 5

HADITECHNIKA

Hegedűs Ernő – Gyarmati József: A haditechnikai kutatás-fejlesztés helye, szerepe és sajátosságai 17

KATONAI LOGISZTIKA ÉS KÖZLEKEDÉS

Lévai Zsolt: A katonai-védelmi követelmények érvényesülésének vizsgálata a 142-es számú Budapest–Lajosmizse–Kecskemét–vasútvonal tervezett fejlesztése kapcsán 33

KIKÉPZÉS ÉS FELKÉSZÍTÉS

Hattyár István: A Defender-Europe 21 gyakorlat és a kapcsolt nemzeti kiképzési rendezvények tapasztalatai a koronavírussal terhelt időszakból 53

Szabó Sándor: A gyakorlattervezés szerepe a NATO-reagálóműveletekre való felkészülés tükrében 71

KÖRNYEZETBIZTONSÁG

Almási Csaba: Veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett káresemény katasztrófavédelmi vizsgálatának szabályozása és fejlesztési lehetőségei 85

Barina Balázs: Atomerőművek fejlődése a generációváltások tükrében 99

Berek Tamás – Nagy Veronika: A laboratóriumi biztonság a BLS (basic life support) aspektusából 113

Ádám Berger: Evaluation of the Experience of International Accidents Related to the Storage and Handling of Ammonium Nitrate Fertilisers 129

Grégory Lucas – Gergely László – Csaba Lénárt – József Solymosi: Review of Remote Sensing Technologies for the Acquisition of Very High Vertical Accuracy Elevation Data (DEM) in the Framework of the Precise Remediation of Industrial Disasters – Part 2 147

Szendí Rebeka: Környezeti károk felszámolása a veszélyes üzemeknél – Kármentesítési technológiák 159

Szilágyi Tibor: Honvédelem és természetvédelem. A honvédelmi ágazat részvétele a LIFE-projektekben 171

VÉDELEM INFORMATIKA

Kovács Zoltán: A Magyar Honvédség harcászati rádiócsalád fejlesztésének helyzete a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program tükrében 187

Mátyás Ináncsi: Cybersecurity Challenges of the Civilian Unmanned Aircraft Systems 205

FÓRUM

Farkas Csaba Bence: Egyéni védőfelszerelés, valamint az infrastrukturális elemek biztosította légzészédelem lehetőségei a patológiai munkavégzésben 217