



HADMÉRNÖK

Kiemelt közlemények

DRILLA ATTILA: *A WRC-19 hatása a katonai spektrumhozzáférésre*

ATTILA CSÓKA: *CBRN Decontamination Tasks Supporting Rescue and Extraction Missions in CBRN Environment*

GYÖRGY LESKÓ: *Warfare Ecology Approaches in Issues of Military Operations*

15. évf. (2020)
2. szám

ISSN 1788-1919 (elektronikus)



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Hadmérnök

Katonai műszaki tudományok online folyóirata

ISSN 1788-1919

A szerkesztőbizottság elnöke

Halász László ny. ezredes, professor emeritus

A szerkesztőbizottság elnökhelyettese

Munk Sándor ny. ezredes, professor emeritus

A szerkesztőbizottság tagjai

Alexandru Babos őrnagy, egyetemi docens

Berek Tamás alezredes, egyetemi docens

Eleki Zoltán ezredes

Földi László ezredes, egyetemi tanár

Haig Zsolt ezredes, egyetemi tanár

Horváth Attila alezredes, egyetemi docens

Kállai Attila alezredes, egyetemi docens

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

Lukács László ny. alezredes, egyetemi tanár

Pohl Árpád dandártábornok, egyetemi docens

Josef Procházka ny. alezredes, egyetemi docens

Taksás Balázs százados, egyetemi docens

Turcsányi Károly ny. ezredes, egyetemi tanár

Ujházy László alezredes, egyetemi docens

Főszerkesztő

Farkas Tibor százados, 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

Ludovika Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft.

Székhely: 1089 Budapest, Orczy út 1.

Kapcsolat: info@ludovika.hu

A kiadásért felel: Koltányi Gergely ügyvezető igazgató

Olvasószerkesztő(k): Resofszi Ágnes, Mohay Zsuzsanna, Orbán Áron



Tartalom

Haditechnika

<i>Gyarmati József, Jusztin Karina Zelma, Vég Róbert László:</i> A gépjármű-diagnosztika oktatásának változásai az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén	5
--	---

Környezetbiztonság

<i>Serfőző Kálmán:</i> Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei 1.	19
<i>Attila Csóka:</i> CBRN Decontamination Tasks Supporting Rescue and Extraction Missions in CBRN Environment	31
<i>Gyapjas János:</i> A tűzvédelmi helyzet fenntartásának fő elemei az épületek létesítése és használata során	43
<i>Szabó László István:</i> A magyarországi volt szovjet katonai repülőterek természetre gyakorolt hatásai és jelenlegi állapotuk	55
<i>Bányai Tamás, Pántya Péter:</i> Településeken kívül eső lakott ingatlanok tűzoltói beavatkozásainak sajátosságai egy konkrét eset elemzésével.	79
<i>György Leskó:</i> Warfare Ecology Approaches in Issues of Military Operations.	93

Védeleminformatika

<i>István Balajti:</i> Advanced Issues of the Radar Conference in Boston, 2019.	103
<i>Máthé András, Berek Lajos:</i> Mobil vezetési pontok a krízismenedzsmentben	127
<i>Virágh Krisztián:</i> A MIMO-technológia polgári és katonai alkalmazási lehetőségei	145
<i>Drilla Attila:</i> A WRC–19 hatása a katonai spektrumhozzáférésre	167

Fórum

<i>Jasztrab Péter János, Istók Róbert: A világítás katonai vonatkozásai 2/1. rész . . .</i>	181
<i>Óze Zoltán: A vegyi fegyverek és az igazságos háború</i>	199
<i>Beregi Alexandra Lilla: Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája (2012) a mai biztonságpolitikai kihívások tükrében</i>	205

Gyarmati József,¹ Jusztin Karina Zelma,²
Vég Róbert László³

A gépjármű-diagnosztika oktatásának változásai az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén

Changes in the Education of Vehicle Diagnostics at the NUPS MSOT Department of Military Technology

A gépjárművek fejlődése jelen korunkban felgyorsult, egyre összetettebb és modernebb járműveket használunk, amely járműveket a Magyar Honvédség állományában is rendszeresítenek és rendszeresítettek. E járművek technikai kiszolgálása és javítása csak modern diagnosztikai eljárások alkalmazásával valósítható meg. Jelen katonai logisztika alapképzési szak tantervében is megtalálható a gépjármű-diagnosztika tantárgy, mint ahogyan a korábbi tantervekben is jelen volt, és fontos részét képezi az oktatásnak. A honvéd tisztjelölteknek első tiszti beosztásuk eredményes ellátásához ismerniük kell az eszközök felépítése mellett a részegységek ellenőrzését és hibabehatárolását is. A gépjármű-diagnosztika oktatása nagymértékben igényli a megfelelő oktatástechnikai ellátottságot, mind mennyiségben, mind minőségben. A cikk bemutatja az elmúlt évben végrehajtott diagnosztikalabor-fejlesztést, a fejlesztés által létrejött képességnövekedést.

Kulcsszavak: diagnosztika, vizsgálat, gépjármű, javítás, karbantartás

In our world today the development of vehicles is accelerated, people use more and more complex and modern vehicles. In the system of the Hungarian Defence Forces these vehicles were authorised and are being authorised. The technical service and maintenance can be achieved only by way of modern diagnostical procedures.

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi docens, e-mail: gyarmati.jozsef@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7594-2383>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, honvéd tisztjelölt, e-mail: jusztin.karina@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1999-4629>

³ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi docens, e-mail: vegh.robert@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9786-6702>

The present curriculum of Military Logistics BSc contains diagnostics course as before, and this belongs to the main parts of the education. Our officer candidates have to know how to control the components, and they also study the fault diagnosis and the structure of devices in order to be efficient in their first officer assignment. The diagnostics course highly needs the right quantity and quality of educational technology status. This paper is about the improvement of the diagnostic laboratory in the last year and its increasing capacities due to this improvement.

Keywords: diagnostics, test, vehicle, repair, maintenance

Bevezetés

A különböző képzési szakok megpróbálják a hallgatókat (jelen esetben honvédtisztjelöltek) felkészíteni a mindenkori elvárásokra, ahol a megrendelő igényeit kell teljesíteni. A megrendelő a Magyar Honvédség (a továbbiakban: MH), amely meghatározza a tisztképzéssel szembeni elvárásait. A megrendelő igényei mellett megjelennek az akkreditációs és felsőoktatási rendszer minőségi követelményei is, amelyeket együtt és maradéktalanul kell kielégíteni [1: 2.].

A Nemzeti Közszolgálati Egyetemről, valamint a közigazgatási, rendészeti és katonai felsőoktatásról szóló 2011. évi CXXXII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 363/2011. (XII. 30.) Korm. rendelet, továbbá a felsőoktatásban szerezhető képesítések jegyzékéről és új képesítések jegyzékbe történő felvételéről szóló 139/2015. (VI. 9.) Korm. rendelet módosításáról szóló 223/2019. (IX. 25.) Korm. rendelet megfogalmazza a Katonai Logisztika Alapképzési Szak szakmai kompetenciáit. A 7.1.2.4. pontban a haditechnikai specializáción (páncélos- és gépjárműtechnikai modulon) szerezhető kompetenciák vannak összefoglalva tudás, képesség, attitűd, valamint autonómia és felelősség szempontrendszerek alapján. A katonai vezetői kompetenciák mellett tehát a szakmai kompetencia kérdése igen összetett [2: 11].

A kompetenciák alapján a katonai logisztikai vezető a páncélos- és gépjárműtechnikai modulon:

- ismeri a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök fődarabjainak és részegységeinek karbantartását, ellenőrzését, az egyes szerelési egységek hibáinak behatárolási és javítási módjait,
- képes a szakterületén rendszeresített és használt berendezések és technikai eszközök használatának megszervezésére és hatékony alkalmazására,
- képes a technológiai utasításoknak megfelelően a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök technikai kiszolgálásának szakszerű végrehajtására, illetve a végrehajtás megszervezésére és ellenőrzésére,
- képes az alegységszinten elvégzendő szükség szerinti javítások megszervezésére, végrehajtására és a végrehajtás ellenőrzésére [3].

A fenti meghatározásokból látszik, hogy katonai vezetői feladatai mellett mély szakmai (páncélos- és gépjárműtechnikai), ezen belül diagnosztikai ismeretekkel rendelkeznek. A végzett honvédtisztek képesek a javító és a szakmailag beosztott vagy az általuk vezetett állomány részére feladatot szabni, munkájukat felügyelni és az elvégzett

munkát ellenőrizni [4: 57]. A 2019-ben megjelent cikk, *A katonai logisztika alapképzési szakpáncélos és gépjárműtechnikai modulján végzett hallgatók tanulmányi eredményei összehasonlítva a korábbi képzésekkel* megfogalmazta, hogy az elmúlt másfél évtizedben három különböző képzési formában lettek képezve a páncélos- és gépjárműtechnikai szakos hallgatók. Az egymást követő képzési formáknak a szakmai tartalma folyamatosan csökkent, amelyben a legnagyobb csökkenés a villamos berendezések tantárgy területén volt tapasztalható [5: 48]. A korszerű gépjárműtechnika nem nélkülözi a villamos és elektronikai ismereteket, ezért a képzés korszerűsítése terén növelni kell ezeket az ismeretszinteket mind mennyiségi, mind minőségi szempontból. Ennek érdekében nélkülözhetetlen a korszerű gépjármű-diagnosztika eszközeinek széles körű alkalmazása az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén, ami egyúttal olyan laborképességek alapja is lehet, amelyek hatékonyan szolgálhatják a tudományos kutatás különböző szintjeinek (tudományos diákköri tevékenység, PhD-kutatások, K + F pályázatok stb.) megvalósítását [6], [7].

A gépjármű-diagnosztika szerepe az oktatásban

A MH gépjárműállománya vegyes képet mutat, előfordulnak benne a több tízéves és új gépjárművek is, amelyek jelentősen különböző technikai szintet képviselnek. Egyes régi gépjárművek nélkülözik az elektronikát, mindössze elektromos berendezésekkel (világító-, jelzőberendezések, gyújtás, generátor stb.) vannak ellátva. Más járművek viszont a mai modern technológiai szintet képviselik, ezek egyre nagyobb számban jelennek meg az MH rendszerében. Ezekben a járművekben megtalálható a vezérlőegység, valamint fedélzeti diagnosztikával és egyre több intelligens menetstabilizáló rendszerrel vannak ellátva. A járművekben található szenzorok a fizikai vagy kémiai értékeket elektromos értékké alakítják át, amelyeket a vezérlőegységek kiértékelnek, és szükség esetén beavatkoznak egyes funkciók működésébe.

A technikai kiszolgálásokat és javításokat végrehajtó szakállomány feladata összetett, mivel mindkét technikai szinten álló gépjárműveket diagnosztizálni és javítani kell, vagyis az állománynak rendelkeznie kell hagyományos és korszerű gépjárművizsgálati ismeretekkel is. Mivel a korszerű gépjárművek rendelkeznek saját öndiagnosztikával is, ezért sokan úgy gondolják, hogy a diagnosztika és a javítás nagyon egyszerű, csak rá kell csatlakoztatni a speciális vizsgáló műszert és az úgyis megmondja, hogy mi hibásodott meg és mit kell megjavítani vagy kicserélni. A valóság persze nem ilyen egyszerű, mert nemcsak megfelelő műszere, típusspecifikus kiegészítőkre, hanem kellő ismeretekkel és tapasztalattal rendelkező szakemberre is szükség van a pontos diagnosztika végrehajtásához. A gépjármű-diagnosztika végrehajtásához nem elegendő, hogy ismerjük a diagnosztikai műszert és az azzal történő mérés folyamatát, hanem ennél lényegesen mélyebb tudásszinttel kell rendelkezni. Eredményes munkavégzéshez készségszinten⁴ kell tudni a vizsgálatokat végrehajtani, ami csak nagyon sok gyakorlás által fog a rendelkezésünkre állni [8: 3–4], [9: 4., 52–53], [10].

⁴ Készség: valamely tevékenység gyors és pontos végzésére begyakorlás által kifejlesztett képesség, gyakorlottság, jártasság, ügyesség.

A műszaki diagnosztika célja a működés ellenőrzése (működési diagnosztika) vagy a hiba feltárása (hibadiagnosztika) lehet, és ezeket végre lehet hajtani a karbantartások és javítások során, vagy pedig a hatósági műszaki ellenőrzések alatt. Műszaki diagnosztikának nevezzük a gépészeti és mechatronikai rendszerek állapotminősítéséhez szükséges méréseket és mérésadat-értékelést. A működési diagnosztika célja a gépek működőképességének a meghatározása, vagyis méri a gép kifogástalan működéséhez és gazdaságos üzemeltetéséhez szükséges jellemzőket (például gyújtásvizsgálat, szelephézag nagysága). A hibadiagnosztika során a gép elhasználódásának állapotát vizsgálják meg (például kopás, korrózió). A rendszeres, adott időnkénti diagnosztikai vizsgálatokkal több hiba kimutatható, megelőzhető a váratlan üzemképtelenség. A gépjármű-diagnosztika lehet fedélzeti diagnosztika (on-board diagnosztika) és nem fedélzeti diagnosztika (off-board diagnosztika). A nem fedélzeti diagnosztika esetén mérőműszereket kell csatlakoztatni a rendszerhez, mivel a vizsgálathoz szükséges elemek nem integrált részei a gépjárműnek. Fedélzeti diagnosztika esetén az állapotvizsgálathoz szükséges elemek a gépjármű integrált részei, ahol a mérések folyamatosan vagy periodikusan történnek. A vezérlőegység által felismert hiba tárolódik, és diagnosztikai csatlakozón (OBD⁵) keresztül műszerrel kiolvasható [11: 9–10], [12: 12].

A műszaki diagnosztika fontos és meghatározó eleme a javítási és karbantartási tevékenységnek, amely kizárja az érzékszervi diagnosztika pontatlanságát és szubjektív jellegét. Fontossága miatt a képzésben is jelentős szerepet kell tulajdonítani a diagnosztikai vizsgálatoknak mint tantárgynak és az annak megértéséhez elengedhetetlenül szükséges műszaki alapozó tantárgyaknak [13: 5–7].

Új gépjármű-diagnosztikai berendezések alkalmazása

A diagnosztika oktatása rendkívül műszer- és tanalvázigényes feladat, vagyis rendelkezni kell a kor kihívásainak megfelelő műszerekkel és azokkal a gépjárművekkel, amelyekben ezeket a méréseket végre lehet hajtani. A gépjárműtechnikában nem elegendő, hogy egy mérést egyféleképpen végre tudunk hajtani, mert a műszergyártók is állandóan fejlesztenek, és a gépjárművek is folyamatosan korszerűsödnek. A különböző javítószervek más és más műszerekkel vannak ellátva, így a megtanult elméleti ismereteket lehet, hogy különböző módokon és más műszerekkel kell végrehajtani. A diagnosztikalabor felszereltsége lényegesen nem változott az elmúlt tíz évben, vagyis el lehet mondani, hogy nem követte a gépjárművek fejlődésének változásait. Az Üllői úti telephelyről történő átköltözés során is csak egy úgynevezett állagmegóvás történt a berendezések területén. A MH Logisztikai Központ pályázatának eredményeképpen 2019-ben a Haditechnikai Tanszék diagnosztikai laborjának fejlesztésére került sor, amelynek következtében az alábbi diagnosztikai berendezéseket bocsátották a tanszék rendelkezésére:

- Energo-SM2 lassulásmérő műszer gépjárművekhez,
- Fasep ATO.XP futóműállító berendezések személygépjárművekhez,

⁵ OBD: On-board Diagnostics (fedélzeti diagnosztika).

- AVL DITEST MDS 450 Slim kipufogógáz-elemző berendezés személy- és tehergépjárművekhez,
- AVL DITEST SCOPE négycsatornás oszcilloszkóp személy- és tehergépjárművekhez,
- gumiabroncsnyomás-mérő és feltöltő, valamint TPMS ellenőrző-berendezés.

Energo-SM2 lassulásmérő műszer

A gépjármű fékberendezésének mindig kifogástalan állapotban kell lennie, mivel csak akkor vehet részt a jármű a közúti forgalomban. A KRESZ előírja, hogy „a jármű vezetője, mielőtt a járművel a telephelyről (így különösen a garázsból) elindul, köteles a kormányberendezés, a fékberendezés, a gumiabroncsok, valamint a kötelezően előírt világító- és fényjelző berendezések állapotát (működését), továbbá a hatósági jelzés(ek) [rendszámtábla(ák)] meglétét, állapotát – az adott körülmények között indokolt módon – ellenőrizni.” [14: 5. § (2) bek.]. Az előírás alapján a fékberendezés kifogástalan állapota a jármű közúti forgalomban történő alkalmazásának feltétele. A gépjárművezető általi ellenőrzés szubjektív, kevés mérhető ellenőrzési lehetősége van. Érzékeli a fékpedál benyomódását, annak felkeményedését, végre tud hajtani ellenőrző fékezést és lejtőn le tudja ellenőrizni, hogy a rögzítőfék megtartja-e a járművet. Viszont ezek az ellenőrzések erősen személyfüggőek, egy fékezés során a vezető nem fogja tudni megállapítani, hogy a jármű teljesítette-e a hatóság által előírt lassulási értéket.

A 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről részletesen ismerteti a fékrendszerek felszerelésére és hatásosságára vonatkozó előírásokat. Ezeket az előírásokat a járműveknek teljesíteniük kell a biztonságos közlekedés érdekében, és ezeket az előírásokat meghatározott időközönként ellenőrizni is kell. A tényleges fékjellemzők meghatározásához szükséges műszeres mérések végrehajtása [15: 29. §–32. §].

A fékberendezések diagnosztikai vizsgálatát elvégezhetik:

- a gépjármű hatósági műszaki vizsgáztatása során,
- javítások során az állapotvizsgálatok végrehajtása, valamint a javítás utáni visszaellenőrzés érdekében. A fékjavítási munkákat minden esetben műszeres fékvizsgálatnak kell követnie.

A fékszerkezet hatásosságának minősítése történhet:

- fékútméréssel,
- lassulásméréssel,
- fékerőméréssel [16: 30.].

A fékhatásosság ellenőrzése történhet:

- közúti fékvizsgálattal (a gépjármű fékezési tulajdonságainak vizsgálata),
- műhelyfeltételek között végzett fékvizsgálattal (fékerőmérés).

A közúti fékvizsgálat a jármű fékezési tulajdonságainak a vizsgálata a fékezés valóságos körülményei között, amelynek során a fékutat és a lassulás értékét mérik. A műhely-feltételek között végrehajtott fékvizsgálattal ki lehet küszöbölni minden a minősítést zavaró körülményt (forgalmi viszonyok, időjárás). Ezek a vizsgálatok a kerékfék szerkezet által előállított fékerő mérésén alapulnak [11: 175–176.]. A görgős fékerőmérő padon mérhető fékerő nem azonos a valóságos körülmények között mérhető fékerővel, ugyanakkora működtető erőnél. Többnyire a fékpadon mért fékerő nagyobb, mint a közúton mért, vagyis a próbapadon mért fékerőből számított lassulás nem azonos a valóságban elérhető lassulással.

Az Energo-SM2 lassulásmérő műszer (1. kép) alkalmas a gépjárművek, lassú járművek és a pótkocsik fékhatásának lassulásméréssel történő mérésére, meghatározására, valamint a nemzetközi forgalomban közlekedő autóbuszok és haszonjárművek retarder⁶ vizsgálatára. Egyaránt alkalmas vizsgasori és diagnosztikai alkalmazásra. A mért értékek kiértékeléséhez, tárolásához és nyomtatásához szükséges számítógépes csatlakozási lehetőséggel rendelkezik. Egyszerűen rögzíthető a gépjármű szélvédőjén, akkumulátora szivargyújtó-csatlakozón keresztül is tölthető.



1. kép

Energo-SM2 lassulásmérő műszer [a szerzők felvétele]

Mérési lehetőségek:

- átlagos maximális lassulás mérése (MFDD⁷) és kijelzése, valamint minősítése,
- retarderhatás vizsgálata, minősítése,
- általános célú lassulás vagy gyorsulás mérése,
- fékkésedelmi idő⁸ mérése [17], [18].

⁶ Retarder: tartós lassítófék, amely hosszabb lejtmenet esetén az üzemi fék megkímélésével hidrodinamikus vagy örvényáramú egységgel lassítja a járművet vagy járműszerelvényt.

⁷ MFDD: Mean Fully Developed Deceleration (átlagos maximális lassulás).

⁸ A fékpedál érintésétől a lassulás növekedésének kezdetéig tart.

Fasep ATO.XP futóműállító berendezés személygépjárművekhez

Közlekedésbiztonsági szempontból a megfelelő futóműnek jelentős szerepe van, ezért fontos, hogy a futómű alkatrészei megfelelő szerkezeti állapotban legyenek, és beállítási jellemzőik megfeleljenek az előírtaknak. A biztonságos közlekedéshez elengedhetetlen a gumibroncs és a futómű megfelelő állapota, mivel ezeknek az elemeknek kell a jármű és az úttest közötti kapcsolatot biztosítania. A nem megfelelően beállított futómű a közlekedés során stabilitási és úttartási problémát, illetve rendellenes kopásokat okoz. A futómű javítási munkálatai után (alkatrészcsere) szükséges a futómű geometriai jellemzőinek ellenőrzése és szükség szerinti beállítása. A közlekedésbiztonságot meghatározó futóműbeállítási jellemzők:

- tengelytávolság,
- nyomtáv,
- kerékösszetartás,
- kerékdőlés,
- csapterpesztés,
- utánfutás,
- kanyarodási szögeltérés,
- maximális alakormányzási szög.

A tengelytávolság a mellső- és a hátsó tengely középvonala között mért távolság. Kis tengelytávolságú járművel könnyebb manőverezni, a nagyobb tengelytávolságú járművek pedig kevésbé érzékenyek a bólintó lengésekre. A nyomtáv az azonos tengelyen levő kerekek talpfelület-középpontjának távolsága, amelynek nagysága hatással van a jármű kanyarodási tulajdonságára. Nagyobb nyomtáv esetén magasabb kanyarodási sebességet lehet elérni. A kerékösszetartás a kétoldali keréksíkok kerékpánt-átmérőnyi hosszban vett távolságváltozásának nagysága a vízszintes síkban. A kerékösszetartás feladata a kerékszítálási hajlam megakadályozása nagyobb járműsebességnél. A kerékdőlés a kerék síkja és a jármű menetirányra merőleges sík metszéspontjának a függőlegessel bezárt szöge. A nem megfelelő kerékdőlés rosszabb oldalvezetést, a gumibroncs túlmelegedését és nagyobb mértékű gumibroncskopást eredményezhet. A csapterpesztés a tengelycsonkcsap középvonala és a függőleges által bezárt szög vetülete a menetirányra merőleges síkon. Az utánfutás a tengelycsonkcsap középvonala és a függőleges által bezárt szög vetülete a menetiránnyal párhuzamos függőleges síkon. A csapterpesztés és az utánfutás nem megfelelő értéke nagy kormányzási erőszükségletet, rossz kormány-visszatérítő hatást vagy gumibroncsélettartam-csökkenést okozhat. Kanyarodási szögeltérésnek nevezzük a kétoldali kormányzott kerekek talpfelületének elfordulásiszög-különbségét az egyik kerék 20 fokos bekormányzása esetén. A kanyarodási szögeltérés nem megfelelő értéke növeli a gumibroncskopást, és ívmenetben a jármű kitörhet a kanyarból. A maximális alakormányzási szög a kerék középsíkja és a jármű szimmetriatengelye által bezárt szög, a kerék jobb-, illetve baloldali teljes alakormányzása esetén. Ha az alakormányzási szög két irányban nem egyezik meg, akkor különböző fordulási körátmérő jön létre, jobbra és balra kormányzás esetén [11: 150–154.]. A különböző futóműbeállítási jellemzők között kapcsolat van, ezek nem választhatók el egymástól lényegesen, és bármelyik

eltérése esetén csökken a menetbiztonság, ezért nagyon fontos, hogy ezeket a jellemzőket képesek legyenek a gépjárműtechnikai szakterületen dolgozó szakemberek mérni. Ezeknek a közlekedésbiztonság szempontjából fontos jellemzőknek a mérését teszi lehetővé a diagnosztikalabor fejlesztéseként beszerzett diagnosztikai műszer.

A Fasep ATO.XP futóműállító berendezés alkalmas a személy- és kisteherautók fentebb felsorolt futóműgeometriai jellemzőinek a mérésére (2. kép).



2. kép

Fasep ATO.XP futóműállító berendezés személygépjárművekhez [a szerzők felvétele]

Főbb jellemzői:

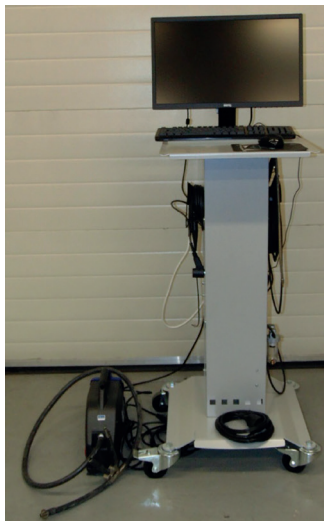
- nagy pontosságú és reprodukálható mérés a teljes futómű geometriatartományában,
- infrasarkan mérési eljárás,
- rádiós jelátvitel (interferenciamentes technológia),
- ergonomikus gördíthető műszerkocsi monitorral, mérésvezérlő számítógéppel,
- magyar nyelvű mérőprogram és adatbázis,
- saját jármű, ügyfél és archív mérési adatbázis létrehozásának a lehetősége,
- a WinTRAX mérőfej alkalmazásának a következtében nem kell elvégezni a kerékütés kompenzálását [19], [20].

AVL DITEST MDS 450 Slim kipufogógáz-elemző berendezés személy- és tehergépjárművekhez

Jelen korunkban a technika hatalmas fejlődésével együtt sajnos megnőtt a károsanyag-kibocsátás is, amelyet szükséges csökkenteni. Egyre többet hallani a városokat ellepő szmogról és a globális felmelegedésről, amelyekért a közúti közlekedés is

felelős. A gépjárműhasználattal együtt a belsőégésű motorban a működés során káros anyagok is keletkeznek, amelyeknek egészségkárosító hatásuk van. A törvényhozók egyre alacsonyabbra helyezik a károsanyag-kibocsátási határértékeket, amelynek célja, hogy a járművek minél kisebb tüzelőanyag-fogyasztással és károsanyag-kibocsátással rendelkezzenek. A gyártók igyekeznek megfelelni a törvényi előírásoknak, amelyeket motoron belüli és motor utáni károsanyag-csökkentési megoldásokkal biztosítanak. Egyes járműhasználat esetén egyértelműen látható, hogy a motor a környezetet erősen szennyezve üzemel (jelentősen füstöl), de a kipufogóból nem látható, viszont akár halált is okozó mérgező anyag is távozhat. Ezek a mérgező anyagok az utastérbe jutva (egy esetleges lyukas kipufogórendszer miatt) hathatnak a járművezetőre, aki akár az uralmát is elveszítheti a jármű fölött, és balesetet okozhat, hathat minden élőlényre, aki azt belélegzi, és károsodást okozhat még az utakat környező növényzetben is. A kipufogógáz káros hatásaira számtalan példát lehetne hozni, ezért annak a fontossága, hogy mindent meg kell tennünk a csökkentésre és a szennyeződés kikutatására, egyértelmű. Nehéz rangsort felállítani a diagnosztikai eljárások között azoknak fontossága szempontjából, de a fenti pár indok alapján is belátható, hogy a károsanyag-csökkentés és a károsanyag mérése kiemelkedő fontosságú. Egy javítóműhely működése elképzelhetetlen mind a benzines, mind a dízel járművek kipufogógázának károsanyagszint-mérése nélkül. A honvédtisztjelöltek képzésében kiváló lehetőséget biztosít a beszerzett új diagnosztikai berendezés, amely minden olyan jellemzővel bír, ami a legkorszerűbb és vélhetően legpontosabb diagnosztikához szükséges [21: 3.], [22: 3.].

Az AVL DITEST MDS 450 Slim kompakt diagnosztikai rendszer alkalmas általános diagnosztikai és műszaki vizsga keretén belüli környezetvédelmi vizsgálat elvégzésére (3. kép).



3. kép

AVL DITEST MDS 450 Slim kipufogógáz-elemző berendezés [a szerzők felvétele]

A diagnosztikai rendszer az alábbi részegységekből áll:

- AVL DITEST GAS 1000 4, illetve 5 gázelemző műszer benzinüzemű motorokhoz,
- AVL DISMOKE 480 füstölésmérő műszer vezeték nélküli kapcsolattal (egy mérőszonda minden járműtípus méréséhez),
- AVL DITEST AUX 1000 fordulatszám-mérés mágneses kopogásszenzorral, univerzálisan csatlakoztatható olajhőmérővel,
- AVL DITEST OBD/VCI 1000 vezeték nélküli OBD-alapú diagnosztikai interfész,
- mérésvezérlő (mini) számítógép,
- AVL XDS 1000 járműdiagnosztikai rendszerteszt szoftver (opcionálisan bővíthető), amely segítségével a hibatárolót ki lehet olvasni, törölni, a működtetőket aktiválni, részegységeket illeszteni és programozni [23: 7–10].

A jármű üzemanyag és emissziós besorolás szerinti pontos adatbevitel alapján a műszer automatikusan elindítja a kipufogógázelemző vagy a füstölésmérő műszert. A mérés során folyamatosan megjelenik az aktuális mérési eredmény, amely kinyomtatható vagy elmenthető. Opcionális kiegészítésekkel további vizsgálatok elvégzésére is alkalmas a diagnosztikai berendezés.

AVL DITEST SCOPE négycsatornás oszcilloszkóp személy- és tehergépjárművekhez

Oscilloszkóp használatára szükség van, ha pillanatszerűen fellépő hibákat szeretnénk diagnosztizálni, vagy pedig járó motoron végzünk dinamikus vizsgálatokat. Az oszcilloszkóp lehetővé teszi a gyorsan változó jelek mérését, a jelalakok vizsgálatát és összehasonlítását, könnyen csatlakoztatható. A modern digitális oszcilloszkóp beállítható kifestő feszültségű méréstartományokkal is rendelkezik, képes a mért jel frekvenciájának, impulzusszélességének és amplitúdójának ábrázolására. Képes a zavarjelek ábrázolására is. Rövid reakcióideje miatt megfigyelhetők az olyan hatások, amelyeket a szerkezeti elemekbe való beavatkozások (csatlakozó lehúzása) hoztak létre. Ozcilloszkóppal a motorvezérlő rendszerek általános állapota is meghatározható [9: 12.].

Az AVL DITEST SCOPE (4. kép) részegységei:

- hálózati és szivargyújtó töltőcsatlakozó,
- USB-kábel a számítógéphez történő csatlakoztatásra,
- 2 m hosszú mérőkábelek a jelek továbbítására,
- AUX-kábel a 100 bar nyomásérzékelő vagy más rendelkezésre álló érzékelő csatlakoztatására,
- nyomásszenzor a levegőnyomás, a gáznyomás, a hidraulika, az üzemanyagnyomás, a nyomás alatti adagoló beállításának és a hűtővízkeringés nyomásának mérésére,
- KV-klipsz a gyújtási feszültség amplitúdójának és a gyújtásrendszer állapotának vizsgálatára,
- hőmérséklet-szenzor a motorolaj és a hűtővíz hőmérsékletének mérésére,
- 100 A méréshatárú áramfogó az áram mérésére, amelyhez az áramkört nem kell megszakítani,
- gyújtás trigger érzékelő [24: 13–21].



4. kép

AVL DITEST SCOPE négycsatornás oszcilloszkóp [a szerzők felvétele]

Gumiabroncs-nyomásmérő és feltöltő, valamint TPMS ellenőrzőberendezés

A gumiabroncs nyomása befolyásolja a gördülési tulajdonságot és az élettartamot. A járművezető néhány tized báros nyomáscsökkenést nem tud érzékelni, viszont ekkor már lényegesen megváltozhat a jármű úttartása. A gumiabroncs ellenőrzését megnehezíti az is, hogy különböző útburkolatokon más lesz a gumiabroncs szemmel látható belapulásának mértéke. A járművezető általában csak akkor veszi észre, hogy nem megfelelő a légnyomás a gumiabroncsokban, amikor már lényegesen megváltozott a jármű úttartása a közlekedés során. Ekkor többnyire már nem menthető a gumiabroncs, az azt ért sérülések miatt, de akár baleset is bekövetkezhet miatta. A biztonságos közlekedés érdekében tudnunk kell indulás előtt és menet közben is folyamatosan ellenőrizni a gumiabroncsokban lévő előírtas nyomás meglétét.

A gumiabroncsok nyomásellenőrzésére a TPMS⁹-rendszerek szolgálnak, amelyek közvetlen (direkt) vagy közvetett (indirekt) módon működnek. Direkt TPMS-rendszer esetében egy külön érzékelő található minden gumiabroncsban, az indirektnél a gumiabroncsok nyomásának ellenőrzése közvetett módon, az ABS¹⁰- vagy az ESP¹¹-rendszeren keresztül történik. A direkt rendszer esetén egy külön nyomásmérő egységet kell a gumiabroncsba helyezni, amely rádiójelek útján továbbítja a mért nyomásértékeket

⁹ TPMS: Tire Pressure Monitoring System (gumiabroncs nyomásellenőrző rendszer).

¹⁰ ABS: Anti-lock Braking System (blokkolásgátló rendszer).

¹¹ ESP: Elektronische Stabilitäts Programm (menetdinamikai szabályozó rendszer).

a műszerfalon elhelyezett kijelzőre. A direkt TPMS-rendszer megbízhatóbb és pontosabb értékeket ad, mint az indirekt rendszer [25: 25–32.].

Az Európai Parlament és a Tanács 661/2009/EK rendelete meghatározza, hogy az összes M1 kategóriájú¹² járműbe megfelelő abroncsnyomás-ellenőrző rendszert kell beépíteni, amely szükség esetén, az optimális üzemanyag-fogyasztás és az útbiztonság érdekében képes a járművezetőt a jármű belsejében figyelmeztetni, ha az abroncsban nyomáscsökkenés lép fel [26: 9. cikk (2) bekezdés].

A gumiabroncs nyomásának közúti közlekedésbiztonságban betöltött fontos szerepe miatt kiemelkedő jelentősége van az ezekhez kapcsolódó diagnosztikai eljárások és új diagnosztikai berendezések megismerésének. A beszerzett gumiabroncs-nyomásmérő és feltöltő, valamint TPMS ellenőrzőberendezés lehetővé teszi, hogy a képzés során a honvédtisztjelölteket felkészítsük erre a fontos diagnosztikai feladatra (5. kép).



5. kép

Gumiabroncs-nyomásmérő és feltöltő, valamint TPMS ellenőrzőberendezés [a szerzők felvétele]

Következtetések

A katonai logisztikai alapképzési szak haditechnikai specializáció páncélos- és gépjárműtechnikai modulján tanulmányokat folytató honvédtisztjelöltek első tiszti beosztásának sikeres ellátásához nélkülözhetetlen a jelen technikai kornak megfelelő korszerű diagnosztikai eljárások ismerete és diagnosztikai berendezések kezelése. A MH-ben rendszeresített gépjárművek korszerű fedélzeti vezérlőegységekkel vannak ellátva és e járművek diagnosztikája és javítása nem nélkülözheti a kiváló szakmai felkészültséggel és tudással rendelkező szakembereket sem. A korábbi évek (évtized)

¹² M1 kategória: személyszállító gépkocsi a gépjárművezető ülésén kívül legfeljebb nyolc ülőhellyel.

képzését nehezítette, hogy új és korszerű diagnosztikai berendezés nem került a tanszékre, vagyis nem volt lényeges diagnosztikai fejlesztés. A 2019-ben megtörtént fejlesztés eredményeként a cikkben felsorolt diagnosztikai műszereket telepítették, amelyek a képzés szerves részét fogják képezni.

Hivatkozások

- [1] J. Gyarmati és R. L. Vég, „A katonai logisztika alapképzési szak páncélos- és gépjárműtechnikai moduljának felépítése a korábbi képzések tükrében, szakmai szemszögből,” *Hadmérnök*, 11. évf. 2. sz., pp. 204–210., 2016.
- [2] I. Sebők és C. Tar, „A katonai alapképzési szak fegyverzettechnikai moduljának felépítése a korábbi képzések tükrében, a szakmai tantárgyakra fordított órarmennyiség szemszögből,” *Bolyai Szemle*, 25. évf. 3. sz., pp. 11–19., 2016.
- [3] 363/2011. (XII. 30.) Korm. rendelet a Nemzeti Közszerződési Egyetemről, valamint a közigazgatási, rendészeti és katonai felsőoktatásról szóló 2011. évi CXXXII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
- [4] I. Sebők, „A fegyver- és fegyverzettechnikai szakemberek oktatásának képzésének vizsgálata az új elvek és irányok tükrében,” *Seregszemle*, 16. évf. 1. sz., pp. 57–63., 2018.
- [5] J. Gyarmati és R. L. Vég, „A katonai logisztika alapképzési szak páncélos és gépjárműtechnikai modulján végzett hallgatók tanulmányi eredményei összehasonlítva a korábbi képzésekkel,” *Hadmérnök*, 14. évf. 1. sz., pp. 42–49., 2019.
- [6] J. Gyarmati, R. L. Vég, E. Hegedűs és G. V. Gávay, „A katonai felsőoktatás részvételének lehetőségei a kutatás-fejlesztési folyamatokban,” *Műszaki Katonai Közlöny*, 28. évf. 1. sz., pp. 193–208., 2018.
- [7] G. V. Gávay, J. Gyarmati, E. Hegedűs és R. L. Vég, „A kutatás fejlesztés szerepe és hatása az oktatásra az NKE HHK Haditechnikai tanszékén,” *Hadmérnök*, 12. évf. 4. sz., pp. 26–33., 2017.
- [8] Robert Bosch GmbH, *Szenzorok a gépjárművekben*. Budapest: Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., 2008.
- [9] Hella KGaA Hueck, *Gépjárműelektronika egyszerűen*. Budapest: Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., 2009.
- [10] Arcanum, „Készség,” *Arcanum*, [Online]. Elérhető: www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-magyar-nyelv-ertelmezo-szotara-1BE8B/k-33922/keszseg-354E9/ (Letöltve: 2019. 12. 19.)
- [11] I. Dr. Lakatos és I. Nagyszokolyai, *Gépjármű diagnosztika*. Budapest: Képzőművészeti Kiadó, 2006.
- [12] F. Dömötör, K. Sólyomvári, Z. Weltsch és B. Vehovszky, *Járműdiagnosztika*. Budapest: Typotex Kiadó, 2011.
- [13] R. L. Vég, „A műszaki diagnosztika szerepe a technikai kiszolgálási és járműjavítási tevékenységben,” *Hadmérnök*, 11. évf. 2. sz., pp. 41–49., 2016.
- [14] 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól
- [15] 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről

- [16] P. Kőfalusi, K. Szócs és F. Varga, *Fékrendszerek*. Budapest: Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., 2004.
- [17] Energotest, *Energó-SM2 jármű lassulásmérő készülék felhasználói gépkönyv*, Budapest: Energotest Diagnosztikai és Automatizálási Kft., 2015.
- [18] Energotest, „Gyorsulásmérő műszer,” *Energotest*, [Online]. Elérhető: www.energotest.hu/jarmuipar-garazsipar/jarmuipar-garazsipar/vizsgasori-kiegeszitok-opciok (Letöltve: 2020. 01. 08.)
- [19] Energotest, *Üzemeltetési és karbantartási utasítás Fasep ATO.XP*. Budapest: Energotest Diagnosztikai és Automatizálási Kft., 2010.
- [20] „Futómű állítás,” *bujakigumi.hu*, [Online]. Elérhető: www.bujakigumi.hu/SZERVIZ/Futomu_allitasjavitas.html (Letöltve: 2020 01. 08.)
- [21] Robert Bosch GmbH, *Benzinmotorok kipufogógáz technikája*. Budapest: Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., 2008.
- [22] Robert Bosch GmbH, *Dízelmotorok kipufogógáz technikája*. Budapest: Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., 2008.
- [23] DITEST Fahrzeugdiagnose GmbH, *Gépkönyv AVL DITEST MDS 450 Slim kompakt diagnosztikai rendszer*, Graz: DITEST Fahrzeugdiagnose GmbH, 2017.
- [24] AVL DITEST, *AVL DITEST SCOPE 1400/1200 Kezelési Útmutató*, Graz: AVL DITEST Graz Ausztria, 2019.
- [25] R. L. Vég és A. Palkovics, „Gumiabroncs nyomásellenőrzése,” *Bolyai Szemle*, 22. évf. 1. sz., 2013.
- [26] Az Európai Parlament és a Tanács 661/2009/EK rendelete (2009. július 13.) a gépjárművek, az ezekhez tervezett pótkocsik és rendszerek, alkatrészeczek valamint önálló műszaki egységek általános biztonságára vonatkozó típus-jóváhagyási előírásokról

Serfőző Kálmán¹

Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei 1.

Possibilities of Risk Based Management of Process Safety in High Risk Plants, Part 1

A szerző kétrészes publikációjában az Amerikai Vegyészmérnök Intézet Vegyi Folyamatok Biztonsági Központja által kidolgozott különböző technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányításának lehetőségeit kívánja bemutatni. A magyar katasztrófavédelmi törvény meghatározó elemei az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek biztonsági irányítási rendszereivel szemben támasztott előírások. A szerző által ismertetett eljárás elemei több, Magyarországon működő veszélyes anyagokkal foglalkozó vállalat által használtak, azonban jogszabályi szinten nem jelenik meg hazánkban ilyen összetett követelményrendszer. Az első cikkben a kockázatalapú folyamatbiztonság elvének általános bemutatása után a technológiai rendszerekre vonatkozó információk meglétének, valamint a változások nyomom követésének fontosságáról, az eszközök minőségének és megbízhatóságának biztosításával kapcsolatos kérdéseiről olvashatunk.

Kulcsszavak: iparbiztonság, folyamatbiztonság, kockázatelemzés

The aim of the author with this two-part publication is to demonstrate the opportunities of introducing the Risk Based Process Safety Management System, originally developed by The Center of Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers. Relevant points of the Hungarian Disaster Management Act regulate multiple aspects of existing safety management systems of high-risk plants. While elements of the process described by the author in this article are currently utilised by numerous high-risk plants in Hungary, the Disaster Management Act fails to provide a comprehensive and complete legal set of requirements. The first part of this article introduces the general principles of Risk Based Process

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

Management, which are followed by the issue of the importance of management of change regarding technology- and process-related information, as well as the importance of the quality and reliability of the equipment.

Keywords: industrial safety, process safety, risk analysis

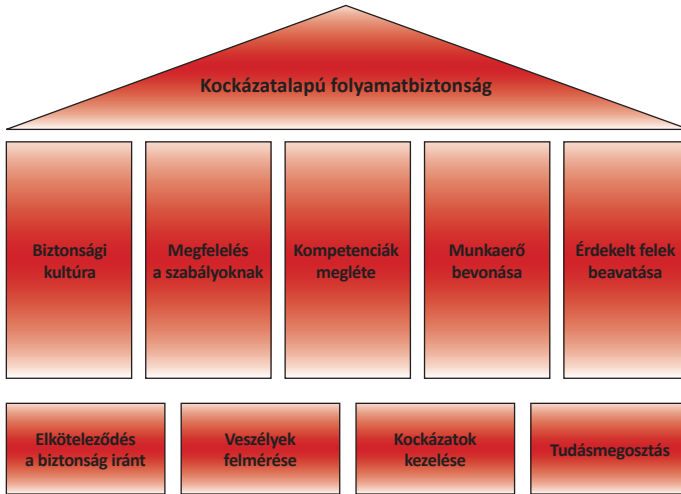
Bevezetés a kockázatalapú folyamatbiztonsági irányítási rendszer ismertetésébe

A veszélyes üzemekben lezajló különböző technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítása az Amerikai Vegyész-mérnök Intézet (a továbbiakban: AIChE) Vegyi Folyamatok Biztonsági Központja (a továbbiakban: CCPS) által kidolgozott eljárási rendszer.

A megközelítés lényege, hogy a különböző folyamatok biztonságossá tételére kockázatalapú stratégiákat és végrehajtási taktikákat szükséges alkalmazni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemelése során. Ezeknek a stratégiáknak és eljárásoknak arányosak kell lenniük az üzemek működéséből eredő kockázatokkal, de az elérhető erőforrásokon, a meglévő folyamatbiztonsági kultúrán alapulnak. Kockázatalapú lehet egy stratégia, ha egy technológiai rendszer vagy egy elvégzett tevékenység saját magára, illetve a környezetére gyakorolt lehetséges negatív hatásai alapján hozzuk meg a döntésünket a szükséges intézkedésekről. A kockázatalapú biztonsági irányítási rendszer egyik lényege, hogy a különböző ipari folyamatok során felmerülő veszélyek meghatározását teszi lehetővé, ezáltal lehetőséget biztosítva a tevékenységből fakadó kockázatok módszeres csökkentésére. Az eljárás legfontosabb célja a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek (tűz- és robbanás, mérgező, maró, környezet- és/vagy egészségkárosító hatású anyagok technológiai rendszerekből történő kikerülése veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemekben) elkerülése. E cél elérésével lehetőség nyílik az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek környezetkárosító hatásainak eredményes csökkentésére azáltal, hogy a létesítmény területén, illetve a környezetében tartózkodókra, valamint az épített és természetes környezetre gyakorolt hatás elfogadható kockázati szintre csökkenhet.

A rendszer alkalmazható minden olyan technológiai egység üzemeltetése során, amely veszélyes anyagot felhasznál, tárol, szállít vagy feldolgoz. A rendszer hatékony működtetéséhez természetesen szükséges bevonni azon kapcsolódó szervezeteket is a folyamatba, akik az előbb említett tevékenységekhez szorosan kapcsolódó beszerzési, karbantartási vagy egyéb feladatot látnak el.

A kockázatalapú folyamatbiztonsági rendszerek fő elemei a CCPS szerint a biztonsági kultúra iránti elköteleződés, a működésből eredő veszélyek és kockázatok megértése, ezeknek a feltárt fenyegetettségeknek a kezelése, valamint a saját magunk és más üzemeltetők tapasztalataiból történő tudásmegosztás és tanulás. Biztonsági kultúra alatt azon viselkedési módokat érthetjük, amelyek az egyének és az üzemeltetésben részt vevő csoportok biztonsághoz való viszonyát, hozzáállását és a biztonságos üzemeltetés iránti elköteleződését írják le.



1. ábra

A kockázatalapú folyamatbiztonsági rendszerek fő elemei (a szerző szerkesztése [1] alapján)

Ahogy az 1. ábrán is láthatjuk, a fenti négy alappillért kiegészíti és támogatja további öt elem, amelyek szintén elengedhetetlenül fontossá váltak a veszélyes üzemek biztonságos működéséhez. Ezen alkotórészek az adott létesítmény biztonsági kultúrája, a műszaki szabványoknak, szabályoknak való megfelelés fontossága, megfelelő kompetenciák megléte, a rendelkezésre álló munkaerő bevonása a folyamatokba, illetve az érdekelt felek megszólítása és beavatása.

Az alábbi publikációban a kockázatalapú folyamatirányítási rendszer elemei mentén kívánom bemutatni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények biztonságos üzemelését elősegítő módszereket és lépéseket.

A technológiai rendszerekkel szemben támasztott biztonsági követelmények

Információk a technológiai folyamatokról

Elengedhetetlen, hogy a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek és létesítmények minden információval rendelkezzenek az általuk használt technológiák, berendezések, eszközök, illetve anyagok tulajdonságairól, emberre vagy környezetre gyakorolt hatásairól. A technológiai egységek biztonságos üzemeltetéséhez fontos, hogy rendelkezzenek azokkal a dokumentumokkal, amelyek elegendő információt nyújtanak a normál üzemmenet fenntartásához vagy egy esetleges veszélyhelyzet kezeléséhez. Ilyen dokumentumok lehetnek főként: „veszélyes anyagok biztonsági adatlapjai, technológiai folyamatok részletes, pontos leírását tartalmazó tervdokumentációk, technológiai utasítások” [1]. A megfelelő minőségű karbantartáshoz pedig elengedhetetlenek az egyes technológiai elemekre elkészített karbantartási utasítások. Meg kell jegyezni,

hogya a külföldről beszerzett eszközöknek, berendezéseknek is szükséges magyar nyelvű dokumentációval rendelkezniük, hiszen a legtöbb esetben az ezeken az egységeken kezelési vagy karbantartási tevékenységet végzők nem beszélnek idegen nyelveket. Rendkívül fontos, hogy a berendezésekkel közvetlen kapcsolatban álló személyzet az anyanyelvén tudjon információkhoz jutni a lehetséges veszélyekről, a szükséges óvintézkedésekről, illetve normál üzemi paramétereikről. Ezen információkról a munkáltatónak kötelessége tájékoztatni rendszeres vagy eseti jelleggel munkavállalóit, illetve az ezeket tartalmazó dokumentumoknak hozzáférhetőnek kell lennie minden érintett számára akár normál üzemmenet, akár üzemzavar vagy veszélyhelyzet alkalmával.

Üzemi technológia

Az első fejezettel szorosan összefügg a létesítményben működtetett konkrét üzemi technológia átfogó ismeretének szükségessége. A technológiai folyamatokról rendelkezésre álló információk alapján az üzemeltetőnek meg kell határoznia a technológiai rendszer biztonságos és hatékony működésének alapfeltételeit. A technológiai és karbantartási utasításokban rögzített feltételek alapján az üzemeltetőnek meg kell határoznia:

- A normál üzemmenetre vonatkozó előírásokat, beleértve a rendszeres vagy eseti ellenőrzési kötelezettségeket technológiai egységekre vagy akár konkrét eszközökre lebontva. A technológiai berendezések indítására, normál körülmények közötti és vészeseti leállítására, az adott eszközök üzemmenet kívül helyezésére vonatkozó előírásokat. Konkrétan szükséges meghatározni a biztonságos üzemmenethez tartozó és folyamatbiztonság szempontjából kritikus üzemi paraméterek értékeit (hőmérséklet, nyomás, a rendszerben jelen lévő anyagok mennyisége, áramlási irányai, összetétele stb.), kinek milyen értesítési vagy beavatkozási feladata áll fenn abban az esetben, ha e paraméterekben változás következik be. Nagyon fontos az, hogy a kezelőszemélyzet tudatában legyen a lehetséges következményeknek, amelyek a biztonságos és ajánlott paramétereken kívüli üzemeltetéssel járhatnak.
- Tervezett leállások, karbantartások során betartandó előírásokat szükséges meghatározni a technológiai egységekre, különös tekintettel az elvégzendő felülvizsgálatok, javítások időbeli ütemezésére. Meg kell határozni, hogy kik és milyen feltételekkel végezhetnek munkát az adott technológiai rendszerekben, ehhez milyen kompetenciák lehetnek szükségesek. Az üzemeltetők kötelessége, hogy a jogszabályok és műszaki előírások alapján meghatározzák az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeit, ezzel óvva a területükön munkát végzők, valamint a létesítmény környezetében élők élet- és vagyónbiztonságát.

Az üzemi technológiákra vonatkozó előírásokat meghatározott időközönként szükséges felülvizsgálnia az üzemeltetőnek, annak érdekében, hogy mindig az elérhető legbiztonságosabb módon történjen az üzemeltetés és karbantartás. E felülvizsgálatokba célszerű bevonni minden érintett felet, különös tekintettel a technológiájában

és karbantartásban jártas szakemberekre, biztonságtechnikai és munkavédelmi szakértőkre.

Változások kezelése

A technológiai rendszerekben különböző okokból időről időre változások következhetnek be. Ahhoz, hogy a biztonságos üzemmenetet garantálni lehessen, ezeket a változásokat kezelni szükséges a változás lehetséges kockázataihoz mérten. Folyamatbiztonságot befolyásoló változások lehetnek például:

- új vagy más anyag használata a technológiában vagy megváltozott összetételű alap- vagy segédanyagok használata, tárolása,
- a meglévő technológiai folyamat megváltoztatása (anyagáramok, felhasználás módjának, helyének megváltoztatása),
- új vagy más típusú technológiai berendezés, gép beépítése, a meglévő technológiai egységek üzemmenetének, üzemi paramétereinek megváltoztatása, biztonsági rendszerek működésének módosítása,
- a kezelést vagy karbantartást végző személyek létszámának, kompetenciájának megváltoztatása.

A változáskezelési eljárás célja annak elkerülése, hogy egy technológiai rendszerben vagy folyamatban anélkül történjenek változtatások, hogy annak kockázatait a technológiához és a folyamatokhoz értő szakértők előzetesen ne elemezzék és értékeljék. Az előzetes kockázatelemzés elvégzésével nyílik lehetőség információkat kapni az újonnan alkalmazandó technológiai folyamatról, ezután lehetséges dönteni arról, hogy szükséges-e, és ha igen, milyen intézkedéseket kell meghozni a kockázatok mérsékléséhez.

„A változáskezelési folyamat fő terméke egy megfelelően felülvizsgált és jóváhagyott módosítási kérelem/javaslat, mely azonosítja és biztosítja a javasolt változásnak megfelelő kockázatkezelési intézkedéseket. A változás kezelési folyamat kimenetelei felhasználhatók más kockázat alapú folyamatirányítási elemek hatékonyságának elősegítéséhez” [2].

A változáskezelési eljárás a strukturált kockázatkezelési programok középpontjában áll, és annak felismeréséből kell kiindulnia, hogy a balesetek lehetőségei mindig fennállnak, függetlenül attól, hogy mennyire automatizálnak egy technológiát. Ezen eljárásokat be kell építeni a létesítmények kockázatkezelési programjába. Megfelelő szakértelemmel és tapasztalattal rendelkező szakértőknek szükséges felhatalmazást adni a változáskezelési eljárások megfelelő dokumentálásának biztosítása érdekében. Szükséges olyan szervezeti struktúrát létrehozni, amelyből egyértelműen kiderül a létesítményben munkát végző minden dolgozó felelősségi köre a változáskezelési eljárásokkal kapcsolatban. A változáskezelési eljárásokhoz kapcsolódva a műszaki előírásoknak való megfelelést már a technológiai egységek tervezésekor, a berendezések specifikációjának megadásakor, valamint a létesítmény építésének szakaszában is ellenőrizni szükséges. Ez rendkívül fontos annak biztosítása érdekében, hogy

e tevékenységeket az elfogadott legjobb ipari módszerekkel, a műszaki előírásokkal, illetve a jogszabályi követelményekkel összhangban végezzék.

Folyamatok kockázatértékelése

Ahogy az az előző fejezetből is kiderült, a veszélyes üzemek működésének kockázatait folyamatosan, az adott technológiai egység teljes életciklusa alatt vizsgálni szükséges. A CCPS szerint a „veszélyazonosítás, vagy kockázatelemzés egy kollektív kifejezés, amely magában foglal minden olyan tevékenységet, amely a létesítményekben a veszélyek azonosítására, illetve a kockázatok értékelésére és kezelésére használunk, az adott technológiai rendszer teljes életciklusa során” [2]. A kockázatok kezelésével biztosítani lehet a munkavállalókra, a lakosságra vagy a környezetre vonatkozó negatív hatások mérséklését és elfogadható szinten tartását. Ezek az elemzések jellemzően három fő kockázati kérdést érintenek olyan részletességgel, amelyek arányosak az elemzési célokkal, az életciklus szakaszával, a rendelkezésre álló információkkal és az erőforrásokkal. A három fő kockázat általában a következő:

- „Veszély: mi hibásodhat meg, mi történhet?
- Következmények: milyen súlyos lehet az esemény?
- Valószínűség: milyen gyakran fordulhat elő?” [2].

E kockázatok eredményeként általában veszélyes anyagok szabadba kerülése, tűz vagy robbanás, személyi sérülések következhetnek be, amelyek veszélyeztethetik a létesítményben lévők vagy akár a környező lakosság életét, illetve vagyonzbiztonságát. A kockázatelemzés során vizsgálni szükséges:

- a technológiai folyamatból fakadó veszélyeket: a rendszerben lévő veszélyes anyagok tulajdonságait, az alkalmazott technológia veszélyeit, az üzemeltetett berendezések és eszközök normál üzemállapottól eltérő működésének kockázatait,
- a létesítményben munkát végző saját munkavállalók, illetve kivitelezők tevékenységéből eredeztethető kockázatok: az előírások szándékolt vagy gondatlanság miatti megszegése, nem kellő gondossággal végzett kezelési vagy szerelési tevékenységek, információk hiányából, szakismeret hiányából adódó események bekövetkezésének lehetőségeit,
- más technológiai egységek negatív hatásait az üzemre.

Az elemzés elvégzésére több nemzetközileg elismert módszert dolgoztak már ki (például HAZOP – Hazard Operability studies: alkalmazott veszély- és működőképesség-elemzés, FMEA – Failure Mode and Effect Analysis: hibamód- és hibahatás-elemzés), de a kockázatértékelő csapatnak azt a módszert kell választania, amely az adott egy- ségre és életciklusra a legjobban alkalmazható [3].

A kockázatelemzési eljárás lefolytatása után veszélyességük és bekövetkezési valószínűségük szerint kategorizált lehetséges eseményeket kell kapni, természetesen dokumentált, az adott üzem illetvekeéseinek számára hozzáférhető módon.

Kitekintés (2. ábra) – „1998-ban nagy erejű robbanás történt, majd tűz keletkezett egy Longford nevű városban található gázfeldolgozó üzemben, Viktória államban, Ausztráliában. Két alkalmazott meghalt, valamint nyolc további dolgozó megsérült a balesetben. Az esemény következtében az egyik gázsztérválasztó technológiai egység megsemmisült, a másik két technológiai rendszer pedig vészleállásra kényszerült, amelynek következtében a gázellátás az egész államban leállt. Emitt 250.00 munkavállalót hazaküldtek munkahelyéről, mivel a gyárak és vállalkozások leállásra kényszerültek a gázellátás megszűnése miatt. Az esemény bekövetkezésének oka egy szivattyú meghibásodása volt, amelynek következtében az előírt üzemi hőmérsékletnél jelentősen alacsonyabb hőmérsékleten üzemelt egy hőcserélő. Ennek következtében a berendezés anyagának jellemzői megváltoztak, a hőcserélő köpenye felrepedt, szénhidrogén került a szabadba, amely később berobbant. A technológiai folyamatra kellő gondossággal elvégzett kockázatelemzés feltárhatta volna ezt a veszélyt. A baleset előtt három évvel korábban tervezték elvégezni a folyamat kockázatértékelését, azonban végül ezt nem történt meg. Ez az eset is jól szemlélteti, hogy a folyamatok kockázat alapú irányítási rendszerében milyen fontos a kockázatelemzések megfelelő időben történő elvégzése, valamint, hogy mind a normál, mind a megváltozott üzemi körülmények kockázatait elemezni szükséges.” [6: 209].



2. ábra

Robbanás utáni tűz az Esso longfordi gázüzemében [4]

Ezen lehetséges események elemzése után olyan intézkedéseket, ajánlásokat szükséges megfogalmazni, amelyek segítségével az adott esemény bekövetkezésének

valószínűsége, illetve az okozott kár elfogadható szintre csökkenthető. Szükséges meghatározni a kockázat azon szintjét, amely felett már nem üzemeltethető egy technológia vagy egy folyamat biztonságosan, tehát a kockázat szintje elfogadhatatlanná válik. Az ajánlásokat és intézkedéseket szükségesség és kritikusság szerint szintén kategorizálni szükséges, például azonnal megvalósítandó, hónapok vagy évek múlva elvégezhető, vagy a következő technológiai leállás, karbantartás, felülvizsgálat során elvégzendő feladatokra. Az elkészített intézkedési tervet minden esetben az üzem felelős vezetőjének szükséges jóváhagynia, a feladatok megvalósulásáért felelős személyeket és határidőket szükséges kijelölni.

A létesítményekkel szemben támasztott követelmények

Minőségbiztosítás

Folyamatbiztonsági szempontból a minőségbiztosítási eljárások célja a különböző, folyamatbiztonság szempontjából kritikus technológiai egységek, gépek, berendezések műszaki szempontú megfeleltetése a legjobb műszaki és mérnöki gyakorlatoknak, illetve jogszabályi előírásoknak. Ahogyan azt a változások kezelésénél is említettük, rendkívül fontos, hogy egy új technológiai elem esetén már a tervezésnél és beszerzésnél, egy meglévő berendezés felújítása, javítása során pedig már a karbantartási munkálatok során is ellenőrizzék a műszaki paramétereknek való megfelelést. Már a tervezés során ellenőrizni szükséges, hogy megfelelő üzemi specifikációk alapján történik-e a tervezés, illetve hogy a gyártás, a szállítás és a raktározás során betartják-e a minőségbiztosítási előírásokat [3].

„A minőségbiztosítási eljárások célja azt vizsgálni, hogy az esetlegesen hibásan megadott adatok, vagy rossz gyártási technológia, nem megfelelő raktározási körülmények okán milyen minőségügyi romlás lehetséges az adott eszközön, ezen változások hatására milyen folyamatbiztonsági esemény következhet be.” [2]. A fenti célok elérése érdekében az üzemeltetőnek folyamatosan szükséges nyomon követnie az általa megrendelt eszközbeszerzések, javítások, kivitelezési munkák minőségügyi paramétereit, meg kell győződnie arról, hogy a technológiába beépítendő eszközök megfelelnek az előírásoknak.

Eszközök állapota és megbízhatósága

A technológiai rendszereket alkotó különböző eszközök, gépek, berendezések állapotát teljes élettartamuk alatt folyamatosan szükséges ellenőrizni, megbízhatóságuk különösen fontos veszélyes anyagokat tartalmazó technológiai egységek esetén. E célok elérése érdekében, a minőségbiztosítási elvekkel összhangban az üzemeltetőnek szükséges eljárásokat kidolgoznia az eszközök karbantartásának és üzemeltetésének módjaira, a meghatározott ellenőrzések és felülvizsgálatok ütemezésének biztosítására.

Kitekintés: "A berendezések meghibásodása számos balesetet okozott már a feldolgozóiparban. Ha nem ismerjük fel kellő időben a meghibásodásra utaló jeleket az könnyen folyamatbiztonsági eseményhez vezethet. Például, 1984. november 19-én reggel, egy mexikói finomítóban könnyű szénhidrogéneket szállító csővezeték elrepedt, mivel a korrózió okozta anyagvesztés elgyengítette a csőfalat. A kiáramló szénhidrogének a szabadon gyorsan gyújtóforrást találtak, ami tűz- és robbanássorozatot idézett elő. Az esemény hatására körülbelül ötszáz ember vesztette életét." [6: 317]



3. ábra

*Robbanássorozat utáni tűz a San Juanico gáztároló létesítményben, Mexikóváros mellett
1984. november 19-én [5]*

Kiemelt fontosságú téma a kielégítő minőségű karbantartás megtervezése. Az üzemeltetőnek szükséges olyan karbantartási stratégiát megválasztani, amelynek segítségével legeredményesebben tudja biztosítani az eszközök megbízhatóságát. A különböző karbantartási stratégiák lehetnek például az úgynevezett tervszerű megelőző karbantartás, a megbízhatóságon alapuló karbantartási stratégia vagy a veszélyes anyagokat tartalmazó berendezések esetén kevésbé célszerű módszer, a meghibásodásig történő üzemeltetés. Veszélyes ipari létesítmények esetén mindenképpen szükséges olyan stratégia kialakítása, amelynek segítségével még a meghibásodás előtt képesek elvégezni a szükséges javításokat, ezzel elkerülhetővé téve az esetleges üzemzavarokat. Ehhez olyan diagnosztikai rendszerek, adatbázisok szükségesek, amelyek segítségével nyomon követhető legalább a kulcsfontosságú, veszélyesnek minősített berendezések üzemi paramétereinek változása. Az adatbázisok elemzéséhez természetesen megfelelő szaktudással rendelkező karbantartókra, szakemberekre van szükség, akik érdemben tudják megtervezni ezen információk alapján a szükséges karbantartási műveleteket.

A témához szorosan kapcsolódó probléma a karbantartási tevékenységet végző élő munkaező megfelelő szakképesítésének fontossága. Az üzemeltetőnek meg kell győződnie arról, hogy az általa megbízott karbantartó erők a műszaki és jogszabályi előírásoknak megfelelően végzik tevékenységüket, tehát ezen a területen is szintén nagy jelentőséggel bír a minőségbiztosítás kérdése.

Ellenőrzési folyamatok

Kitekintés: A Longford gázüzemben történt, már ismertett esemény bekövetkezése is szorosan kapcsolódik a folyamatok kockázatalapú biztonsági irányításához: „Az üzemeltető vállalat által hat hónappal a robbanás előtt lefolytatott ellenőrzése megállapította, hogy a gázüzem sikeresen implementálta a folyamat biztonsági irányítási rendszert. Azonban az Ausztrál állami szervek (Royal Commission) által később kivizsgálta a robbanást és több jelentős hiányosságot tárt fel a kockázatok azonosítása, a munkaező továbbképzése, az üzemeltetési előírások, a dokumentumok kezelése és a kommunikáció területén. Ezeket a régóta fennálló problémákat az előző – üzemeltető által elvégzett – audit nem tárta fel” [6: 599].

A folyamatok kockázatalapú biztonsági irányításának rendszerét folyamatosan ellenőrizni szükséges a hatékony és megbízható működés érdekében. „A felülvizsgálati tevékenység célja a megfelelő biztonsági teljesítmény elérése után a hatékonyság fenntartása, vizsgálata és mérése” [2]. A megfelelés ellenőrzésére különböző típusú auditok alkalmazhatók, úgymint például belső önellenőrzési auditok, keresztauditok. Ilyen belső felülvizsgálatokat olyan, az üzemeltető által megbízott személyek végezhetnek, akik kellő mélységű ismeretekkel rendelkeznek a folyamatbiztonsági irányítási rendszerről, a vizsgált technológiai folyamatról és rendszerről. A saját technológiai egység úgynevezett önértékelő felülvizsgálata mellett célszerű olyan keresztauditok elvégzése is, ahol nemcsak az adott működési területen dolgozó auditorok végzik az ellenőrzést, hanem más-más üzemért felelős szakértők folytatják le a vizsgálatot. Felülvizsgálat elvégezhető külsős szakértői csoport által is, ebben az esetben célszerű olyan szolgáltatót igénybe venni, aki nagy tapasztalattal bír az ipari folyamatok biztonságának területén, megfigyelésével és ajánlásaival hozzá tud járulni a létesítmény még biztonságosabb üzemeltetéséhez.

„Az ellenőrzéseket előre meghatározott szempontok, kérdéslisták alapján célszerű lefolytatni, ezzel biztosítva, hogy a vizsgálat kiterjed a rendszer minden lényeges elemére, illetve, hogy minden ellenőrzés kellő alaposággal történjen meg” [1]. Akár belső megbízottak, akár külsős szolgáltató végzi a folyamatbiztonsági auditot, szükséges az adott technológiai egység üzemeltetőinek, technológusainak részt venni az ellenőrzésben. A feltárt észrevételeket, hiányosságokat vagy akár pozitív megfigyeléseket az auditjelentésben rögzíteni szükséges, majd a felmerült kockázatokat vagy veszélyeket súlyosság szerint kategorizálni kell. A nem elfogadható megfigyelésekre javítóintézkedések meghozatala szükséges, határidő és felelős megadásával, majd a riportot a technológiai egység felelős vezetőjének kell jóváhagynia. A biztonsági auditok eredményeként született javítóintézkedések megvalósulását az üzemeltetőnek

kell nyomon követnie, illetve meghatározott időközönként elengedhetetlen az ellenőrzések újbóli lefolytatása.

Következtetések

Publikációm első részében ismertettem és elemeztem az Amerikai Vegyészmérnök Intézet által kidolgozott technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerének általános alapelveit, amelyek a biztonsági kultúra iránti elköteleződés, a működésből eredő veszélyek és kockázatok megértése, a feltárt fenyegetettségek kezelése, valamint a saját magunk és más üzemeltetők tapasztalataiból történő tudásmegosztás és tanulás. A négy alappillért kiegészíti és támogatja további öt elem, amely alkotórészek az adott létesítmény biztonsági kultúrája, a műszaki szabványoknak, szabályoknak való megfelelés fontossága, megfelelő kompetenciák megléte, a rendelkezésre álló munkaerő bevonása a folyamatokba, illetve az érdekelt felek megszólítása és beavatása. E vezérelvek segítségével biztosítható az ipari létesítmények folyamatbiztonsági eseményektől mentes üzemeltetése, valamint így eredményesen kerülhetők el a veszélyes anyagokkal kapcsolatos ipari balesetek.

Rendszereztem a technológiai rendszerekkel szemben, valamint a létesítmények működésével kapcsolatban támasztott biztonsági követelményeket a technológiai folyamatokkal, az üzemi technológiával és a változások kezelése lehetőségeinek kidolgozásával. Konkrét példákon keresztül igazoltam, hogy a veszélyes üzemek működése során különösen fontos a folyamatok kockázatelemzése, az eszközök minőségének, megbízhatóságának és megfelelő állapotának biztosítása.

A technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszerének vizsgálata után elmondható, hogy a rendszert kidolgozók ajánlásainak és előírásainak követésével jelentősen csökkenthetők a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek működésének kockázatai. A biztonságos üzemeltetéshez szükséges folyamatos kockázatelemzéssel, minőségbiztosítási eljárásokkal, valamint a jól kidolgozott képzési és ellenőrzési eljárások végrehajtásával lehetőség nyílik az ipari balesetek megelőzésére. A fenti eljárások célja kell, hogy legyen csökkenteni az iparbiztonsági szempontból veszélyes üzemek és létesítmények mind épített, mind természeti környezetünkre gyakorolt károsító hatásait.

A cikk következő részében tovább folytatom a technológiai folyamatok kockázatalapú biztonsági irányítási rendszere részleteinek példákon és megtörtént eseteken alapuló kidolgozását és ismertetését.

Hivatkozások

- [1] H. R. Greenberg and J. J. Cramer, *Risk assessment and risk management for the chemical process industry*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [2] Center for Chemical Process Safety, *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Hoboken N. J.: Wiley-Interscience, 2007.

- [3] D. A. Crowl and J. F. Louvar, *Chemical Process Safety fundamentals with applications*. Boston: Pearson Education Inc., 2011.
- [4] "A fire burns in a pump room at Esso Longford gas plant," *abc.net.au*, 2018. [Online]. Elérhető: www.abc.net.au/news/2018-09-25/longford-gas-plant-fire/10301942 (Letöltve: 2019. 11. 10.)
- [5] "San Juanico disaster," *alchetron.com*, 2018. [Online]. Elérhető: <https://alchetron.com/San-Juanico-disaster> (Letöltve: 2019. 11. 10.)
- [6] Center for Chemical Process Safety, *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Hoboken: Wiley, 2007.

Attila Csóka¹

CBRN Decontamination Tasks Supporting Rescue and Extraction Missions in CBRN Environment

ABV-mentesítési feladatok ABV-környezetben
végrehajtott mentés és kivonás támogatása során

“Search and Extraction” is a NATO capability requirement without definition. The study shows the civilian search and rescue team requirements based on the Guidelines of the International Search and Rescue Advisory Group. A new definition is proposed: “Rescue and Extraction”. In the main part of the study the problems of CBRN decontamination of vehicles, equipment and personnel during a Rescue and Extraction task are discussed.

Keywords: CBRN decontamination, Search and Rescue, Rescue and Extraction, INSARAG

A kutatás és kivonás NATO-képességek követelmény, definíció nélkül. A tanulmány bemutatja a civil kutató-mentő csoportok követelményeit a Nemzetközi Kutató-Mentő Tanácsadó Csoport iránymutatásai alapján, továbbá egy új meghatározás-javaslatot alkalmaz, úgymint mentés és kivonás. A tanulmány fő részében a mentés és kivonás során a járművek, felszerelés és személyek ABV mentesítésének problémáit tárgyaljuk.

Kulcsszavak: ABV-mentesítés, kutatás és mentés, mentés és kivonás, INSARAG

¹ Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence Centre of Excellence, Concept Development and Experimentation Section Chief, University of Public Service Doctoral School of Military Sciences, PhD student, email: csoka.attila@yahoo.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9873-0789>

Foreword

Regarding the dual use of military assets for both security and humanitarian/disaster relief purposes, one needs to understand the role of the military in modern societies. Large-scale disasters showed that military support was sometimes the turning point towards more effective relief efforts (e.g. Tsunami 2004/2005, Haiti earthquake 2010). Considering the collapsed buildings, there is only a minor difference between the consequences of an earthquake and, for example, bombing.

The North Atlantic Treaty Organization Military Committee identified the need for NATO to have the ability to conduct "Search and Extraction" missions to recover military and non-military personnel from a CBRN² environment. Neither the requirements for "Search and Extraction in a CBRN environment" nor the need to exploit unmanned systems in CBRN Rescue and Extraction are defined.

The terminology itself can cause misunderstanding, thus the meaning of the following words must be clarified: search, extraction, rescue, recovery. Several statements in this article are based on the outcome of the Search and Extraction Discovery Experiment workshop (6–7 November 2019) which was held in the Joint CBRN Defence Centre of Excellence in Vyskov, Czech Republic, and of which the author was the chairman.

Amongst the problems to be faced on the field regarding this activity, the essay focuses on the challenges posed by the different types of decontamination, therefore the detailed task organisation, additional equipment, capabilities, various additional supporting professionals such as guard-, EOD³, or MILENG⁴ subunits, or any affected non-governmental organisations will not be discussed in detail.

General characteristics of urban search and rescue

"The International Search and Rescue Advisory Group (INSARAG) is a global network of more than 90 countries and organisations under the umbrella of the United Nations. INSARAG deals with urban search and rescue related issues, aiming to establish minimum international standards for Urban Search and Rescue (USAR) teams and a methodology for international coordination in earthquake response, based on the INSARAG Guidelines endorsed by the United Nations General Assembly Resolution 57/150 of 2002, on 'Strengthening the Effectiveness and Coordination of International Urban Search and Rescue Assistance'." [1]

The INSARAG Guidelines consist of three volumes. Volume I: Policy contains the methodology for USAR operations. Volume II: Preparedness and Response, with 3 manuals (A: Capacity Building, B: Operations, C: External Classification and Reclassification), provides procedures for USAR tasks and describes the standards for a USAR team. Training, readiness, classification and operations are also detailed in

² Chemical, Biological, Radiological and Nuclear.

³ Explosive Ordnance Disposal.

⁴ Military Engineer.

these volumes. Volume III: Operational Field Guide provides TTPs⁵ for tactical (field) level training sessions and missions.

The INSARAG Guidelines determine three types of USAR teams: light, medium and heavy, whose minimum capabilities are as follows:

Light USAR teams

"Light USAR teams have basic or minimal operational capabilities in terms of rescue equipment, knowledge and competencies, and do not necessarily all five key USAR components (management, search, rescue, medical and logistics). However, light USAR teams are usually able to assist with the surface search and rescue of victims in the immediate aftermath of a sudden-onset structural collapse disaster. Due to their limitations, light USAR teams do not partake in the INSARAG External Classification (IEC) process and therefore do not normally deploy internationally." [2: 20] There is no required decontamination capability, only identification and isolation of hazardous materials. They are able to follow the Emergency Response Guide (ERG).

Medium USAR teams

"A medium USAR team comprises the five components listed above and has the ability to conduct complex technical search and rescue operations in collapsed or failed structures of heavy wood and/or reinforced masonry construction, including structures reinforced and/or built with structural steel. They must also conduct rigging and lifting operations. A medium USAR team is expected to have the operational capability to work only at one worksite." [2: 20] According to the INSARAG guidelines, [3: 85] household chemical identification, isolation and gross decontamination is required.

Heavy USAR teams

"Heavy USAR teams comprise the five components listed above and have the operational capability for complex technical search and rescue operations in collapsed or failed structures, particularly those involving structures reinforced and/or built with structural steel." [2: 20] They must also conduct rigging and lifting operations. A heavy USAR team is expected to have the equipment and manpower to work in a technical capacity at two worksites simultaneously. Generally, an assignment of this sort would last longer than 24 hours. "Recognition and use of USAR team personal protective equipment," furthermore, "gross and technical decontamination procedures and systems" is required. [3: 86]

The INSARAG guidelines contain a paragraph about Hazardous Materials Operations, but there are no details of CBRN decontamination except general

⁵ Tactics, techniques and procedures.

requirements, such as: "establishing decontamination sites – including the appropriate disposal of contaminated run-off, ensuring the decontamination of assigned tools and equipment, including protective clothing and ensuring the decontamination of assigned transportation vehicles." [4: 75] The INSARAG guidelines refer to civil environment. Further details need to be defined regarding military activities due to the likely contamination of personnel, equipment and vehicles in a CBRN hazard area. Feasible decontamination procedures should be set up due to the special decontamination needs of casualties, life-saving-, and rescue equipment and vehicles. The rescue of non-military personnel is also a challenge; they are not aware of decontamination procedures; they do not have standard protective equipment and the language barrier can make communication difficult.

As an international example, disaster relief is an essential element of the Austrian Armed Forces' operational tasks. CBRN-defence forces, engineers and other military elements are a vital part of Austria's national disaster management system. Austrian Forces Disaster Relief Unit's (AFDRU) main tasks are the rescue of humans from life-threatening situations as well as lifesaving activities after natural or technical disasters ranging from earthquakes, chemical disasters to accidents in nuclear power plants. AFDRU's structure is modular. The team size and composition vary from scenario to scenario. For each deployment of AFDRU, the structure is tailored to the needs and the requirements in the affected country, but the main elements of the capability are: a CBRN reconnaissance platoon, a CBRN decontamination platoon, a USAR platoon (based on CBRN soldiers) and a water purification platoon. [5]

Hungary represents a different approach. USAR teams are subordinated to the National Directorate General for Disaster Management of the Ministry of Interior. The Hungarian National Organisation for Rescue Services (HUNOR) is a qualified heavy USAR team and the medium USAR capability is the Hungarian National Integrated Organisation for Rescue Services (HUSZAR). The Hungarian Defence Forces has 47 specialised teams designated to disaster management, but there is no USAR team.

As the scenario of "CBRN Rescue and Extraction" (as well as Rescue and Extraction in a non-contaminated area) can vary in scale, the only solution is to assemble a Task Force, which is to be tailored in accordance with the respective conditions. In the course of concept or doctrine development regarding "Rescue and Extraction" it has to be defined what components a "CBRN Rescue and Extraction Task Force" should consist of. In accordance with AJP 3.14 (A),⁶ NATO led forces have to be trained and capable to conduct light rescue [6: 4/9]. This capability can be assessed as a kind of "all arms" capability but does not go further than an initial capability. This also concurs with INSARAG light teams and lays the basis for a potential Task Force, but AJP 3.14 (A) (or any other NATO documents) do refer to medium or heavy teams as described in the INSARAG Guidelines.

In a CBRN environment the activity is supported by CBRN units, which have to include a CBRN decontamination capability as well.

⁶ Allied Joint Doctrine for Force Protection.

Terminology

“Search and extraction” is not a NATO-agreed term and finding the appropriate meaning will lead to confusion. “Search and Rescue” is a NATO-agreed term and clearly identifies the needs: “The use of aircraft, surface craft, submarines, specialized rescue teams and equipment to search for and rescue personnel in distress on land or at sea.” [7: 114] It does not exclude the mission in a CBRN environment either. Additionally, looking at this term from a comprehensive approach, “Search and Rescue” is a commonly used term in INSARAG Guidelines [2: 4] which are mainly about USAR and are focused on the deployment of troops specially equipped for rescuing people after earthquakes in a mostly peaceful environment.

Considering the current terminology, a new term must be found for the activity of “rescuing and extracting personnel out of a CBRN contaminated area” by the JCBRN Defence Capability Development Group (JCBRND CDG) Doctrine and Terminology Panel. The proposed term to be defined is: “CBRN Rescue and Extraction”. This “CBRN Rescue and Extraction” should be a specific case of “Rescue and Extraction”. Subsequently, the adjustment of the related AJP⁷s and ATP⁸s should be initiated by JCBRND CDG and the nations should make the adjustments.

CBRN decontamination requirements and responsibilities during a CBRN rescue and extraction mission

According to NATO, AJP-3.8, “Hazard management is an enabling component where forces seek to avoid contamination, recover personnel, regenerate equipment and restore infrastructure to maintain or re-establish operational tempo and effectiveness” [8: 2/9]. Hazard management consists of pre-CBRN incident and post-CBRN incident measures. Keeping in mind the fundamental rule, the aim is not the elimination of the hazard but hazard management.

Use of CBRN weapons creates unique residual hazards that may require decontamination. In addition to the deliberate use of these weapons, collateral damage, natural disasters and industrial emissions may also require decontamination. “Against the background of the increasing number of terrorist attacks, effective CBRN defence is of principal importance for the armed forces as well as for civil defence and disaster management units.” [9: 26]

Immediate decontamination

If prevention fails, a CBRN event occurs, we face the challenge of contamination and, as a first step, immediate decontamination is needed.

⁷ Allied Joint Publication.

⁸ Allied Tactical Publication.

Immediate decontamination can be carried out by every soldier upon becoming contaminated and may include decontamination of some personal clothing and/or equipment. The aim of immediate decontamination is "to save lives, minimise casualties and limit the spread of contamination; nevertheless personal protection must be sustained." [10: 10/18] Immediate decontamination will be conducted right after the skin (or the equipment mentioned above) has been contaminated. The responsibility to conduct it is every soldier's duty. This responsibility requires proper knowledge and useable, effective decontamination equipment. Acceptable response by the soldiers in case of contamination cannot be conducted without the knowledge of the immediate decontamination procedure, therefore the CBRN defence survival standards of proficiency for non-CBRN specialists, ATP 3.8.1. VOL III.⁹ requires "carrying out an immediate individual decontamination drill and non-specialists must be able to recognise or detect chemical agent contamination and perform immediate personal decontamination of skin, clothing, personal equipment, individual weapon and position, vehicles and crew-served equipment." [11: 2/3]

If soldiers are in a situation where they need to be rescued and extracted, the circumstances are more difficult. The movement of the soldiers might be limited, the immediate decontamination kit may be out of reach, but their survival depends on the appropriate use of the IPE¹⁰ and on immediate decontamination. These circumstances emphasise the importance of CBRN training.

Rescue and extraction personnel have a dual task regarding immediate decontamination. They have to be able to carry out their own immediate decontamination. Beyond this, they are responsible for the immediate decontamination of the rescued and extracted personnel if they are unable to do so themselves, because they do not have an immediate decontamination kit (in case of non-military personnel as well) or because the rescued/extracted person is unconscious. That means they have to be aware of the contamination of the rescued/extracted person and should have an additional decontamination kit for this kind of a situation.

The next question is time management. Conducting immediate decontamination in a CBRN hazard area may save the life of the decontaminated person but might pose a risk to the lives of both the other rescued/extracted person(s) and the lives of the rescuing/extracting personnel. The rescue/extraction personnel have to wear IPE and the other rescued persons can receive both gas masks and chemical splash covers or even regular IPE if they are not protected, but a confirmed contaminated person cannot be left without decontamination.

Operational decontamination

The aim of operational decontamination is "to remove or neutralize contaminants from the equipment, crew-served weapons, and vehicles that must be used by the unit in the execution of its operational role, in order to limit the spread of contamination."

⁹ Allied Tactical Publication, CBRN defence standards for education, training and evaluation (April 2011).

¹⁰ Individual Protective Equipment.

[10: 10/18] Usually operational decontamination is a procedure where the tires and those parts of the vehicle are decontaminated which need to be touched by the crew during the operation. It also includes the decontamination of the worn IPE (gloves, boots, masks).

When discussing operational decontamination, it is obvious that during a rescue and extraction task the only objects of it are the vehicles of the search and rescue team arriving from the hazard area and preparing for the next entry. We have to ask the question: is time-consuming (even minutes can cost lives) decontamination worth the delay? The rescue team is under time pressure and without doubt, the vehicle (either aerial or ground vehicle) will go back into the contaminated area immediately after decontamination. I recommend not dealing with this decontamination phase, or at least examining whether it is necessary.

For the handover/takeover of the rescued and transported persons an exchange zone has to be set up. This type of exchange zone is described in detail in ATP-88 Ed.A(1)¹¹ [12: 3/4], but the main principle applies to ground vehicles as well. The vehicle moves between the contaminated area and the exchange zone and both the crew and the vehicle will only be decontaminated after the completion of the task. The exchange zone has to be outside the hazard area but in the dirty part of the decontamination site and has to have a controlled road connection with the pre-decontamination staging area of the decontamination site. To designate the same area for staging and exchanging may cause confusion among the waiting troops due to vehicle movement, the transportation of the deceased and the casualties on various other routes, and therefore it is not recommended. In addition, if the transportation is done by an aerial vehicle, the idea of the common area is even worse.

Thorough decontamination

Personnel decontamination

After immediate decontamination, personnel decontamination is needed to prevent the loss of soldiers or non-military personnel. Before the discussion of personnel decontamination another fact has to be taken into consideration, namely the procedure in case of casualties.

There are two types of methods regarding this issue: the "scoop and go" and the "stay and play" methods.

The basic difference is the place of the treatment. According to the "scoop and go" method, injured people are collected and, after a short emergency treatment if necessary, they are transported to medical facilities. Basically, the patient is transported to the doctor. According to the "play and stay" method the procedure is vice versa, the doctor is transported to the injured who receives medical treatment on the spot. [13: 188]

¹¹ Allied Tactical Publication 88 Edition A (1) Chemical, Biological, Radiological, Nuclear (CBRN) hazard management for airlift operations.

During a "rescue and extraction" mission, the methods used change in the different phases of the mission. In the hazard area, during the lifesaving phase the "scoop and go" policy has to be followed. It does not make sense to risk the lives of the medical personnel by taking them into the hazard area and it is not reasonable to spend there more time than necessary. However, CBRN contaminated personnel cannot be transported to any medical facility without decontamination.

A decontamination site is needed outside the hazard area.¹² Every person (it does not matter whether military or civilian, own troops, allies or neutral) has to be decontaminated if the situation allows.

Medical personnel support the personnel decontamination even in case of no casualties. When the decontamination unit prepares for the support of a rescue and extraction mission, the probability of there being wounded personnel is higher and therefore higher standard medical support is needed. These medical personnel have to be prepared to conduct medical triage. In case of mass casualties, decontamination triage is also needed to reduce the pressure on the decontamination line. This decontamination triage has to be conducted in the dirty place of the decontamination site. Before decontamination it may be necessary to provide emergency medical treatment.

General decontamination sites consist of a personnel decontamination station and several vehicle and equipment decontamination stations, but they are not automatically prepared for casualty decontamination.

The approaches of nations to casualty decontamination are different,¹³ but the statement of the AJP-3.8 is clear: "Medical forces are responsible for CBRN casualty HM,¹⁴ including procedures for the decontamination of casualties." [8: 2/10] When the task is rescue and extraction from a CBRN hazard area, the probability of many contaminated deceased personnel is high. They have to be decontaminated after the casualty decontamination is done. Out of reverence the deceased have to be decontaminated in the casualty decontamination station operated by medical personnel.

Equipment decontamination

A regular decontamination site has the capability to decontaminate both general and sensitive equipment. The existing procedures provide adequate solutions to conduct these subtasks. Sensitive equipment decontamination is still a challenge, but there are several solutions to do it in a sufficient way.¹⁵ What needs to be examined is the special rescue equipment. For example, contaminated ropes used during rescue in a CBRN hazard area should not be decontaminated. There is no prewritten recipe

¹² The decontamination site is divided into a clean and a dirty part, but the whole decontamination site has to be set up in an originally non-contaminated place.

¹³ For example, in Hungary the CBRN battalion has equipment to decontaminate wounded personnel.

¹⁴ Hazard management.

¹⁵ Plasma technologies (the use of ionized gas, made by discharge or electric arc, to destroy biological and to some extent chemical agents by oxidation) or vacuum technology (the use of extremely high vacuum and radiant heat to decontaminate chemical agents, while nebulised disinfectant is used for bio agents).

for what has and what does not have to be decontaminated after the task has been completed; it is decided based on the situation. The main principle should be to have the courage to decide to destroy the equipment and cause loss of equipment rather than causing loss of personnel.

Vehicle decontamination

The decontamination site must ensure the decontamination of the vehicles of the rescue and extraction team and those vehicles that come out of the hazard area.

In the case of ground vehicles, the general procedures of the decontamination unit can be applied. The challenge is the decontamination of an aerial vehicle.

General caustic decontaminants corrode metal, rubber and plastic. Non caustic decontaminants should be used or can be substituted for with soap and water, kerosene or diesel fuels. [14: 7/2]

Even though, due to the speed of these vehicles and the rotor airflow, the evaporation rate increases in the exterior of the vehicle, there are remaining agents. During a rescue and extraction task the interior is expected to be contaminated as well, so flying out from the hazard area with open doors may increase the evaporation. New contamination during the flight is not likely owing to the air stream and the altitude.

The area of the aerial vehicle (helicopter) decontamination station has to be chosen wisely. There are several options:

1. The vehicle (and the crew) is decontaminated in a previously used decontamination site close to the area of the task.
 - Advantage: Already set up decontamination infrastructure, there is no loss of time.
 - Disadvantage: The surface has to be appropriate for the movement of the vehicle on the ground from the landing point to the decontamination station. The vehicle cannot land at the decontamination station because of contaminated equipment and water collection points which are already there.
2. The vehicle is decontaminated at a new decontamination station on the same site as was used during the execution of the task.
 - Advantage: There is no previously contaminated decontamination station so the helicopter can land at or very close to the place of decontamination. If the capability of the supporting decontamination unit allows, the decontamination station should be prepared ahead of the need for decontamination and thus the loss of time is avoided.
 - Disadvantage: Due to the landing helicopter, the vehicle decontamination station has to be set up at a safe distance both from the personnel decontamination station, which necessitates a longer walk for the crew, and from the designated clear area of the decontamination site.
3. The vehicle is decontaminated at the landing point (exchange zone). The decontamination unit sets up and prepares itself for the decontamination after the vehicle has landed.

- Advantage: Less chance of area contamination.
 - Disadvantage: It is time-consuming and exhausting to set up a decontamination station in IPE and there is a high probability of the contamination of the vehicles, equipment and personnel of the supporting CBRN unit. This method has not been used recently.
4. The aerial vehicle is decontaminated in a distance from the area of operations on a well-prepared decontamination site by a different supporting unit.
- Advantage: The chosen decontamination site can have advanced infrastructure. The decontamination personnel are not exhausted, and not affected by the presence of the deceased and the casualties. During the movement at high speed, faster evaporation can be expected.
 - Disadvantage: Cross contamination is likely.

Conclusion

Being capable of conducting proper immediate decontamination, having effective IPE and being able to use it are all vital to ensure survivability. From a CBRN decontamination point of view, rescue and extraction is a different task from general decontamination. In case of contamination of rescue personnel, casualties, deceased, the exterior and the interior of a helicopter or a ground vehicle, the decontamination is not basic level task. Automatism, patterns or templates cannot be used, because every situation is different. There is a need to find milder systems for the decontamination of operational critical equipment. For the decontamination of the deceased, psychological preparation of the decontamination personnel is needed. There is also a need to find systems which can work in case of both trauma patients and CBRN agent contamination.

The subject matter experts of the Hungarian Defence Forces CBRN and Special Operations Forces (SOF) have been working on the feasible and suitable CBRN support of different levels of SOF units. Rescue and Extraction tasks (considering personnel recovery tasks as well) from a CBRN hazard area form part of the possible cooperation, therefore the elaboration of the details is an interdisciplinary responsibility (involving other professionals as well, like the members of the recommended TF).

There is place for improvement. The transformation of NATO results in new requirements, and these requirements are becoming more and more complex. Professions and organisations, irrespective of whether they are supporting or supported, force users, force providers or force developers, have to examine the limits of their capabilities and revise their thinking in order to explore new areas.

References

- [1] "International Search and Rescue Advisory Group," *International Search and Rescue Advisory Group*. [Online]. Available: www.insarag.org. [Accessed Oct. 10, 2019].
- [2] International Search and Extraction Advisory Group, "INSARAG Guidelines Volume I: Policy," *International Search and Extraction Advisory Group*, 11 February

2015. [Online]. Available: <http://portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/9aapqmXeE4G5bvo>. [Accessed Apr. 22, 2020].
- [3] International Search and Rescue Advisory Group, "INSARAG Guidelines Volume II: Preparedness and Response Chapeau Manual A: Capacity Building." *International Search and Rescue Advisory Group*, 11 Febr. 2015. [Online]. Available: http://122.155.1.141/site2/cms-download_content.php?did=22849. [Accessed Oct. 10, 2019].
- [4] International Search and Rescue Advisory Group, "INSARAG Guidelines Volume III: Operational Field Guide," *International Search and Rescue Advisory Group*, 11 Febr. 2015. [Online]. Available: <http://portal.undac.org/pssuportal/portalrest/filessharing/download/public/Ol1DBdLbNVts5oB>. [Accessed Apr. 21, 2020].
- [5] Presse- und Informationsdienst des BM für Landesverteidigung, "Austrian Forces Disaster Relief Unit," *Presse- und Informationsdienst des BM für Landesverteidigung*, 11 July 2001. [Online]. Available: https://web.archive.org/web/20010711021055/http://www.bundesheer.gv.at/organisation/beitraege/abcabws/english/org_s3_abcab_eng_afdru.shtml. [Accessed Febr. 25, 2020].
- [6] NATO, AJP-3.14, Allied Joint Doctrine for Force Protection, NATO Standardization Office, 2015.
- [7] NATO, AAP-06 Edition 2019 NATO Glossary of Terms and Definitions, NATO Standardization Office, 2019. [Online]. Available: https://standard.di.mod.bg/pls/mstd/MSTD.blob_upload_download_routines.download_blob?p_id=281&p_table_name=d_ref_documents&p_file_name_column_name=file_name&p_mime_type_column_name=mime_type&p_blob_column_name=contents&p_app_id=600. [Accessed Apr. 21, 2020].
- [8] NATO, AJP-3.8 Allied Joint Doctrine for Comprehensive Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence (Edition B), NATO Standardization Office, 2018.
- [9] S. Szabó, L. Földi and T. Berek "Latest CBRN decontamination technology at the Hungarian Defence Forces" *Hadmérnök*, Vol. 7, No. 4, December 2012, pp. 25–37. [Online serial]. Available: http://hadmernok.hu/2012_4_szabo_foldi_berek.pdf [Accessed Febr. 25, 2020].
- [10] NATO, ATP-3.8.1. VOL I, CBRN Defence on Operations, Volume I., NATO Standardization Agency, 2010.
- [11] NATO, ATP-3.8.1. VOL III, CBRN Defence Standards for Education, Training and Evaluation Volume III., NATO Standardization Agency, 2011.
- [12] NATO, ATP- 88 Edition A (1) CBRN Hazard Management for Airlift Operations, NATO Standardization Office, 2015.
- [13] R. C. Reed and S. Bourn, "Prehospital Emergency Medicine – UK Military Experience," *BJA Education* 18 (6), 28 March 2018, pp. 185–190. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2018.03.003>
- [14] Headquarters Department of the Army and Commandant United States Marine Corps, FM 3-5/MCWP 3-37.3 NBC Decontamination, United States: HQ TRADOC, 2002. [Online]. Available: www.hsdl.org/?view&did=776413. [Accessed Apr. 22, 2020].

Gyapjas János¹

A tűzvédelmi helyzet fenntartásának fő elemei az épületek létesítése és használata során

Elements of Maintaining the Fire Protection Status during Building Construction and Usage

Az épületek biztonságos, rendeltetészerű használatát a tűzvédelmi helyzet folyamatos, megfelelő szinten tartása garantálja. A tanulmány fő célja az ezt szavatoló fő hazai tényezők azonosítása. Az elvárt tűzvédelmi biztonsági szintet hazánkban az Országos Tűzvédelmi Szabályzat határozza meg [1: 3/A. §]. A tűzvédelmi helyzet saját megfogalmazásom szerint az épület egy olyan tűzvédelmi szempontú állapota, ami teljesíti ezt a szintet. Egy épület a használata során akkor éri el ezt a létesítéskor beállított biztonsági szintet, ha minden életszakaszában folyamatosan biztosított az ennek megfelelő tűzvédelmi helyzet.

A vizsgálat a kapcsolódó szabályozás elemzésén alapul, különös tekintettel a speciális tűzvédelmi dokumentációs, a személyi jellegű követelményekre és a hatóság közreműködésére. Az elemzés sorvezetőként használja az épületek jellemző életszakaszait. A vizsgálat eredménye megalapozhatja a tűzvédelmi helyzet fenntartásának modelljét. Egyúttal a tanulmány összegyűjti a hazánkban gyakran alkalmazott tűzvédelmi kockázati tényezőket, és javaslatokat tesz további kutatási irányokra, a szabályozás optimalizálására.

Kulcsszavak: tűzvédelmi helyzet, tűzvédelmi hatóság, létesítés, használat, épület-életszakasz

The safe and proper use of buildings is ensured by the continuous maintenance of the level of the fire protection status. The main purpose of the study is to identify the main domestic factors guaranteeing this. The study is based on the analysis of the related regulations, with particular regard to the special requirements of fire protection documentation and the requirements for the personnel, as well as the

¹ Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, igazgatóhelyettes, tű. ezredes, e-mail: janos.gyapjas@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7088-2123>

involvement of the authorities. The analysis uses the classification system of the typical life stages of buildings. The results of the study hopefully form the basis for maintaining the fire protection model. At the same time, the study collects the main fire risk factors taken into account in Hungary and makes suggestions for further directions of research, and for ways of optimising the regulations.

Keywords: fire protection status, fire protection authority, building construction, building operation, building life stage

Bevezetés

Egy civil vagy katonai célú épület rendeltetésszerű, biztonságos használatában fontos szerepe van a tűzvédelemnek. Az épületszerkezetek állékonyságának megőrzése, a tűzterjedés korlátozása, a kiüríthetőség, a hő- és füst elleni védelem, a tűzoltóság beavatkozási körülményeinek biztosítása kiemelt jelentőségű. Az esetlegesen tűz által károsított infrastruktúra vagy gyártás, szolgáltatás stb. működése részlegesen vagy teljesen leállhat. Ezért a tűzvédelmi helyzet az életvédelem elsődlegességén túl az értékvédelem, az üzemfolytonosság és üzembiztonság, a gazdaságosság szempontjából is hasonlóan lényeges. Az épületek tűzvédelmi biztonságát segíti elő a tűz megelőzés szabályrendszere, a létesítés és használat tűzvédelme [1: 3. § (1) b), 18. § (1)], [2: 50. § (3) b), 52. §], [3: 5. §], [4], [5], [6].

A tűzvédelmi helyzet saját megfogalmazásom szerint az adott körülmények állapota, ami alapvetően befolyásolja a tűzvédelmi biztonság minőségét. Utóbbi elérendő szintjét hazánkban az Országos Tűzvédelmi Szabályzat határozza meg [1, 3/A. §]. Egy épület biztonságos, rendeltetésszerű használatához a tűzvédelmi helyzetet legalább ennek megfelelő állapotban (szinten) kell fenntartani az épület teljes életciklusa során.

1. táblázat

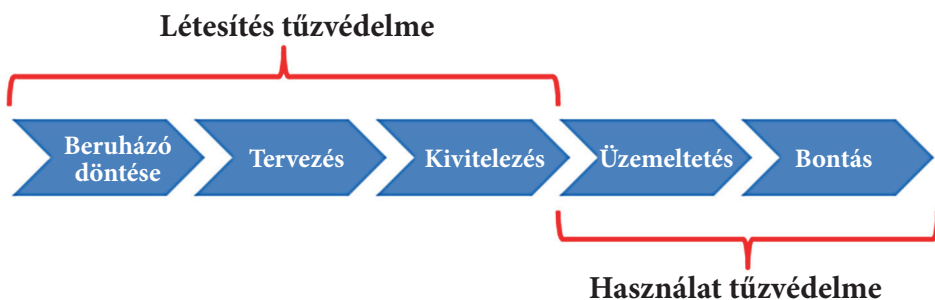
*A tűzvédelmi törvény és a vizsgálat szempontjából fontosabb végrehajtási rendeletei
[a szerző szerkesztése]*

1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról	
239/2011. (XI. 18.) Korm. rendelet az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságokra, valamint a hivatásos tűzoltóság, önkormányzati tűzoltóság és önkéntes tűzoltó egyesület fenntartásához való hozzájárulásra vonatkozó szabályokról	30/1996. (XII. 6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről
	44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról
259/2011. (XII. 7.) Korm. rendelet a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról	45/2011. (XII. 7.) BM rendelet a tűzvédelmi szakvizsgára kötelezett foglalkozási ágakról, munkakörökről, a tűzvédelmi szakvizsgával összefüggő oktatásszervezésről és a tűzvédelmi szakvizsga részletes szabályairól
375/2011. (XII. 31.) Korm. rendelet a tűzvédelmi tervezői tevékenység folytatásának szabályairól	47/2011. (XII. 15.) BM rendelet a tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályairól
490/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó eljárási szabályokról	54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

A tűzvédelmi helyzet fenntartásához, bármilyen optimalizációs szándékú vizsgálathoz fontos ismernünk a fő paramétereit, összefüggéseit. A tanulmány elsődleges célja, hogy azonosítsa a tűzvédelmi helyzet fenntartásának legfontosabb elemeit. Módszerként ehhez a Tűzvédelmi törvény és a vizsgálat szempontjából fontosabb végrehajtási rendeleteiben (1. táblázat) meghatározott kötelezettségek elemzését választottam. Tettem ezt azért, mert saját hatósági tapasztalatom alapján hazánkban alapvetően a „minimumra tervezés” gyakorlata jellemző. Az ügyfelek – főként gazdasági megfontolásokból, illetve a biztonságtudatosság alacsony szintje miatt – alapvetően a jogi szabályozásban kötelezően előírt minimális biztonsági szint elérésére törekcszenek, amelyhez szükség van a tűzvédelmi hatóság jogérvényesítő tevékenységére is.

Vizsgálati szempontként a tűzvédelmi jellegű fő dokumentációs, illetve személyi kötelezettségeket, a tűzvédelmi hatóság közreműködési feladatait választottam, illetve az ezekhez kritériumfeltételként kapcsolódó tűzvédelmi kockázati tényezőkre koncentrálok.

A fenntarthatóság, életciklus-elemzés hazánkban és az egész világon igen aktuális téma a tűzvédelem területén is [7], [8]. Ezért a vizsgálathoz sorvezetőként használok az épületek jellemző életszakaszait (1. ábra). Ezeket a német *Dijszabás építészek és mérnökök számára szabályzatban* (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – HOAI) és a Magyar Mérnöki Kamara és Magyar Építész Kamara Építési beruházási folyamatok rendszere szakmai ajánlásában felsorolt szakaszok csoportosításával, egyszerűsítésével magam határoztam meg [9], [10]. Az épület egy-egy életciklusát vegyesen érintheti a létesítés és használat tűzvédelme is, de a vizsgálat eredményessége érdekében igyekszem egyértelműen elhatárolni azokat.



1. ábra

Épületek főbb életszakaszai [a szerző szerkesztése]

A beruházó döntése, tervezés

Az építési beruházás egy igényből indul, az építtető a célját egy adott épület létrehozásával kívánja megvalósítani. Jogszabály a beruházó döntéséhez, annak előkészítéséhez tűzvédelmi szakember bevonását, tűzvédelmi jellegű dokumentáció készítését nem írja elő. A tűzvédelmi szempontok figyelembevétele nagyon fontos már a kezdeti

döntéseknél. Ezzel minimalizálhatók a későbbi pluszkiadások, idővesztés és generálós változtatások, elkerülhetők a potenciálisan kritikus hibák [11]. Például döntés szabadon álló épület létesítéséről olyan telekre, ahol a meglévők miatt a tűztávolság azt nem teszi lehetővé. Véleményem szerint ezt nem feltétlenül szabályozással kell megoldani, a jó megoldásokra alapuló tájékoztató tevékenység pozitív hatása elegendő lehet, megelőzve a beruházói kört és az építészeket.

Az épületek létrehozásához szükséges műszaki tartalom a tervezési folyamat eredményeként jön létre. Az építészeti-műszaki tervdokumentáció részeként tűzvédelmi dokumentáció készítését alapvetően az építési engedélyezéshez szükséges dokumentációnál írja elő kötelezően jogszabály, amennyiben az eljárásba be kell vonni a tűzvédelmi szakhatóságot, illetve ha legalább két pinceszintet terveznek [1: 21. § (1)], [12: 2. § (3)]. A szakhatósági közreműködés kritériumfeltételeinek csoportosítása [13: 1. melléklet 4.16.]: kockázati osztály, rendeltetés, alapterület, befogadóképesség. A kockázati osztály besorolásának főbb feltételcsoportjai [3: 1. melléklet]: szintmagasság, menekülési képesség, tárolt anyag jellemzői, rendeltetés, befogadóképesség. A beépített tűzjelző- és tűzoltó berendezések létesítését a jogszabály rendeltetéstől, kockázati osztálytól, befogadóképességtől, alapterülettől és 5 egyéb egyedi feltételtől teszi függővé [3: 14. melléklet], a hatósági engedélyezéshez tervdokumentációt kell készíteni [14: 1. melléklet].

Építésügyi tűzvédelmi dokumentációt építésügyi tűzvédelmi tervezői jogosultsággal (TUÉ) vagy tűzvédelmi szakértői jogosultsággal rendelkező természetes személy készíthet [1: 21. § (2)]. A berendezések létesítésének engedélyezési eljárásához és a kivitelezéshez szükséges dokumentáció készítéséhez beépített tűzjelző (TUJ), illetve tűzoltóberendezés-tervezői (TUO) jogosultság szükséges. Ehhez úgynevezett tűzvédelmiszakvizsga-bizonyítvánnyal is rendelkezni kell. A tűzvédelmi szakvizsga jelen esetben egy többes feltétel, ezért egy következő épület-életciklusnál érintem majd [12: 2. § (1), 2/A. § (1)].

Elsőfokú tűzvédelmi hatóságként, szakhatóságként Magyarországon alapvetően a katasztrófavédelem helyi szerve (illetékes katasztrófavédelmi kirendeltség) jár el, egyes jogszabályban meghatározott esetekben a területi (megyei katasztrófavédelmi igazgatóság), és a központi szerv (BM OKF) is eljárhat elsőfokon [1: 1. §], [13: 1–3. melléklet], [15: 1. §]. A tűzvédelmi hatóság, szakhatóság a benyújtott tervdokumentáció vonatkozó jogszabályoknak való megfelelést vizsgálja. A dokumentációhoz kikötésekkel vagy kikötés nélkül hozzájárul, szükség esetén hiánypótlási felhívást bocsát ki, indokolt esetben el is utasíthatja azt [16: 2. § (1), 44. §, 55–57. §, 81. § (1)].

A 2. táblázat szemlélteti a fejezet eredményét. A beruházó döntéséhez nincs speciális tűzvédelmi dokumentáció, személyi jellegű követelmény, tűzvédelmi hatósági közreműködés. A tervezés szakaszában építészeti tűzvédelmi dokumentáció és beépített tűzjelző, -oltó berendezés tervdokumentáció-készítési kötelezettség van, amelyekhez tűzvédelmi tervezői jogosultság, illetve az építésügyihez opcionálisan tűzvédelmi szakértői jogosultság szükséges.

A tervdokumentációk megfelelését a tűzvédelmi hatóság, szakhatóság vizsgálja.

2. táblázat

Tűzvédelmi helyzet fenntartását szolgáló elemek az épület-beruházó döntése, tervezés életrészeiben [a szerző szerkesztése]

Épület- életrész	Dokumentációs követelmény	Személyi jellegű követelmény	Tűzvédelmi hatóság közreműködése	LÉTESÍTÉS TŰZVÉDELME
BERUHÁZÓ DÖNTÉSE				
TERVEZÉS	Tűzvédelmi dokumentáció	Építésügyi tűzvédelmi tervező vagy építész tűzvédelmi szakértő készíti	Tűzvédelmi szakhatósági állásfoglalás az építési engedélyhez	
	Tűzjelző és/vagy tűzoltó berendezés létesítési tervdokumentáció	Tűzjelző / Tűzoltó berendezés tervező készíti	Tűzvédelmi hatóság létesítési engedély	
Épület- életrész	Dokumentációs követelmény	Személyi jellegű követelmény	Tűzvédelmi hatóság közreműködése	

Kivitelezés

Az építési engedéllyel jóváhagyott tervdokumentációk alapján történik a tényleges megvalósítás. Az engedélyes terveknél készülnek részletesebb, úgynevezett kiviteli tervek is. Mivel a konkrét építési munkák építési engedély birtokában kezdhetők el, ezért a kiviteli terveket ebben a fejezetben tárgyalom. A jelenleg hatályos szabályozás a kiviteli tervekhez úgynevezett tűzvédelmi munkarész készítését írja elő, amennyiben az építmény tűzvédelmi jellemzői változnak. Tehát ez csak az épületek átalakítására vonatkozik, konkrét további szempontokat nem ír elő. Ez valószínűleg a jogszabály módosításakor maradhatott így. Erre utal az is, hogy a jogszabály a kiviteli tervek munkarészeinek meghatározását a Magyar Mérnöki Kamara és Magyar Építész Kamara szabályzataiba utalja [17: 22. § (1) bh), 1. melléklet 1.]. A kamarák ilyen dokumentumot alapvetően csak az egyszerű bejelentéshez kötött építési munkákhoz adtak ki [18]. A kiviteli terv tűzvédelmi munkarészehez az előző fejezetben hivatkozott építész tűzvédelmi szakértői vagy építésügyi tűzvédelmi tervezői jogosultság szükséges.

Az építési beruházási folyamat fő résztvevői: építtető, projektvezető, beruházás-lebonyolító, tervező, tervellenőr, kivitelező, műszaki ellenőr. A jogszabály sok egyéb mellett a tűzvédelmi előírások betartását a felelős műszaki vezetőnek előírja, de tűzvédelmi képesítési követelmény nincs hozzá.

A tűzvédelmi törvény továbbá előírja a felelős műszaki vezetőnek vagy annak hiányában a kivitelezőnek, hogy az építőipari tevékenység befejezésével a tűzvédelmi dokumentációban leírtakat is betartották [1: 21. § (6)]. A nyilatkozathoz mellékelik

azokat a dokumentumokat, amelyek igazolják a beépített építési termékek tűzvédelmi megfelelőségét is. Ilyen általános dokumentum a teljesítménynyilatkozat [1: 13. § (1)].

Az építetető külön meghatározott esetekben műszaki ellenőrt köteles foglalkoztatni, aki a jóváhagyott tervdokumentációk alapján ellenőrzi az építési munkát [17: 16. §]. A tűzvédelem életvédelmi jelentősége ellenére külön tűzvédelmi jellegű képesítési követelmény, esetleg szakterületi műszakiellenőr-követelmény a szabályozásban nincs [19].

Az előző fejezetben jelzett beépített tűzjelző és -oltó berendezés elkészültéről átadási dokumentációt kell készíteni, amelyet a kivitelező és az üzembe helyező mérnök állít össze [14]. Részükre tűzvédelmi szakvizsga képesítési követelmény van. A tűzvédelmi szakvizsga egy speciális tűzvédelmi képesítési követelmény, amit egyes tűzvédelmi szempontból kockázatosabb foglalkozási ágakra, munkakörökre ír elő a szabályozó. A vertikum széles, a szakmunkától a mérnöki tevékenységig jelenleg 16 ilyen munkakör van. Nagy részük érinti a kivitelezést. Például hegesztés, tűzgátló nyílászáró, tömítés, tűzállóságot növelő burkolat beépítése stb. [20].

A tűzvédelmi szakhatóság az építhetőség megkeresésére vizsgálja az elkészült épület tűzvédelmi megfelelőségét. Felhasználja a fentebb említett nyilatkozatokat és a hozzájuk mellékelte dokumentumokat, helyszíni szemlét is tart, esetleg további hiánypótlást kér. A tényállás tisztázását követően kikötéssel vagy kikötés nélkül hozzájárul, illetve elutasíthatja az anyagot. A beépített tűzoltó és -jelző berendezések használatbavételi engedélyezésénél hasonlóképp jár el, csak önálló hatósági jogkörében [16: 2. § (1), 44. §, 55–57. §, 81. § (1)].

3. táblázat

Tűzvédelmi helyzet fenntartását szolgáló elemek az épületkivitelezés életszakaszában [a szerző szerkesztése]

Épület- életszakasz	Dokumentációs követelmény	Személyi jellegű követelmény	Tűzvédelmi hatóság közreműködése		
KIVITELEZÉS	Kiviteli terv tűzvédelmi munkarész	Építésügyi tűzvédelmi tervező vagy építész tűzvédelmi szakértő		Esetleges tűzvédelmi hatósági ellenőrzés (építési helyszín tűzvédelme)	Esetleges tűzvizsgálati eljárás
	Tűzjelző és/vagy tűzoltó berendezés használatbavételi dokumentáció	Kivitelező/üzem- behelyező mérnök készíti	Tűzvédelmi hatóság használatbavételi engedély	Esetleges helyszíni egyeztetés, konzultáció	
	Felelős műszaki vezető vagy kivitelező nyilatkozata (és mellékletei)	Esetenként tűzvédelmi szakvizsga	Tűzvédelmi szakhatósági állásfoglalás a használatbavételi engedélyhez		
Épület- életszakasz	Dokumentációs követelmény	Személyi jellegű követelmény	Tűzvédelmi hatóság közreműködése		

LÉTESÍTÉS TŰZVÉDELME

A tűzvédelmi hatóság az épületek teljes életszakaszát átfogó tevékenysége a hatósági ellenőrzés. Ennek során külön tervek és belső szabályozók alapján vizsgálja a tűzvédelmi jogszabályi előírásokat, létesítési és használati kérdéseket egyaránt. A tapasztalt jogszabálysértések megszüntetésére intézkedik, illetve jelzi azokat a hatáskörrel és illetékességgel rendelkező társhatóságoknak [1: 11. §].

A 3. táblázat foglalja össze a kivitelezési életszakaszhoz köthető tűzvédelmi jellegű dokumentációs és személyi jellegű követelményeket, a tűzvédelmi hatóság közreműködését.

Üzemeltetés, bontás

A beruházók egy konkrét funkció, tevékenység miatt döntenek egy épület létrehozása mellett. Az épület elkészültével, végleges átadásával kezdődik a leghosszabb életszakasz, az üzemeltetési.

A *Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv* egy speciális dokumentum. Nem régi eleme a szabályozásnak, 2015 márciusától kell alkalmazni. Az elkészült épület tűzvédelmi szempontból releváns adatait tartalmazza, amelyek fenntartásával az épület rendeltetészerűen, biztonságosan használható [3: 4. § (2) 179.]. A készítését a szintszám, alapterület, rendeltetés függvényében írja elő a jogszabály. A kézikönyvet tűzvédelmi szakértő vagy tűzvédelmi tervező állíthatja össze [21: 8. § (3)].

A tárolt, felhasznált anyagok jellemzői és mennyisége, az alapterület, illetve a befogadó- és menekülőképesség függvényében közép- vagy felsőfokú tűzvédelmi képesítéssel rendelkező személyt („tűzvédelmist”) vagy szolgáltatást szükséges igénybe venni. Az adott épület vonatkozásában ez nagyon komoly segítség a tűzvédelmi előírások, a tűzvédelmi szabályzat betartásában/betartatásában.

A tűzvédelmi szabályzat régi eleme a szabályozásnak. Az adott rendeltetésre tartalmazza a tűzvédelmi használati szabályok konkrét teljesítésének módját. A munkavállalók száma, illetve a befogadóképesség függvényében, továbbá kereskedelmi szálláshelyekre kell az elkészítéséről gondoskodni a gazdálkodó tevékenységet folytató természetes személyeknek, jogi személyeknek [1: 19. § (1)], [21]. A szabályzat legalább középfokú tűzvédelmi képzettség birtokában készíthető, illetve felsőfokú képzettség szükséges, ha ilyen szintű „tűzvédelmist” kell alkalmazni [22: 7. § (7)]. A menekülőképesség, befogadóképesség, illetve anyagjellemző és mennyiség alapján a szabályzat mellékleteként tűzriadótervet kell készíteni, ami a menekülésre, tűz esetén szükséges teendőkre vonatkozó konkrét tennivalókat tartalmazza szöveges és rajzos formában [21: 4. § (1)–(2)].

A tűzvédelmi házirendet a szintszám és a lakóegységek függvényében kell elkészíteni a lakó- és üdülőépületekre. Rendeltetés-specifikusan tartalmazza a tűzvédelmi használati szabályok teljesítésének módját, a tűz esetén szükséges intézkedéseket [21: 4/A. §]. A készítéséhez nincs külön képesítési követelmény.

A tűzvédelmi szempontból releváns műszaki megoldások ellenőrzéséről, karbantartásáról, felülvizsgálatáról az üzemeltetőnek kell gondoskodnia. A tűzvédelmi jellegű műszaki megoldások esetében ezeket tűzvédelmi üzemeltetési napló dokumentálja, a villamos, villámvédelmi berendezések, elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem

felülvizsgálatainak dokumentálása jellemzően külön történik. Mintegy 25-féle műszaki megoldásról beszélhetünk, többségében épületvillamos, épületgépészeti jellegű berendezésekről, tűzoltótechnikai eszközökről, kisebb részben építészeti jellegű megoldásokról [3: 4. § (2) 181., XX. fejezet, 18. melléklet]. Esetenként tűzvédelmi szakvizsgálattal kell rendelkezni az időszakos felülvizsgálat, karbantartás végrehajtásához [20].

A tűzvédelmi oktatás egy általánosabb követelmény. Alapvetően a munkáltatóknak kell gondoskodniuk a tűzvédelmi szabályok helyi sajátosságoknak megfelelő oktatásáról, illetve a tűzvédelmi szabályzatban foglaltak (beleértve a szervezettel ideiglenesen kapcsolatba kerülő személyeket is) megismertetéséről [1: 19. § (2)], [21: 2. § (2)–(3)].

A létesítményi tűzoltóság egy speciális tűzvédelmi képesítéssel és felszereléssel rendelkező „munkahelyi” tűzoltóság, a tevékenységgel össze függő mentő tűzvédelmi jellegű feladatokra. A fenntartási kötelezettsége és létszáma alapvetően az adott tűzszakasz alapterületének és számított tűzterhelésének a függvénye. A felállításához szükséges erőt és eszközöket a tűzvédelmi hatóság határozza meg [1: 35. § (1)], [23: 17. § (1) a), 18. § (10)]. A tárolt, felhasznált anyagok tűzterhelése csak ennek a kötelezettségnek a kritériumfeltételei között jelent meg. A nemzetközi gyakorlatban jellemzően figyelembe vesznek hasonló értéket. A Nemzeti Tűzmegeelőzési Szövetség (NFPA) és a Tűzvédelmi Mérnökök Egyesülete észak-amerikai szervezetek gondozásában már ötödik kiadásánál tart az úgynevezett *SFPE handbook*, a tűzvédelmi tervezés több mint 1000 oldalas kézikönyve. A kézikönyv a megoldásaiban gyakran használja a tűzterhelést (tűz által fejlesztett energiát), de jellemzően watt mértékegységet használ, nem joult [24].

Egy épület életszakasza a bontásával zárul. A létesítés és használat tűzvédelmére vonatkozó szabályok vegyesen érvényesek rá. Amíg tevékenység folyik az épületben, az annak megfelelő biztonsági szintet szükséges tartani. A tevékenység biztonságos befejezését követően az építési, bontási helyszínen végzett munkálatok tűzvédelmi biztonságát is kell biztosítani [1: 18. § (1)]. A beépített tűzjelző, és -oltó berendezések megszüntetéséhez tervdokumentációt kell készíteni, a bontáshoz alapvetően ez kapcsolódik speciálisan, mint tűzvédelmi jellegű kötelező dokumentum [14: 3. melléklet]. Képesítési követelménye hasonló a létesítéséhez.

A tűzvédelmi hatóság a beépített tűzjelző, -oltó berendezések megszüntetését a korábbi fejezetekben leírtakhoz hasonlóan engedélyezi, illetve az üzemeltetés, bontás teljes időszakában tűzvédelmi hatósági ellenőrzéseket hajthat végre. A tűzvédelmi hatóság speciális eljárása a tűzvizsgálat, ami alapvetően a tűz keletkezési okának, helyének és idejének meghatározására, valamint a tűzvédelmi előírások érvényesülésére, a hasznosítható tapasztalatok gyűjtésére irányul. Tűz az épület kivitelezésétől az üzemeltetésén át a bontásáig keletkezhet, a tűzvizsgálat pedig kiterjed az épület tűzvédelmi helyzetére is. A tűzeseti tapasztalatok felhasználása hatékonyan segítheti a tűzoltási és tűzmegeelőzési feladatokat. A tapasztalatok felhasználására és közreadására léteznek fórumok. Ilyen például a Bács-Kiskun megyei Tűzesetek vizsgálata, tapasztalatai konferenciasorozat [26: 52–54.]. A konferencia alapvető megállapítása röviden így foglalható össze: A tűzesetekhez kapcsolódó hatósági, mérnöki, szakértői tapasztalatok feldolgozására, a módszertan fejlesztésére szervezett konferenciát – 2014. december 17-én, Kecskeméten – a Bács-Kiskun Megyei Tűzmegeelőzési Bizottság a Bács-Kiskun

Megyei Mérnöki Kamara Tűzvédelmi Szakcsoportja és a Tűzvédelmi Mérnökök Közhatalmú Egyesülete társszervezésével. A 100 fő feletti résztvevő jelzi az igényt ennek a szakterületnek az elmélyült művelésére.

Az Üzemeltetés, bontás fejezet összefoglalását szemlélteti a 4. táblázat.

4. táblázat

Tűzvédelmi helyzet fenntartását szolgáló elemek az épület-üzemeltetés, -bontás életszakaszaiban
[a szerző szerkesztése]

Épület- életszakasz	Dokumentációs követelmény	Személyi jellegű követelmény	Tűzvédelmi hatóság közreműködése	
ÜZEMELTETÉS	Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv	tűzvédelmi tervező, tűzvédelmi szakértő		Esetleges tűzvizsgálati eljárás
	Tűzvédelmi szabályzat	Közép vagy felsőfokú tűzvédelmi képesítés		
	Tűzriadóterv			
	Tűzvédelmi házirend			
	Tűzvédelmi Üzemeltetési Napló	Esetenként tűzvédelmi szakvizsga		
		Tűzvédelmi oktatás (Bárki / felkészített személy / közép / felsőfokú tűzvédelmi végzettség)	Esetleges tűzvédelmi hatósági ellenőrzés	
	Ritkán egyéb speciális végzettség			
		Létesítményi tűzoltóság fenntartása	Tűzvédelmi hatóság döntése	
BONTÁS	Tűzjelző, tűzoltó berendezés bontási tervdokumentáció	Tűzjelző / Tűzoltó berendezés tervező készíti	Tűzvédelmi hatóság bontási engedély	Esetleges tűzvizsgálati eljárás
Épület- életszakasz	Dokumentációs követelmény	Személyi jellegű követelmény	Tűzvédelmi hatóság közreműködése	

Létesítés/
használat
tűzvédelme

HASZNÁLAT TŰZVÉDELME

Összefoglalás

A tűzvédelmi szabályozást a fő dokumentációs, személyi jellegű kötelezettségekre, illetve a tűzvédelmi hatósági közreműködésre koncentrálni vizsgáltam meg. Ennek segítségével azonosítottam a tűzvédelmi helyzet fenntartásának hazai fő eszközeit, sorvezetőként felhasználtam az épületek jellemző életszakaszait.

A beruházó döntéséhez nem kapcsolódott, a tervezés épület-életszakaszhoz 6, a kivitelezéshez 8, az üzemeltetéshez 12, a bontáshoz kapcsolódóan 3 kötelezettséget azonosítottam. Ebből 14 a létesítés tűzvédelméhez, 15 a használat tűzvédelméhez köthető inkább. Ezek fő kritériumfeltételei (nevezhetjük kockázati tényezőnek is) a szintmagasság vagy szintszám, az alapterület, a menekülési képesség, a befogadó-képesség, a munkavállalók száma, az anyagok jellemzői és mennyisége voltak. Ezek mellett több egyedi kritériumfeltétel is előfordult.

Következtetések

Az eredmény felhasználható kiindulásként a tűzvédelmi helyzet pontosabb definiálásához, fenntartásának modelljéhez, további vizsgálatokhoz.

A kivitelezés szakaszában a tervezéshez és üzemeltetéshez képest alacsonyabbnak tűnik a felsőfokú tűzvédelmi és mérnöki végzettséghez kötött kötelezettségek aránya. A tűzvédelmi helyzet optimális fenntartása érdekében – különös tekintettel a tűzvédelem életvédelmi jellegére – indokolt lehet ennek részletesebb vizsgálata. Ez irányulhat például a műszakiellenőr-jogosultságon belül tűzvédelmi szakterületi jogosultság kialakításának lehetőségeire, a kiviteli terv tűzvédelmimunkarész-készítési kötelezettségére, tűzvédelmi tervezői művezetésre.

A tűzterhelés mint kötelezettség kritériumfeltétele csak a létesítményi tűzoltóság fenntartásánál van figyelembe véve. A nemzetközi tűzvédelmi mérnöki gyakorlatban hangsúlyosabban van jelen. A preszkriptív és a teljesítményalapú tűzvédelmi tervezéshez is érdemes lehet alaposabban megvizsgálni és összevetni a számításba vett kockázati tényezők hazai és külföldön alkalmazott rendszerét.

Az üzemeltetés szakaszban történik mintegy 25, nagyrészt épületgépészeti, -világossági jellegű műszaki megoldás ciklikus karbantartása, felülvizsgálata. Indokolt lehet az életvédelmi szempontból kiemelt jelentőségű tartó- és tűzgátló szerkezetek tűzvédelmi szempontú időszakos ellenőrzési lehetőségeinek vizsgálata.

Hivatkozások

- [1] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- [2] 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről
- [3] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

- [4] H. J. Gressmann, *Abwehrender und Anlagentechnischer Brandschutz: für Architekten, Bauingenieure und Feuerwehringenieure (Reihe Technik)*. Tübingen: Expert Verlag, 2017.
- [5] G. Ramachandran, *The Economics of Fire Protection*. E & FN Spon, 1998.
- [6] L. Bérczi és A. Pócsik, „Halálos áldozatot követelő tüzesetek elemzése,” *Védelem Tudomány*, 2. évf. 1. sz., pp. 1–16., 2017. [Online]. Elérhető: www.vedelemtudomany.hu/articles/01-berczi-pocsik.pdf (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [7] G. Rein, „Trends in Fire Protection Engineering: Challenges of today and tomorrow,” Symposium on Fire Protection for a Changing World München, 2016. [Online]. Elérhető: www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Proceedings/Fire-Protection-for-a-Changing-World/RFRein.ashx?la=en (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [8] G. Érces és Á. Restás, „Épületek tűzvédelmi életciklus-elemzése,” Tűzoltó Szakmai Nap Szentendre, 2016. [Online]. Elérhető: <https://docplayer.hu/20739906-Epuletek-tuzvedelmi-eletciklus-elemzese.html> (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [9] Bundesingenieur Kammer, Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, Wolters Kluwer Deutschland 2013. [Online]. Elérhető: www.ingenieurkammer-mv.de/export/sites/ingenieurkammer-mv/.galleries/bauordnungsrecht/hoai_2013.pdf (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [10] Magyar Mérnöki Kamara, és Magyar Építész Kamara, „Építési, beruházási folyamatok rendszere,” Magyar Mérnöki Kamara, 2018. [Online]. Elérhető: <https://mmk.hu/dokumentumok/epitesi-beruh-foly-rendszere.pdf> (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [11] „Fire Engineering – For construction fire safety,” *bureauveritas.co.uk*, [Online]. Elérhető: www.bureauveritas.co.uk/home/our-services/construction-consultancy/fire-engineering-construction (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [12] 375/2011. (XII. 31.) Korm. rendelet a tűzvédelmi tervezői tevékenység folytatásának szabályairól
- [13] 531/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet az egyes közérdeken alapuló kényszerítő indok alapján eljáró szakhatóságok kijelöléséről
- [14] 491/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet a beépített tűzjelző, illetve tűzoltó berendezések létesítésének, használatbavételének és megszüntetésének engedélyezésére irányuló hatósági eljárás részletes szabályairól
- [15] 259/2011. (XII. 7.) Korm. rendelet a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról
- [16] 2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról
- [17] 191/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről
- [18] Magyar Mérnöki Kamara és Magyar Építész Kamara, *Az egyszerű bejelentéshez kötött építési tevékenységhez szükséges kivitelezési tervdokumentáció tartalmi követelményei valamint a tervezői művezetés szabályai*. Szabályzat, Budapest, 2017. [Online]. Elérhető: www.mmk.hu/tudastar/dokumentumtar/szabalyzatok/egyszeru-bejelentes-mmk-mek-szabalyzat-2017maj25tol.pdf (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [19] 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről

- [20] 45/2011. (XII. 7.) BM rendelet a tűzvédelmi szakvizsgára kötelezett foglalkozási ágakról, munkakörökről, a tűzvédelmi szakvizsgával összefüggő oktatásszervezésről és a tűzvédelmi szakvizsga részletes szabályairól
- [21] 30/1996. (XII. 6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről
- [22] 9/2015. (III. 25.) BM rendelet a hivatásos katasztrófavédelmi szerveknél, az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságoknál, az önkéntes tűzoltó egyesületeknél, valamint az ez irányú szakágazatokban foglalkoztatottak szakmai képzési követelményeiről és szakmai képzéseiről
- [23] 239/2011. (XI. 18.) Korm. rendelet az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságokra, valamint a hivatásos tűzoltóság, önkormányzati tűzoltóság és önkéntes tűzoltó egyesület fenntartásához való hozzájárulásra vonatkozó szabályokról
- [24] M. J. Hurley, D.T. Gottuk, J. R. Hall Jr., K. Harada, E. D. Kuligowski, M. Puchovsky, J. L. Torero, J. M. Watts Jr. and C. J. Wiecek eds., *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 5th edition*. Springer, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0>
- [25] 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról
- [26] Gy. Heizler, „Tűzvizsgálati konferencia Kecskeméten,” *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, 22. évf. 1. sz., pp. 52–54., 2015. [Online]. Elérhető: www.vedelem.hu/letoltes/uj sag/v201501.pdf?5 (Letöltve: 2019. 12. 20.)

Szabó László István¹

A magyarországi volt szovjet katonai repülőterek természetre gyakorolt hatásai és jelenlegi állapotuk

The Effects of the Former Russian Military Airfields on Nature in Hungary and Their Present Condition

Magyarországon a második világháborútól a varsói szerződés felbomlásáig állomásoztak szovjet katonai alakulatok, amelyek létszámáról, tevékenységéről pontos információk ma sem állnak a kutatók rendelkezésére. Hazánkban 1991-ig több szovjet katonai repülőtér működött. A szerző ebben a cikkben részletesen ismerteti ezek működésének történetét, bemutatja jelenlegi funkciójukat, műszaki állapotukat. Vizsgálja, hogy működésük során, valamint mostani állapotukban milyen káros hatást gyakoroltak és gyakorolnak ma is a környezetükre, továbbá milyen lehetséges következményekkel kell számolni. A fentiekben túl a szerző átfogó képet ad a repülés és a repülőterek működésének környezetterhelő hatásairól, valamint ismerteti a károk felszámolásának lehetséges formáit és módszereit. Végezetül javaslatot tesz a hazai szovjet repülőterek okozta környezeti károk felszámolásának folyamatára és a létesítmények további hasznosításának lehetőségeire.

Kulcsszavak: katonai repülőtér, környezetterhelés, üzemeltetés, környezeti károk, hasznosítás

A part of the Soviet troops stationed in Hungary from World War II until the Warsaw Pact were removed, but to date, researchers do not have enough information about their numbers and activities. In our country more Russian military airfields were operated until 1991. The author in this article describes and details the previous functions of the airfields, and presents their current functions and technical conditions. He examines the adverse effects that they have caused and still cause on their environment in their former operation and in their current state, and he investigates the possible consequences to be expected. In addition, the author gives an overview

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: laci-szabo@freemail.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3545-9968>

about environmental effects of aviation and airfield operation, and presents the possible forms and methods of rehabilitation. Finally, he makes a suggestion for a rehabilitation process concerning the environmental damages caused by the former Russian airfields and for possibilities of further use of the facilities.

Keywords: military airfields, environmental effects, operation, environmental damages, utilisation.

Bevezetés

Egyértelműen kijelenthető, hogy a repülőterek üzemeltetésük közben, legyen az magyar vagy szovjet, valamilyen formában terhelik környezetüket. Az alkalmazott repülési és üzemeltetési technológiák különbözősége miatt ezek a környezeti hatások eltérőek lehetnek nemcsak jellegük, de nagyságrendjük alapján egyaránt. A Varsói Szerződés időszakában a magyar és a szovjet repülőterek környezeti terhelése hasonló volt, mert mi is a szovjet féltől vásárolt technikát használtuk és az üzemeltetési követelmények is azonosak voltak. A magyar repülőterekhez viszonyított különbségek az eltérő üzemeltetési kultúrából, az emberi mulasztások, hanyagságok gyakoriságaiból, a nem megfelelő színvonalú ellenőrzésekből, a másfajta tárolási módszerekből vagy ezek hiányosságaiból adódtak.

A téma aktualitását az adja, hogy a magyarországi szovjet repülőterek egy része a rendszerváltás után polgári repülőtérré tovább üzemelt vagy a mai napig is üzemel, ezáltal a jelenleg érvényes polgári repülési és környezetvédelmi szabályok vonatkoznak rájuk. Ez korábban nem volt jellemző, ezért a létesítmények átadása után megkezdődött azok felülvizsgálata, a környezeti károk felmérése, valamint az új repülési és üzemeltetési feltételek kialakítása. Több fórumon is elhangzott, hogy az alkalmazásból kivont magyar és szovjet katonai repülőtereken milyen környezeti károk tapasztalhatók, ezek felszámolását hogyan lehet végrehajtani, és várható költségük milyen nagyságrendet fog elérni. A károk felszámolása megkezdődött, de néhány objektumnál még tart, mert a helyreállítás éveket vesz igénybe.

Napjainkban egyre több problémát jelent a lakosság számára a zajterhelés, amelynek megoldására a szakemberek különböző módszereket javasolnak. Ezek közül kiemelendő a lakosság kivonása a biztonsági zónából, erdősávok telepítése, zajcsökkentő falak építése, a repülések és az utasforgalom meghatározott időintervallum szerinti szervezése vagy korlátozása. Különösen igaz ez a probléma a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérrel kapcsolatban, ahol a lakossági elégedetlenség feloldása érdekében ugyan korlátozták a repülőgépek fogadásának és indításának időpontjait, de a szakemberek a forgalom áthelyezésével is szeretnék a zajterhelést csökkenteni. Ahhoz, hogy a terhelést csökkenteni tudjuk egy adott repülőtéren, ahhoz egy másikon növelni kell a légi forgalmat, amely rövid-, közép- és hosszú távú hatások bekövetkezését fogja jelenteni. Véleményem szerint erre a feladatra alkalmassá tehetőek azok a volt szovjet és magyar katonai repülőterek, amelyek jelenleg polgári repülőtérré üzemelnek, vagy ilyen célra kisebb átalakítással igénybe vehetők.

A téma kutatása során azt tapasztaltam, hogy a szovjet katonai repülőterekkel kapcsolatban kevés irodalom és publikáció állt rendelkezésre, amelynek oka a szovjet

katonai szervezetek részleges vagy teljes elszigeteltsége, amely megakadályozta a szovjet laktanyákról és repülőterekről való tájékozódás lehetőségét.

A Szovjetunió felbomlását követően megkezdődött a szovjet csapatok kivonása és az információk, titkok nagy részét is magukkal vitték. A környezetterhelő hatásokról, amelyek a repülőtereken és környezetükben bekövetkezhetnek, ha nem is sok, de egy kevés információ azért akad. Ezek között szerepel például Dr. Halász László és Földi László könyve, amelynek tartalmában fellelhető kutatási eredményekre teljes mértékig támaszkodhatok. Történeti rész tekintetében pedig kiváló támaszt nyújt munkám megírásához Vándor Károly *Légierő társbérletben* című kétkötetes kiadványa, amely többszörösét tartalmazza a cikkben felsorolt repülőterek számának.

A magyarországi repülőterek múltját is nehéz kutatni, mivel az ott zajló tevékenységek nem nyilvánosak és jelenleg is gyakran képeznek szolgálati titkot. Így van ez napjainkban is, ezért nehéz hozzáférni olyan adatokhoz, amelyek a repülőterek korábbi környezetterhelését bizonyítanák, esetleg információt adnak azok nagyságáról és okairól. A rendszerváltást követően az új jogi szabályozás kötelezte a katonai szervezeteket a polgári környezetvédelmi jogszabályok előírásainak betartására és adatközlésre, de ez utóbbi engedélyhez kötött.

A szerző ebben a cikkben bemutatja a magyarországi volt szovjet katonai repülőterek történetét, alapvető jellemzőit, jelenlegi állapotukat, továbbá vizsgálja, hogy van-e köztük olyan, amely képes jelentős repülőgépforgalmat lebonyolítani, valamint átvenni a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér forgalmának egy részét. Bemutatja az ott végzett tevékenység környezetterhelésének okait, hatásait, vizsgálja azokat a veszélyforrásokat, amelyek kihatnak a levegőszennyezettségre, a növény- és állatvilágra és végül, de nem utolsósorban az emberek életére.

A katonai tevékenység és a környezetvédelem kapcsolata

A katonai tevékenység alapvető célja a fegyveres küzdelem (háború) sikeres megvívása, ilyen esetekben a környezet megóvása egyáltalán nem szempont. Az eddigi fegyveres konfliktusok bizonyították, hogy egy háború széles körű környezetrombolással jár, amely egyformán igaz a természetes és mesterséges környezetre. A szennyezés mértéke és minősége szerteágazó, mert a harc megvívása során nagy mennyiségű veszélyes vegyi és robbanóanyagokat, lőszerket, üzemanyagokat használnak fel, valamint jellemző a környezet nagymértékű átalakítása, pusztítása. Továbbá, a fentiekén túl, a katonai bázisokon (laktanyák, repülőterek, raktárak stb.) olyan más speciális katonai anyagok is megtalálhatók (savak, lúgok, vegyi, nukleáris és bakteriológiai fegyverek, rakéta-hajtóanyagok stb.), amelyek sérülése vagy alkalmazása esetén nagy veszélyt jelentenek nemcsak a környezetre, de az emberekre is. A hidegháború idején nem egy fórumon lehetett hallani, hogy a szovjet légierő hazánkban is állomásoztatott nukleáris fegyvereket és ezek szállítására alkalmas repülőeszközöket.

A haderők létszáma és az általuk használt eszközök fajtái, mennyisége nagyban befolyásolja a környezetterhelő hatásokat. A harckocsik, páncélozott gépjárművek, teherautók, rakéták, repülőgépek és helikopterek oly mértékben szennyezik a troposzféra és a sztratoszféra levegőjét, amely ellen a védekezés nem egyszerű feladat.

A haditechnikai eszközök fejlesztésének iránya a két világháborút követően, a hidegháború időszakában egy új korszakba lépett. A hagyományos eszközök hatékonyságának növelése mellett, kiemelt szerepet kapott a tömegpusztító fegyverek, az interkontinentális rakéták, valamint a katonai műholdak, precíziós fegyverek és az űreszközök fejlesztése. Az utóbbi évtizedek fejlesztéseit sem a környezetbarát megoldásokra való törekvés jellemezte. Alapvető szempont volt az eszközök védelmi és támadó célokra való alkalmazhatósága, hadrafoghatósága, találati pontosságuk növelése.

A katonai repülőterek és a környezetvédelem közötti kapcsolat csak békeidőszakban szabályozható, ezek például a hulladékkezelésben, az induló és érkező repülőgépekre vonatkozó zajcsökkentő eljárásokban, illetve az üzemeltetési, repülésszervezési módszerekben mutatkoznak meg. Vannak olyan területek is, amelyek az üzemeltetők által nem befolyásolhatók, mint például a repülőgépek hajtóműveiből és a különböző gépjárművekből kiáramló üvegházhatású gázok csökkentése. Ez nem a repülőterek üzemeltetőjén múlik, hanem az alkalmazott és üzemeltetett technikai eszközök energiafelhasználásának és károsanyag-kibocsátásának mennyiségén, amely a korszerű eszközök előállításával kapcsolatos tervezési és gyártástechnológiai folyamatokkal függ össze. Továbbá, a katonai létesítmények vonatkozásában még ma sem mondhatjuk el, hogy a fosszilis energiák kiváltására nagy előrelépés történt volna az alternatív energiák felhasználása területén. Bár napjainkban a technológia megvan hozzá, de ezek fő energiaforrásként történő alkalmazása részben korlátozott, megvalósításának költségei, valamint a magyarországi jogszabályok sem támogatják a repülőterek vonzáskörzetében ezek tömeges elterjedését és alkalmazását. Például a 277/2016. (IX. 15.) Korm. rendelet (2) bekezdése előírja, hogy: „A Magyar Honvédség által üzemeltetett radaroktól számított 40 km, valamint a katonai repülőterektől számított 15 km-en belül új szélerőmű, vagy szélerőmű park nem helyezhető el, a meglévő szélerőművek építménymagassága nem növelhető, a szélerőmű parkok nem bővíthetők. E területeken kívül új szélerőmű vagy szélerőmű park akkor létesíthető, a meglévő szélerőművek építménymagassága akkor növelhető, a szélerőmű parkok akkor bővíthetők, ha igazolható, hogy a tervezett szélerőmű vagy szélerőmű park létesítése és működése honvédelmi és katonai képességcsökkenést nem okoz” [1].

Ez jelenleg olyan szintű korlátozást jelent a repülőterek és a hozzá tartozó katonai objektumok esetében, amely kizárja a szélerőművek által előállított energia nagymértékű előállítását és felhasználását. Korábban ezek az alternatív technológiák csak korlátozottan voltak elérhetők, így alapvetően csak a fosszilis energiahordozók jöhettek számításba. Mára ez megváltozott. Ahhoz, hogy a jövőben csökkenteni tudjuk a repülés környezetterhelő hatásait, meg kell valósítani a repülőterek környezettudatos üzemeltetését, amely elképzelhetetlen a fosszilis energiák felhasználásának csökkentése nélkül. Napjainkban ez még nem valósítható meg teljes mértékben, részben a fentiek miatt, részben azért, mert a repülés és a repülőterek biztonságos üzemeltetése érdekében a szükséges energiaellátást minden körülmények között biztosítani kell, amelyhez még szükség van a fosszilis energiákra is.

Magyarországi szovjet katonai repülőterek története, alapvető jellemzőik

A második világháború után a szovjet csapatok nem hagyták el Magyarország területét, sőt a hidegháború ideje alatt a létszámuk tovább nőtt. Ez a „megszállás” több mint 40 éven át tartott. Az itt állomásozó katonai alakulatok és a hozzájuk tartozó polgári állomány csak a rendszerváltás után, 1991-ben hagyták el hazánkat [2: 164–179]. Az itt tartózkodó szovjet katonák és polgári személyek létszámáról, valamint az általuk használt objektumok számáról ellentmondásos adatok állnak rendelkezésre, amelyek a szakemberek között jelenleg is vitaalapot képeznek. Kádár Krisztina és Kozma Gábor kutatói munkájából kiderül, hogy „1991-ben 100 380 szovjet állampolgár hagyta el hazánkat, ezen belül 44 668 katona. 94 helyőrség ürült ki, amelyekben összesen 328 ingatlant használtak a szovjetek” [2: 165].

Ennek a létszámmennyiségnek természetesen csak töredéke az, amely a repülőterek állományát jelentette, mivel a fent említett szám minden fegyvernemet magában foglal. Repülőterek tekintetében csupán néhány volt Magyarországon, amelyet az orosz csapatok állandó jelleggel, hosszabb vagy rövidebb ideig használtak. Ilyen repülőterek voltak a sármelléki, a debreceni, a tököli, a kunmadarasi és a kiskunlacházi is. Ezek a repülőterek az állandó repülőtér kategóriába tartoztak, de voltak olyanok is, mint például a csákvári és mezőkövesdi, amelyek csak ideiglenes repülőtérként üzemeltek. Természetesen, ezeken kívül rendelkeztek olyan tartalék hadművelleti, füves repülőterekkel is, amelyeket ritkán, csak kiképzési célra vettek igénybe. Természetesen ebben a cikkben az összes repülőtér jellemzőit nem mutatom be, csak azt a négyet, amelyet a szovjet csapatok is kiemelten kezeltek, vagy állandó használatra vettek igénybe.

A kiskunlacházi repülőtér története, jellemzői és jelenlegi helyzete

Kiskunlacháza a Dunától délkeletre mindössze 5 km távolságra helyezkedik el. A repülőtér az 1940-es években építették és azóta több alakulatnak is helyet biztosított. A második világháború alatt és után a 2. Légi Hadsereg Pe–2-es repülőgépei állomásoztak itt, majd később ismét a magyar repülőcsapatok használták. A ma is megtalálható beton felszállópályát magyar pénzforrásból 1950 és 1951 között építették, amelynek köszönhetően alkalmassá vált nagysebességű, gázturbinás vadász- és szállító repülőgépek fogadására is. A 2500 m hosszú felszállópálya mellé gurulóutakat és álló, valamint kiszolgáló helyeket is építettek. A repülőtér 1956-ban a szovjet csapatok ismét elfoglalták, az ott üzemeltetett magyar vadászipülőgépeket Sármellékre telepítették át [3: 69–282]. „1957 nyarától a Szolnokra érkező hadosztály egy ezrede települt itt, majd 1960-tól helyet cserélt a hadosztály kalocsai ezredével. Ez az ezred végig, egészen a kivonásig itt maradt: egyik első lépcsős alakulataként kapott MiG–21F és F13 gépeket a Szovjet Légierőben” [3: 126]. Két évvel később, a MiG–15 vadászipülő mellett újabb típussal, a Jak–25-ös RV változataival bővült a repülőtér gépparkja, amelyeket elsősorban célrepülések végrehajtására használtak. Kiképzés során a szovjet pilóták erre a típusra gyakorolták a légi célok elfogására előírt manővereket.

Ez a szovjet repülőezred kapta meg elsőként a magyarországi repülőalakulatok közül a MiG-29-es vadászrepülőgép-típusokat is. Az első gépek 1986. augusztus 14-én érkeztek és az év végéig összesen 12 gép állt hadrendbe [3: 69–282]. Vándor Károly szerint a kiskunlacházi bázison 1987-től tovább növekedett a különböző repülőgép-típusok és a repülőgépek száma. A MiG-29-es repülőgépek száma elérte a 41-et, s ezenkívül a bázisra települt 3 db MiG-23 UB, 4 db An-12-es, 4 db An-26-os, 1 db Tu-134-es is, a tököli 201. vegyes század állományából. Ez a repülőtér egy stratégiai bázis volt, mert az 1970-es évektől kezdődően atomfegyverek tárolására is alkalmas volt. A bázison két db Gránit típusú tároló volt megtalálható, amelynek fegyveranyagát 1990-ben, személyzetét pedig 1991-ben vonták ki Magyarország területéről. Még ebben az évben távozott Magyarország területéről az egész alakulat és ezzel egyidőben a létesítményt átadták a magyar fél számára [3: 69–282].



1. kép

A kiskunlacházi repülőtér AU-11-es fedezéke [3: 26]



2. kép

Kiskunlacházi repülőtér, mai kisrepülőgépek tárolására alkalmas hangárépület [4]

Ma ez Magyarország legmodernebb kisépítésű repülőtere. Munkaterületét német és amerikai mintára alakították át. A repülőtér bevételeit kifejezetten fejlesztésre fordítják. Új épületeket, valamint kisméretű repülőgépek tárolására alkalmas modern, a 2. képen látható hangárépületet is építettek. Számos repülőiskola veszi igénybe szolgáltatásait. Siklóernyő- és vitorlázórepülő-oktatás is folyik a motoros repülés mellett, de egy helikopteres cég bázisrepülőtere is. Folyamatos kapcsolatot tartanak a környék lakosságával, amelynek keretében rendezvényeket szerveznek, de nem utolsósorban munkahelyet is kínálnak. Nagygépes forgalom fogadására jelenleg nem alkalmas, mert nincs kiépítve az ehhez szükséges technikai háttér és infrastruktúra [4]. Környezetszennyezés szempontjából a mai állapotok összehasonlíthatatlanok az 1980-as évek állapotával, mivel az akkor használt vadászipülőgépek üzemeltetésével kapcsolatos zaj-, sugár-, fény- és egyéb terhelések nem hasonlíthatók össze a most üzemeltetett kisépítésű forgalom kivételével, környezetterhelésével. A repülőtéren megtörtént a talajszennyezettség felszámolása, de vannak olyan épületek, építmények, létesítmények (például az 1. képen látható AU-11-es fedezékek), amelyeknek karbantartása a szovjet csapatok kivonulásával egyidejűleg megszűnt vagy elmaradt, még felújításra szorulnak.

Kunmadarasi repülőtér története, jellemzői és jelenlegi helyzete

A kunmadarasi repülőtér Jász-Nagykun-Szolnok megyében, Kunmadarastól 2,5 km-re található délre. Kezdetben füves repülőtér volt, 1944-től kezdve rendelkezik betonos felszállópályával, amelyet a német Luftwaffe igényeinek megfelelően építettek ki. A szövetséges repülőgépek bombázása miatt a németek a repülőteret elhagyták, a felszállópályát pedig felrobbantották. A háború alatt odatelepülő szovjet csapatok megkezdték a helyreállítást, de időközben átadták a hazai légierőnek és a létesítmény magyar katonai irányítás alá került [3: 69–282]. „1950–51 között teljesen új építkezésbe fogtak a magyar szervek: ekkor készült el a 2500 méter hosszú betonpálya és gurulóutak is. 1951 májusában itt hozták létre a Magyar Légierő új vadászhadosztályát, amelynek első ezrede még abban az évben megkapta MiG-15-öseit” [3: 139].

1956 novemberében, Kiskunlacházához hasonlóan, a szovjet csapatok ezt a repülőteret is elfoglalták és áttelepítették ide a Tökölön állomásozó bombázó ezredüket. Ezután, 1991-ig orosz katonai repülőtérként üzemelt. A folyamatos fejlesztéseknek és korszerű repülőgépparkjának (például a Szu-7B és a 3. képen látható Szu-17 M4R típusú vadászbombázóinak) köszönhetően Kelet-Közép-Európa legnagyobb katonai repülőterévé vált.² A repülőtér rendelkezett atombomba tárolására alkalmas létesítménnyel, ahol a debreceni és a saját alakulata részére tároltak tölteteket [3: 69–282].

A repülőtér az 1991-ben történő kivonulás idején, május 10-én került vissza magyar kézbe, de a továbbiakban katonai vonalon nem hasznosították. A szovjet csapatok kivonulását követően nagyon jó állapotban került vissza magyar kézbe, de mivel nem

² „Az első fedezékeket 1967–1968 körül építették meg, majd fokozatosan készültek el a kicsit nagyobbak a vadászbombázók részére. A 70-es évek közepén a vadászbombázó ezred harmadik századának is építettek fedezékeket, majd 1981-re a felderítőezred Jak-28R/U gépei részére is elkészült 14 darab nagy méretű hangár” [3: 139].

hasznosították, az évtizedek alatt állapota teljesen leromlott. Az épületek roskadoznak, a terület megközelítése és bejárása engedélyhez kötött [5]. A környezeti terhelés, amelyet az alakulat jelentett a település számára az hasonló a kiskunlacházi repülőtér terhelésével. Főleg a zaj-, sugárterhelés és fényszennyezés volt az, amely érezhető hatást gyakorolt a lakosságra, de a talajszennyezés, levegőszennyezés és vízszennyezés is ott volt a háttérben, amelynek mértékét csak a magyar tulajdonba való visszakérés után lehetett diagnosztizálni. Ennek a repülőtérnek a helyreállítása, ahogy a 4. képen is láthatjuk, ma már hatalmas összegeket emésztene fel, így valószínűleg jó darabig nem fogják hasznosítani.



3. kép

A kunmadarasi repülőtér indítózónájában egy Szu-17 M4R indítás közben [6: 153]



4. kép

A kunmadarasi repülőtér mai romos valóságának képe, amely az egész repülőtérre jellemző [5]

A sármelléki repülőtér története, jellemzői és jelenlegi helyzete

Sármellék azon repülőterek közé tartozik, amely a mai napig is működik, polgári légi-forgalmi feladatot lát el. Története az 1940-es években kezdődött. Ekkor még csak ideiglenes felhasználású repülőtérként működött, viszont a betonos felszállópályának köszönhetően, ami 1951-re készült el, az állandó repülőterek kategóriájába sorolták át. Az ott állomásozó magyar repülőezred 1961-ben áttelepült Pápa helyőrségbe, helyére pedig egy szovjet repülőezred költözött. Nem tartott hosszú ideig az ezred itt-tartózkodása, mert két év után helyet cserélt a szintén szovjet tököli ezreddel. A kunmadarasi repülőtérhez hasonlóan, itt is elkészültek és rendelkezésre álltak azok a létesítmények, amelyek szükségesek voltak a zavartalan munkavégzéshez, valamint a katonák és családjaik mindennapi életviteléhez. A repülőtéren több repülőgéptípust üzemeltettek, amelyek között megtalálható volt a MIG–21-es, az 5. képen látható MIG–23-as M és UB változatok, valamint a MIG–29-es is. Az alakulat 1990. október 4-én hagyta el végleg a bázist, azóta polgári repülőtérként üzemel [3: 69–282]. A kármentesítése 2011-ben kezdődött és 4,3 milliárd forintba került. A projekt „100%-ban európai uniós támogatással valósult meg. Ennek eredményeképp sikerült megtisztítani a mintegy 60 hektáros területet és csaknem 186 000 m³ talajvizet 357 000 laza m³ szennyezett talajt” [7]. A munkálatok alatt, a már nem használt épületek, térburkolatok, földben lévő hatalmas tartályok és csővezetékek bontását, közművek áthelyezését is elvégezték, megtisztították a környék talaját és vízkészletét is [7].



5. kép

A sármelléki repülőtér (MIG-23M és a háttérben egy UB változat fékezőernyővel gurul) forgalma régen [3: 204]



6. kép

A sármelléki repülőtér forgalma ma [9]

Ma Magyarország harmadik legnagyobb polgári repülőtere, amely Hévíz–Balaton Airport névre hallgat. Bármely légi forgalom lebonyolítására alkalmas repülőtér, amely teljes mértékben Zalavár és Sármellék tulajdonát képezi. Kisgépes és a 6. képen is jól látható nagygépes forgalom lebonyolítására is alkalmassá vált az elmúlt évtizedben, amelynek köszönhetően további lehetőségeket adott a települések kezébe. Folyamatos fejlesztéseken ment keresztül az 1990-es évek eleje óta, majd 2015-ben kormányhatározatban jelent meg a repülőtér neve a Sármellék és Zalavár iparterületével együtt. Az itt megállapított pénzügyi keret nemcsak a repülőtér technikai, infrastrukturális és egyéb fejlesztésére vonatkozott, hanem a környezetében lévő úthálózatokra, földterületekre is, amelyekre ipari és egyéb létesítmények építhetők. Ennek köszönhetően Sármellék-Zalavár logisztikai központtá nőhet ki és válhat repülőtérre Nyugat-Magyarország legnagyobb légikikötőjévé [7], [8]. Ezek a fejlesztések növelik a települések és a Balaton turisztikai forgalmát, munkalehetőséget teremtenek, pénzbevételi forrásokat jelentenek, ezáltal az adott területen növekedhet az életszínvonal, az infrastrukturális kiépítettség, amely az ott élő lakosság számára élhetőbbé teszi a településeket.

A debreceni repülőtér története, jellemzői és jelenlegi helyzete

A repülőtér építése 1930-ban kezdődött, ahol a hangárokat az Aero Szövetség építette fel. 1939-től a Magyar Királyi Légierő, majd később a Luftwaffe egységei is használták. 1945 után egy híradó alakulat működött a bázison, valamint néhány évig a katonai és polgári légi forgalom köztes repülőtérként használta. „1946-tól magyar polgári

repülőgépek, a Maszovlet, majd a Malév gépei is használták a repülőteret” [3: 80]. A szovjet légierő 1952-ben átvette a repülőtér üzemeltetését és állandó jelleggel katonai bázisként működtette, de egyben biztosította a magyar belöldi polgári légi forgalom számára annak használatát is. A repülőforgalom csökkenése miatt, a polgári légi közlekedés ezt az útvonalat 1968-ban megszüntette, de a szolgáltatásokat az LRI még éveken keresztül fenntartotta. A repülőtér történetében több repülőgéptípus üzemeltetése is szerepel. A 727. önálló gárda bombázóezred állományába tartozott 4 db Li-2-es, 1 db Jak-12-es, 34 db Il-28-as, 6 db Il-28 U, 4 db Il-28 PP, összesen 49 db repülőgép. 1981-ben megérkezett az első 3 db Szu-24-es és még az év végéig átfegyverezték az egész alakulatot. A bázist a szovjet fél egészen 1990. május 31-ig használta, majd ezt követően a magyar félnek polgári repülésre alkalmas, kifogástalan állapotban (pályafényekkel, működő elektromos hálózattal, épületekkel, a 7. képen látható irányítórónnal stb.) átadták [3: 69–282]. Katonai vonalon nem hasznosították, így a vadászipülőgépek és az azokat kiszolgáló, ma már korszerűtlen eszközök által keltett környezetterhelő hatások mérséklődtek, de a polgári felhasználás miatt nem szűntek meg teljesen. A bázis 1991-től kezdődően teljes mértékben a polgári repülés színterévé vált. A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően az épületek és az irányítóróny kinézete a 8. képen látható módon mára teljesen átalakult. „A légikikötő Debrecen központjától 7 kilométerre, a Nagyállomástól (a debreceni főpályaudvartól) 5 kilométerre délre található” [10]. A WIZZAIR légitársaság bázisrepülőtere, de több légitársaság repülőgépei is megfordulnak itt. A szélrózsa minden irányába indítanak járatokat, amelynek köszönhetően egy átszállással még az Amerikai Egyesült Államokba is eljuthatunk [10]. A repülőtér továbbhasznosítása és -fejlesztése növeli a munkaerőpiaci lehetőségeket, a turizmust és végül, de nem utolsósorban a város nemzetközi ismertségét.



7. kép

A debreceni repülőtér irányítórónya a háttérben régen [6: 153]



8. kép

A debreceni repülőtér irányítótornya a jelenlegi állapotában [10]

A négy repülőtér közül tehát hármat a továbbiakban is hasznosítottak a szovjet csapatok kivonulása után, egy repülőtér esetében pedig semmi komolyabb előrelépés nem történt. Kunmadarason csupán a romos épületek és a repülőtéren található felszállópálya, valamint ehhez tartozó gurulóutak árulkodnak arról, hogy ott valamikor repülőtér üzemelt. Az is megállapítható, hogy a három repülőtér, Kiskunlacháza, Sármellék és Debrecen esetében viszont komoly modernizációs folyamatok zajlottak le az elmúlt 30 év távlatát nézve. A környezetterhelő hatások mérséklődtek a korábbi állapotokhoz képest és további pozitívumot jelent, hogy munkaerőpiacot teremtettek a környékükön. Lehetővé tették a turizmus növekedését, az ipari, logisztikai és közlekedési infrastruktúra modernizálását vagy kiépítését. Ezzel növelték a térség gazdasági stabilitását és ezzel párhuzamosan a lakosság életszínvonalát.

A következőkben vizsgálom a magyarországi volt szovjet repülőterek használatával összefüggő környezetterhelő hatásokat és azok alapvető jellemzőit.

A magyarországi szovjet repülőterek használatával összefüggő környezetterhelő hatások és azok alapvető jellemzői

A polgári és a katonai repülőterek környezetterhelésének területeit, fajtáit és hatásait vizsgálva megállapítottam, hogy azok minden repülőtérre egyformán jellemzők, a különbségek csak a terhelések nagyságából és más veszélyforrások jelenlétéből (lőszer, robbanóanyag, vegyi és nukleáris anyagok stb.) adódnak, amely a repülőterek fajtáival, alaprendeltetésével, az alkalmazott technikai eszközök, gépjárművek műszaki állapotával, a repülőgépek típusával, méreteivel, a repülőgépek hajtó- és kenőanyagainak fajtáival, tárolt mennyiségével, valamint a repülőterek üzemeltetéséhez felhasznált energiák fajtáival (fosszilis, alternatív, villamos energia stb.) függ össze. Ezek a hatások igazak és vonatkoznak a magyarországi szovjet repülőterekre is.

A repülőterek környezetterhelését több szempont alapján vizsgálhatjuk és csoportosíthatjuk. A létesítmények életciklusát tekintve, annak három időszakát különböztetjük meg, amelyekben a környezet terhelésének formái, fajtái és területei egymástól eltérhetnek, de vannak bennük azonosságok is. Az életciklus szerinti csoportosítás három időszaka a következő:

- A repülőterek létesítésének és építésének időszaka
A repülőterek létesítésének első fázisában a helyszín kiválasztása során sokféle szempontot kell figyelembe venni, amelyek között szerepelnek a környezeti, a természeti adottságok is, de nem ezek az elsődlegesen meghatározók. Természetesen a helyszín kiválasztása még nem jár környezetterheléssel, de összefügg az építkezés során a természeti környezet átalakításával, amely hatással van az állat- és növényvilágra, a talaj vízkészletére stb. Maga az építési folyamat komoly megterhelést jelent a környezetre, nemcsak azzal, hogy átalakítják a természeti környezetet és helyette egy új, nagy kiterjedésű épített környezetet hoznak létre, hanem ennek következményeként sérül a környék növény- és állatvilága. A föld felső rétegébe került épületszerkezetek (alapozás) építőanyagai, a közműhálózatok, föld alatti tárolók, raktárak miatt megváltozik a talaj hő- és vízháztartása, amely a mikroorganizmusokra is káros hatással van, hátrányosan befolyásolja a talajvíz áramlási viszonyait, valamint fokozottá válik a felszíni és a talajvízek szennyezésének lehetősége. További környezetterhelést jelentenek a munkagépek által okozott talaj- és légszennyezés, a föld felszínére gyakorolt negatív hatások, valamint a gépek által okozott zajterhelés. Bár a természet és ezen belül a növény- és állatvilág képes bizonyos mértékig alkalmazkodni, regenerálódni, de az okozott károk vagy a létrejött veszélyforrások ezzel még nem szűnnek meg teljes mértékben.
- A repülőterek működésének, üzemeltetésének időszaka
A repülőterek működésük során, ebben az időszakban folyamatosan terhelik a környezetüket és az életciklusnak ez a leghosszabb időszaka. A környezet terhelését elsősorban az üzemeltetéssel együttjáró tevékenység és annak következményei okozzák. A kiváltó okok, anyagok, technikai eszközök környezetet károsító hatásait *közvetve* vagy *közvetlenül* fejtik ki, ezért azok csoportosítása különböző szempontok szerint lehetséges. Mivel a káros hatásoknak nagyon sok, gyakran egyidőben több kiváltó oka is lehet, ezért célszerű a *hatások fajtái* szerint elvégezni a csoportosítást, bemutatóva annak okait és a hatások kifejtésének jellegét, következményeit. Ennek megfelelően a repülőterek üzemeltetésével összefüggő környezetterhelő hatások fajtái az alábbiak lehetnek:
 - a fosszilis energiahordozó anyagok használatával összefüggő levegő- és talajszennyezés,
 - a gépek és technikai eszközök okozta zajterhelés,
 - a gépek által okozott rezgések és vibrációs jelenségek,
 - a világítás miatt kialakuló fényszennyezés,
 - a radarok és leszállítórendszerek által okozott sugárterhelések,
 - a repülőtereken tárolt veszélyes anyagok lehetséges környezetterhelő hatásai,
 - a repülőterek fejlesztésének, korszerűsítésének várható környezeti hatásai,
 - repülőbalesetek okozta környezeti hatások.

Természetesen a különböző repülőterek környezetterhelési hatásai nem egyformák, az nagyban függ a repülőterek alaprendeltetésétől (polgári, katonai, állandó vagy tartalék stb.), az üzemeltetett és alkalmazott technikai eszközök fajtáitól, műszaki állapotától, az ott tárolt veszélyes anyagok mennyiségétől és lehetséges hatásaitól, valamint az üzemeltetési formától és módszertől. A magyarországi volt szovjet repülőterek környezetterhelésének vizsgálata során a fenti hatásokat és azok lehetséges következményeit fogom vizsgálni és bemutatni.

- A repülőterek megszüntetésének és a terület rehabilitációjának időszaka
Az eddigi gyakorlat azt bizonyítja, hogy a repülőterek teljes felszámolását csak ritkán hajtják végre, legtöbb esetben valamilyen más célra hasznosítják, vagy a repülőtéri szerepét részben megtartva funkcióváltás történik. Mindkét esetben a környezetterhelés jellege megváltozik, legtöbb esetben azok csökkennek, valamint a korábbi környezeti károkat részben vagy teljes mértékben felszámolják. A repülőterek teljes felszámolása során nem minden esetben valósul meg az építmények (felszállópályák, épületek, közművek stb.) teljes eltávolítása. Nem mindig hajtható végre, mert rendkívül költséges és évekig is eltarthat. Ezért, azok részbeni környezetterhelésével továbbra is számolni kell, valamint figyelembe kell venni a bontási és rehabilitációs munkák során a munkagépek hatásait, valamint a természeti környezet átalakításának következményeit. Összességében elmondható, hogy ilyen esetekben a környezetterhelési hatások nagymértékben csökkennek, valamint a természeti környezet regenerációja miatt évek múlva részlegesen vagy teljes mértékben megszűnnek.

A szovjet repülőterek környezetterhelő hatásainak vizsgálatát csak a működési és üzemeltetési időszakokra vonatkozóan végzem el és mutatom be, ezek következményeivel és alapvető jellemzőivel együtt.

A fosszilis energiahordozó-anyagok használatával összefüggő levegő- és talajszennyezés

A repülőterek energiaigényeinek kielégítésére nagy mennyiségű villamos- és fosszilis energiahordozókat (szén, földgáz stb.) használnak fel.³ Ezek egy részét a helyszínen teszik, (fűtésre, melegvízellátásra, gépjárművek üzemeltetésére stb.), amelyek környezetszennyezése szintén itt valósul meg. Más részüket viszont a repülőterektől távol, közvetlenül a légtérben használják fel (például a repülőgépek üzemanyaga) és az égés során keletkező káros anyag közvetlenül szennyezi a légtérrel⁴ [11]. A repülőgépek

³ „A földgáz a kőolajszármazékokhoz és a szénhez képest kisebb környezetszennyezést okoz, amennyiben alacsonyabb a kén- és nitrogén-oxid kibocsátása” [12: 17]. Az erőművekben vagy más tüzeléstechnikai eszközben történő elégetése kedvező paraméterekkel történik, mert kisebb a szén-dioxid-terhelése és az üvegházhatás szempontjából is kedvezőbb. A gázfűtés általában könnyen megvalósítható, kiváló szabályozottsági tulajdonságokkal rendelkezik, amely gazdaságos felhasználást biztosít [12: 13–34].

⁴ A kerozin nem más, mint tisztított petróleum, amelynek jellegzetes szaga és halványárga színe van. A kőolajból lepárlással állítják elő, repülőgépek és rakéták tüzelőanyagaként használják [11].

légszennyező hatása⁵ mellett számolni kell a repülőtereken működő, gázolaj- és benzinüzemű gépjárművek emissziós kibocsátásával, valamint az épületek hőellátása érdekében elégetett fosszilis energiahordozók káros melléktermékeivel. Más a helyzet a villamos energiával, amely nem szennyezi a repülőterek környezetének levegőjét és talaját, de az előállítás során részben fosszilis energiát használnak, amely szintén terheli a légkört [12: 13–34]. A nukleáris létesítményekben előállított villamos energia környezetterhelése sokkal kisebb, de ott más veszélyekkel, például lehetséges balesetből adódó sugárterheléssel kell számolni. A hazai szovjet repülőterek működése és üzemeltetése során az alternatív energiák használatának lehetősége minimális volt, és a jelenlegi repülőtereken is csak korlátozott mennyiségben alkalmazzák azokat.

A fosszilis energiahordozók elégetése nagymértékben szennyezi a légkört helyi és globális szinten egyaránt, amelynek súlyos környezeti és egészségügyi hatása is lehet. Az égetés során keletkező káros anyagok hozzájárulnak a globális felmelegedéshez, az ózonréteg elvékonyodásához, ezzel növelve az ultraibolya sugárzást. Szmog keletkezéséhez, savasesők kialakulásához és egyéb problémákhoz vezethet. A repülőtereken használt gépjárművek belsőégésű motorjai szintén szennyezik a levegőt. A rákkeltő koromrészecskék mellett olyan üvegházhatású gázokat bocsátanak ki, mint például a szén-dioxid (CO₂), a vízgőz (H₂O), a kén-dioxid (SO₂), és esetlegesen olyan szénhidrogén-vegyületek, amelyek súlyos egészségkárosodást okozhatnak⁶ [12: 35–131].

A fosszilis energiák közül a kőolaj-származékú hajtó- és kenőanyagok, (kerozin, gázolaj, benzin, zsírok és olajok stb.) komoly környezeti veszélyt jelentenek a talaj élővilágára és vízkészletére, a felszíni vizekre, valamint a növényzetre. Sajnos, a repülőterek működése során ennek bekövetkezése nem ritka, amelynek oka a földalatti tárolók tartályainak, valamint töltő-vezetékeinek kisebb-nagyobb sérülése. A talajba kerülő kőolajszármazékok miatt kipusztulnak a mikroorganizmusok, a növények elszáradnak és tönkremennek, valamint a talaj vízkészletébe kerülve képes nagy területeket leszennyezni és az ivóvízbázisokat tönkretenni. Hatással van az állatvilágra is, mert az élőhelyük elpusztulásával vagy ők is elpusztulnak, vagy elhagyják a területet, ezáltal felborulhat a tápláléklánc. A kármentesítés nagyon költséges, mert különleges technológiát igényel és végleges felszámolása hosszú időt vesz igénybe.

A gépek és technikai eszközök okozta zajterhelés

Napjainkban a repülőterek környezetében élők egyre gyakrabban lépnek fel azzal a jogos igényvel, hogy csökkenteni kell a repülőgépek és a kiszolgáló technikai eszközök által előidézett zajhatást, mert az esetenként eléri a vegetatív idegrendszeri károsodás szintjét.

⁵ A repülőtereken alkalmazott és kiszolgált technikai eszközök közül a legtöbb üvegházhatású gázt a repülőgépek bocsátják ki.

⁶ A tüzelőanyag tökéletlen égésekor keletkező CO belélegezve gátolja a hemoglobin oxigénszállítását, ugyanis a CO erősebben tapad hozzá, mint az oxigén. Az illékony szénhidrogéneknek az irritáló hatáson túl nincsen általános jellemzője sokféleségük miatt, de vannak köztük olyan karcinogének, azaz rákkeltők, amelyek a májat mérgezik, károsíthatják a vérképzést és a központi idegrendszerre hathatnak [13].

Repülőterek esetén a zajforrások 3 csoportba sorolhatók az alábbiak szerint:

- a földi kiszolgálóeszközök okozta zajhatás,
- a repülőeszközök karbantartási és ellenőrzési feladatainak zajhatásai (például földi hajtóműpróbák, felszállás előtti vagy időszakos hajtómű-ellenőrzések stb.),
- a légi járművek (gázturbinás hajtóművekkel vagy dugattyús motorokkal rendelkező repülőgépek, helikopterek stb.) által keltett zajhatások [14: 146–147].

A legnagyobb zajterhelést a több hajtóművel rendelkező nagyméretű szállítógépek, valamint a teljesítményfokozóval (utánégető) felszerelt katonai gépek okozzák, felszállás közben, alacsony magasságon és műrepülések esetén, földi hajtóműpróbák során vagy a hangsebesség átlépésekor a hangrobbanás miatt. Kisebb zajterhelés lép fel indításkor, guruláskor vagy leszállás közben. A dugattyús kisgépek és a helikopterek zajterhelése alacsonyabb, de ezek is okozhatnak egészségkárosodást [14: 146–147].

Számolni kell továbbá a repülőtereken működő kiszolgáló technikai eszközök és gépjárművek zajterhelésével is, amelynek mértéke jóval alacsonyabb, mint a légi járművéké, csak ritkán haladják meg a közutak, autópályák közlekedési zajszintjét. A zajhatás nemcsak az emberek számára káros, hanem az állatvilágot is zavarja, ezért egyes egyedek az élőhelyüket elhagyják. Nem ritka az sem, hogy a hangok által keltett rezgések károkat okoznak az épületek üvegszerkezetében, rontják a létesítmények statikai jellemzőit [15: 37–84].

Gépek által okozott rezgések és vibrációs jelenségek

A légi járművek hajtóművei és a repülőterek üzemeltetéséhez szükséges rezgést és vibrációt okozó gépek csak minimálisan terhelik a természeti környezetet, elsősorban az üzemeltető állománynál idézhetnek elő egészségkárosodást, vagy azokban az épületekben okozhatnak szerkezeti és statikai hibákat, amelyekbe telepítve vannak. A rezgés által okozott elváltozások főleg a repüléseket kiszolgáló földi személyzetet veszélyeztetik. A repülőgép hajtóművek által okozott vibráció mértéke csökkentheti a komfortérzetüket és teljesítményüket. A különböző frekvenciájú rezgések más-más szövetekben nyelődnek el, amelynek következtében először funkcionális, majd későbbiekben organikus elváltozások léphetnek fel az emberek szervezetében [16]. A vibrációnak két formáját különböztetjük meg, úgymint helyileg ható és az egész testre kiterjedő. A repülőgépek, helikopterek és a repüléseket kiszolgáló járművek személyzetére az egész testre kiható vibráció a jellemző, mert minden esetben az egész test a rezgőfelületen helyezkedik el. Ilyen esetekben a rezgés (vibráció) minden belső szervet érinthet, (vese, gyomor, szív, gerincoszlop stb.), de természetesen idegrendszeri, érgyógyászati és mozgásszervi elváltozásokat is előidézhethet [16].

A világítás miatt kialakuló fényszennyezés

„Szennyező az a mesterséges fényforrásból származó fény, mely kívül jut azon a területen, amelyre szánták, vagy szánhatták, különösen, ha a horizont síkja fölé irányul” [17: 5].

A repülőterek többségén a fényszennyezés mértéke időben nem jelent állandó terhelést, mert csak abban az esetben jön létre, ha a repülések biztonságos végrehajtása érdekében a fényforrásokat bekapcsolják. A fényszennyezést előidézhető fényforrások lehetnek: az épületek és létesítmények fényei, a pályaszegélyek, a gurulóutak fényei, az állóhelyek világításának fényei, a légi járművek fényforrásai vagy a felszállópálya megvilágítására használt reflektorok fényei. A fényforrások használatuk közben, azok erősségétől függően, hasonlóan a zajforrásokhoz az élőlények szervezetére szintén károsító hatásokat fejtenek ki. Alapvetően az emberek és az állatok látószerveit károsítják⁷ (látáscsökkenés), de felborítja a madarak⁸ és a rovarok bioritmusát is, amelyek következtében elpusztulnak vagy elhagyják az életterületet.

Gyakran előfordul, hogy a madarakat, a bogarakat az erős fény magához csalogatja, ezáltal eltávolodhatnak eredeti táplálkozó- és szaporodási helyüktől. A fényforrások közelében keringő rovarok könnyű táplálékot jelentenek a rájuk vadászó madaraknak, de a repülőgépek fényforrásainak zavaró hatása miatt nagyobb a lehetősége a repülőgépek és a madarak ütközésének is [17: 5–23].

Radarok és leszállítórendszerek által okozott sugárterhelések

Az elektromágneses hullámok okozta szennyeződések két nagyobb csoportját különböztetjük meg. Az egyik az ionizáló a másik a nem ionizáló sugárzások. Nem ionizálók közé tartoznak például a rádióhullámok és a mikrohullámok, amelyeknek élettani hatásai is lehetnek. Az emberi szervezetben főleg a látószerv, a bőr és a sejtek szintjén fejt ki hatását [15: 37–84].⁹ A radarok és leszállítórendszerek nemcsak az emberre, de az állatok szervezetére és a növényekre is káros sugárzást bocsátanak ki. A sugárzás élettani hatásainak mértéke nagyban függ a sugárzás forrásának távolságától, valamint a terepdomborzat, mesterséges létesítmények árnyékoló hatásától [18: 4–27], [17: 5–23]. A repülőtér körzetében lévő radarok által kibocsátott rádióhullámok minimális akadálymentességbe ütköznek, így minden irányban akadálytalanul terjedhetnek és fejthetik ki hatásukat.

A repülőtereken tárolt veszélyes anyagok lehetséges környezetterhelő hatásai

A repülőterek környezetterhelő hatásainak veszélyét csak fokozzák a bázisokon tárolt vegyi és robbanóanyagok, hagyományos és nukleáris fegyverek, bombák, tűzveszélyes anyagok stb. A magyarországi szovjet repülőtereken ezek az anyagok tartósan jelen

⁷ „A szem izomzata idő előtt fárad ki, ha a megvilágítás nem megfelelő. Túlzott igénybevétel esetén nemcsak a szem mozgatóizmjai fáradnak ki, hanem a környező izmok is. Ez fejfájáshoz, idegességhez, valamint teljes szellemi és fizikai elfáradáshoz vezet, így leromlik a teljesítmény is” [17: 15].

⁸ „A vándormadarak éjszaka a csillagok alapján tájékozódnak, ám az égbolt megnövekedett háttérfényessége miatt a csillagok elhalványulnak, nem látszanak, így a madarak eltévedhetnek” [17: 17].

⁹ „Az emberi szervezetbe csak a 760–1400 nm hullámhosszú elektromágneses hullám (hőhullám) jut be, hatásukra az erek kitágulnak, a bőr felmelegedik, nem ritka a gyulladás, illetve égés létrejötte, gyakran a szervezet egész hőháztartása felborul. Ezek a hullámok a szemben kötőhártya gyulladást és szaruhártya-károsodást okozhatnak” [15: 77].

voltak, amelyek tárolási feltételeit a hazai környezetvédelmi hatóságok nem ismerték. A tárolási körülmények és az ellenőrzési követelmények hiányosságai nagyban hozzájárulhatnak ahhoz, hogy ezek sérülése, robbanása súlyos környezeti károkat vagy katasztrófákat okozzanak. A vegyi anyagok levegőbe vagy a talajba kerülve pusztítják a természeti környezet állat- és növényvilágát, szennyezik a vízbázisokat, az emberek körében halált és betegséget okozhatnak. A bombák, a lőszer robbanása rombolja az épített és természetes környezetet, tüzet okozhat, amely szintén terheli a környezetet. Ha nukleáris és sugárzóanyagok kerülnek ki a szabadba, annak szintén beláthatatlan következményei lehetnek a természetre és az emberekre egyaránt. Ha a tűzveszélyes anyagok kapnak lángra, az égéstermékek szennyezik a levegőt, a lángok és a magas hőmérséklet miatt tönkremehetnek az épületek és elpusztulhat a természetes környezet állat- és növényvilága. Sajnos a gyakorlatban ezekre már volt példa, de szerencsére a hazai szovjet és magyar repülőtereken ilyen jellegű katasztrófák még nem következtek be, bár kisebb balesetek már előfordultak. A magyarok részére visszaadott orosz repülőterekről csak utólag derült ki, hogy milyen veszélyes anyagokat tároltak a bázisokon, valamint az is, hogy néhány esetben a hajtó- és kenőanyagok által súlyos talaj- és vízbázisszennyezés történt.

A repülőterek fejlesztésének, korszerűsítésének várható környezeti hatásai

A repülőterek működése során elkerülhetetlen, hogy azokat ne fejlesszék, vagy időszakonként ne korszerűsítsék. Ezeknek a folyamatoknak szintén vannak környezetterhelő hatásai, amelyek nagysága alapvetően függ az építkezések jellegétől, nagyságától és technológiájától, típusváltás esetén az új technikai eszközök és légi járművek környezetszennyező és környezeti hatásaitól, valamint az ezekkel összefüggésben alkalmazott új üzemeltetési módszerektől. Egy ilyen folyamat esetén számolni kell a természetes környezet átalakításával, amely kihathat a növény- és állatvilágra, szennyezheti a talajt és a levegőt, növelheti a fény- és zajterhelést stb. A gyakorlatban többször előfordult az a nemkívánatos helyzet, hogy a repülőterek a bővítés következtében közelebb kerültek az emberek lakóövezetéhez, amely továbbnövelte azok környezetének levegőszennyezettségét és zajterhelését. A megváltozott természetes környezet az építkezés befejezése, valamint az új üzemeltetési módszerek és formák bevezetése után, néhány év alatt képes a kialakult helyzetnek megfelelően ahhoz alkalmazkodni és regenerálódni.

Repülőbalesetek okozta környezeti hatások

Repülőterek üzemeltetése közben elkerülhetetlen a kisebb-nagyobb repülőbalesetek,¹⁰ légi katasztrófák¹¹ bekövetkezése. Ez a környezetterhelésnek egy olyan fajtája, amely nem jelent folyamatos terhelést a mesterséges és természetes környezet számára, hanem egy bizonyos területre, pontszerűen koncentrálódik. Egy repülőgép, meghibásodás esetén veszélyt jelent minden olyan élőlényre és mesterséges építményre, amely fölött elhalad. Természetesen a legnagyobb veszélyt a benne ülő személyzetre és utasokra jelenti, de sokszor hallani olyan esetekről is, hogy a repülőgép egy lakott településre zuhant és súlyos károkat okozott az épített és természetes környezetben. Mert például tüzet okozott, épületeket rombolt és a kiömlő üzemanyag szennyezte a talajt és annak vízkészletét stb. Igaz ez a katonai és polgári repülésben részt vevő légi járművekre is, külföldön és Magyarországon egyaránt. Vándor Károly *Légierő társbérletben* című könyvében ismerteti azokat a magyarországi légtérben bekövetkezett légi baleseteket, katasztrófákat, amelyek a szovjet repülőterekhez köthetők. A felsorolás korántsem teljes, de a felsorolt 180 esetben megtalálhatjuk mindazokat a repülőeseményeket, amelyek géptörést vagy katasztrófákat okoztak. Az adatok néhol hiányosak, de annyi bizonyos, hogy rendkívül nagy és széles körű kutatómunka áll az információk megszerzése mögött.

Természetesen minden országban, ahol repülőterek vagy légi folyosók találhatóak, előfordultak már légi balesetek és katasztrófák, de ami bizonyos, hogy a volt szovjet katonai repülőterek a különféle környezetszennyezési formák mellett így is terhelték környezetüket, még akkor is, ha ezekről az eseményekről a lakosság többségében akár nem is értesült.

A magyarországi szovjet repülőtereken feltárt környezeti károk, azok felszámolásának folyamata, a létesítmények hasznosításának lehetőségei

A szovjet csapatok kivonulása után az általuk használt repülőtereket visszaadták a magyar államnak, és megkezdődhettek azok környezeti kárainak felmérése, felszámolása, valamint a további hasznosításuk megtervezése. Ez utóbbira többféle elképzelés is született, különösen azért, mert a hasznosításra a helyi önkormányzatok, valamint különböző magántulajdonú és külföldi érdekeltségű cégek is bejelentették az igényüket. Voltak olyanok is, akik vállalták az objektumok kármentesítését, de legtöbb esetben ezek végrehajtása az államra vagy az önkormányzatokra hárult.

¹⁰ Repülőbaleset: „a repülőtechnika hibás működésével, kisebb-nagyobb sérülésével vagy megsemmisülésével járó, emberi életet nem kioltó repülőesemény. Ilyen például egy hajtóműtűz, amely miatt a repülőszemélyzet a gépet sikeresen elhagyja, s a gép a földre csapódik” [7: 53].

¹¹ „Légi katasztrófa: a →repülőbalesetek csoportjába tartozó legsúlyosabb esemény, amikor a helyszínen v. a későbbiekben – de az eseménnyel közvetlen okozati összefüggésben – egy v. több személy életét veszítette, v. légi jármű fedélzetén tartózkodó személyekkel együtt eltűnt, és a felkutatást – eredménytelenség miatt – megszüntették. –nak tekintik még a →légi eszköz elvesztésével járó, egyébként emberéletet nem követelő eseményt is” [19: 568].

A feltárt környezeti károk és azok felszámolásának folyamata

A szovjet csapatok 1991-ben történt kivonulása után megkezdődhetett a repülőtereken uralkodó állapotok, az üzemeltetésükből adódó károk felmérése és felbecsülése. A felmérések alapján kiderült, hogy az elhagyott repülőterek és a laktanyák meglehetősen rossz állapotban vannak. A kárfelmérések során egyértelmű és általános megállapítás volt, hogy a használat és az üzemeltetés során a legnagyobb problémát minden esetben a kerozin, a fűtőolaj és gázolaj általi talaj- és ennek következménye, a vízszennyezés jelentette¹² [20]. Ez igaz volt nemcsak az állandó, hanem a tartalék repülőterekre is, bár ezeknél kisebb mértékben fordultak elő ilyen nagyságú környezeti károk. A mezőkövesdi repülőtér esetében, annak ellenére, hogy azt évenként csak néhány alkalommal használták, ott is a földréteg kerozinszennyezése jelentette a legnagyobb problémát. Igaz, a felmérések itt már olyan időpontban készültek, amikor a repülőtér jó ideje magyar kézben és üzemeltetésben volt.¹³ Néhány állandó rendeltetésű repülőtéren a szennyezettség mértéke már olyan szintet is elért, hogy a környező településeket és azok ivóvízbázisait is veszélyeztette. Jó példa erre a sármelléki repülőtér, amelynek talajszennyezettsége miatt veszélybe kerültek a Balaton környéki települések, főként a Balaton vízminősége. Részben ez volt az oka annak, hogy a nagyobb mértékű ökológiai katasztrófák elkerülése érdekében, a bázisok visszaadása után a kármentesítési munkák végrehajtását azonnal meg kellett kezdeni. A talaj vegyi anyagokkal, kőolajszármazékokkal történt szennyeződése nemcsak a talaj élővilágát és humusztartalmát pusztítja,¹⁴ de közvetve hatást gyakorol a környezet növény- és állatvilágára, ezáltal az emberek egészségére is. A megművelhető földterületek elszennyeződése káros hatással van az ott termesztett zöldségekre, gyümölcsökre, takarmánynövényekre stb., ezáltal a haszonállatokra is. Így, bekerülve a táplálékláncba veszélyeztethetik az emberek egészségét, hasfájást, hasmenést válthatnak ki és egyéb mérgezéseket okozhatnak. Mivel a szennyezőanyagok nem állnak meg a talaj felső 30 cm-es mélységében, könnyen eléri a mélyebben fekvő vízrétegeket és bekerülnek a települések ivóvízellátásába is [20: 144–185].

A környezeti károk másik nagy területe a lőszer- és robbanóanyagok szabálytalan tárolásából és felhasználásából adódott. A repülőterek átvétele során az átvevők azt tapasztalták, hogy a bázisok területén, annak különböző létesítményeiben, gyakorlóterein szétszórta elásva különböző lőszer- és robbanóanyagok voltak megtalálhatók. Ezek nagy veszélyt jelentettek az ott-tartózkodókra és a munkavégzőkre, ezért első lépésként minden átvett repülőtéren végre kellett hajtani a lőszer- és robbanóanyag-mentesítést.

¹² A kerozinszennyezés a tartályok és csővezetékek sérüléseiből és tömítetlenségéből adódott, amely párosult a repülőterek üzemeltetéséhez, valamint a repülések kiszolgálásához szükséges technikai eszközök, gépjárművek olajfolyásainak, a használt hajtó- és kenőanyag-tárolók, raktárak környezetszennyezésével [20: 144–185].

¹³ A mezőkövesdi repülőtér a magyarok és az oroszok által közösen használt bázis volt, ezért a környezeti károk okozásáért mindkét fél felelős [3: 69–282].

¹⁴ „A talaj tehát ásványi alkotókból, vízből, talajlevegőből, élőlényekből és humuszból épül fel. A humusz a lebomlott élőlények bonyolult összetételű maradványa, melynek „anyagcseréje” jelentősen befolyásolja a talaj termőerejét. A talaj az éghajlattal, a növényzettel, az alapkőzettel és az élővilággal összhangban fejlődik, változik. Az európai talajok 30 centiméter vastagságú rétegében négyzetméterenként átlagosan: 1 billió baktérium, fél billió ostoros egysejtű, 1 milliárd gomba, 1-1 millió alga és fonálféreg, 100 bogár, 80 földigiliszta és 50 pók él” [21].

Csak ezt követően kezdődhetett meg a tételes kárfelmérés és a kármentesítés feladatainak végrehajtása, valamint a létesítmények hasznosításra történő előkészítése.

A környezeti károk közé sorolható az épített környezetben (épületek, közművek, elektromos hálózatok, személtlerakó helyek stb.) bekövetkezett szándékos vagy elhanyagolásból adódó pusztulás, romosodás is. A szovjet repülőtereken és más katonai bázisokon a magyar átvevők gyakran találtak olyan, a környezetet szennyező épületekben és közművekben keletkezett károkkal, amelyek szándékos vagy gondatlan emberi mulasztásokra vezethetők vissza. A sérült közművekből kifolyt anyagok, valamint a szabálytalanul épített személtlerakókban tárolt hulladékok nagy kiterjedésben szennyezhetik a talaj felső rétegét és a talaj vízkészletét. Hasonló a helyzet a romos épületekkel és a hulladék építőanyagokkal, amelyek gyakran tartalmaztak környezetre káros vagy rákkeltő anyagokat, például azbesztet, amelyet akkor előszeretettel alkalmaztak az építőiparban.

A talaj és annak vízbázisa szennyeződéstől történő megtisztítása nem egyszerű feladat és nagyon költséges folyamat.¹⁵ A talaj megtisztítására, kármentesítésére több technológia is rendelkezésre áll,¹⁶ amelyeket a legmegfelelőbbek kiválasztásával, összehangoltan kell alkalmazni, valamint a végrehajtás során több tényezőt és követelményt is figyelembe kell venni [20: 144–185].

Például:

- „A szennyező anyag kémiai és fizikai tulajdonságait;
- A szennyeződött terület hidrogeológiai tulajdonságait;
- A környezeti kockázat nagyságát (például vízkivételi mű van a közelben);
- A környezetvédelmi követelményrendszert (például a mentesítés során elérendő határértékek);
- A mentesítendő terület korábbi használatának jellegét; (például iparterület, olajfinomító);
- A terület mentesítés utáni hasznosításának jellegét (például repülőtér, kereskedelem, raktár);
- A hatósági állásfoglalást és lakossági véleményt stb.” [20: 168].

A végrehajtás során a szakemberekre nagy felelősség hárul, mert az alkalmazandó mentesítési technológiák kiválasztása mellett el kellett tudni dönteni azt is, hogy a kármentési folyamat fázisait mikor kell végrehajtani és annak mi a célja. Például,

¹⁵ „A kárfelmérések során megállapítást nyert, hogy az orosz repülőtereken, laktanyákban, gyakorlóttereken felmért környezeti károk összege 60 milliárd forint volt, amelyből a környezetre közvetlen veszélyeztetést jelentő kártípusok mintegy 35 milliárd forintot tettek ki” [20: 172].

¹⁶ A talaj és a vízkészlet megtisztítására alkalmazott technológiák között szerepel a biológiai lebontás, biológiai levegőtisztítás, oxigéndúsítás hidrogén-peroxiddal és a Landfarming, amelynek során talajlazítással oxigént juttatnak a talajba, ezáltal segítik a lebomlást és az illékony anyagok elpárolgását. Esetenként, a lebontási folyamatok meggyorsítása érdekében plusz tápanyagot is bejuttatnak. Ezek a technológiák biológiai úton segítik a szennyeződések lebontását, azok talajból való eltávolítását. Fizikai technológiák segítségével a szennyezett talajlevegő kiszivattyúzható, és szűrők segítségével megtisztítható. Alkalmazzák még a vízszintes és függőleges árnyékolás, vízszintes felszíni takarás, a függőleges árnyékolás és az úszó olaj és vízben oldott olaj kitermelésének technológiáját is [20: 219]. Például, a sármelléki repülőtér esetében, „a kárelhárítás lokalizációs munkáinak keretén belül folyadékzáró merülőfal készült a szennyeződés elterjedésének és a talajvíz áramlási irányának figyelembevételével. Ez biztosította a települések vízkészletének védelmét és megakadályozta a szennyeződés tovább terjedését” [20: 184].

az első fázis a szennyezés tovább terjedésének megállítása, lokalizálása. Ezután következhet a részleges mentesítés, majd végül a terület teljes megtisztítása és a további rendeltetésének megfelelő állapotba hozása.

Az átvett szovjet repülőtereken tapasztalt nagymértékű környezeti károk felszámolásának ütemezését prioritás szerint három nagy csoportba sorolták, úgymint rövid, közép- és hosszú távú mentesítési és kárfelszámolási feladatok. Ezek egy része már végrehajtásra került, más részük folyamatban van, vagy befejezésre vár. Léteznek olyanok is, amelyek még nem kezdődtek el pénzügyi fedezet hiánya miatt, vagy a területen feltárt környezetszennyezés nem veszélyezteti annak talaját, vízbázisát és környezetének élővilágát.

A magyarországi szovjet repülőterek hasznosításának lehetőségei

Egyes repülőterek az átvételt és kármentesítést követően polgári repülőtérré működnek tovább, felhasználva azok területeit és létesítményeit. Vannak olyanok, amelyek nem folynak repüléssel kapcsolatos tevékenységek, mint például a mezőkövesdi és csákvári tartalék repülőtéren, de a kunmadarasi repülőtér szintén repülésmentes övezet lett. Ellenben, különböző fejlesztéseknek, pénzügyi támogatásoknak köszönhetően, a kiskunlacházi, a sármelléki, és a debreceni repülőterek elkerülték a teljes bezárást, jelenleg is polgári repülőtérré működnek. A két utóbbi ma már nemzetközi repülőtérré is képes üzemelni, amelynek köszönhetően nagyméretű utas- és teherszállító repülőgépek fogadására is alkalmasak. A debreceni repülőtér Magyarország második legnagyobb repülőtereként folyamatosan indítja menetrend szerinti járatait Milánóba, Barcelonába, Tel-Avivba, Münchenbe, Moszkvába, Londonba stb. [22]. Ezeket a járatokat a Wizz Air cég indítja és bonyolítja le, de a bázis készen áll bármely légitársaság repülőgépét fogadni. E repülőterek létesítményei, fel- és leszállópályájuk, irányítórendszerük, valamint technikai felszereltségük alapján elmondható, hogy képesek a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér forgalmának egy részét átvenni, sőt repülőtéri és közlekedési infrastruktúrák fejlesztésével azt képesek teljes mértékben tehermentesíteni.

Következtetések

A gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a repülőterek környezetterhelésének csökkentése, valamint a keletkezett környezeti károk felszámolása nem egyszerű feladat. Költséges és összetett folyamat, az ezzel kapcsolatos beruházások hosszú távon viszont mindenképp megtérülnek. A szovjet repülőterek által okozott környezetszennyezésektől valószínűleg nem maradnak el a magyar és más nemzetek repülőterei sem. Az azonos alaprendeltetésű repülőterek esetén, a felhasznált energiahordozók, az üzemeltetési módszerek és a kiszolgáló technikai eszközök is hasonlóak, így a környezetterhelések fajtái is közel azonosak, legfeljebb annak nagyságában lehetnek eltérések. Kutatási eredményeim alapján kijelenthető, hogy a fenti megállapítások nem csak a magyarországi orosz repülőterekre igazak, mindenhol

számolni kell talaj- és vízbáziszennyezéssel, légszennyezéssel, zajterheléssel, fény-szennyezéssel és ezekkel összefüggésben a természetes környezet növény- és állatvilágában keletkezett károkkal. A több évtizeden át működő repülőterek környezetében előfordulhat, hogy a pedoszférában és a bioszférában olyan változások következnek be, amelyek az ott élő életközösségek elvándorlását, esetleg részleges vagy teljes kipusztulását okozhatják. Ez nem jelenti azt, hogy minden repülőtér környezetében visszafordíthatatlan természetkárosodási folyamatok alakultak volna ki, de bizonyos madárfajok, kisállatok a káros hatások miatt a területet elhagyták és más költőhelyet és élőhelyet választottak.

Az is tény, hogy a környezetterhelések csökkentésére, valamint a kialakult környezeti károk felszámolására léteznek kialakult és hatékony módszerek, de ezek bevezetése és alkalmazása rendkívül költséges.

A magyarországi orosz repülőterek átvételének és részbeni hasznosításának közel 30 évi távlatában elmondható, hogy ezek közül polgári légi forgalomra, ezen belül utas- és áruszállításra elsősorban a debreceni és sármelléki repülőterek alkalmasak, a kiskunlacházi repülőtér jelenleg Magyarország legkorszerűbb kisgépes magánrepülőtere, de nagy gépek fogadására nem alkalmas. Ebből következik, hogy jelenleg a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér tehermentesítése csak ennek a fentebbi két repülőtérnek a segítségével kivitelezhető.

Hivatkozások

- [1] 277/2016. (IX. 15.) Korm. rendelet a szélerőművekre vonatkozó szabályok módosításáról
- [2] G. Kozma és K. Kádár, „Az egykori szovjet katonai területek funkcióváltása Debrecenben,” *Tér és Társadalom*, 1. kötet 25. évf. 2. sz., pp. 164–179., 2011. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.17649/TET.25.2.1818>
- [3] K. Vándor, *Légierő társbérletben, avagy A Szovjet Légierő és Légvédelemtörténete Magyarországon és Ausztriában (1944–1991)*. 1. kötet, Budapest: VPP Kiadó, 2009.
- [4] „Kiskunlacháza Airport (LHKK), Magyarország legkorszerűbb kisgépes repülőtere,” [Online]. Elérhető: www.kiskunlachaza-airport.hu/# (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [5] M. Restár és T. Vaskó, „Nagyvizit a kunmadarasi szovjet repülőtéren,” [Online]. Elérhető: <http://azelfeledettlegiero.hu/nagyvizit-a-kunmadarasi-szovjet-repulo-teren/> (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [6] K. Vándor, *Légierő társbérletben, avagy A Szovjet Légierő és Légvédelemtörténete Magyarországon és Ausztriában (1944–1991)*. 2. kötet, Budapest: VPP Kiadó, 2010.
- [7] „Befejeződött a sármelléki volt szovjet katonai repülőtér kármentesítése,” *8800.hu*, 2015. [Online]. Elérhető: www.8800.hu/befejezodott-a-sarmelleki-volt-szovjet-katonai-repulo-ter-karmentesitese/ (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [8] Hévíz – Balaton Airport, „Logisztikai központtá válik Sármellék” Hévíz – Balaton Airport, 2015. [Online]. Elérhető: <https://hevizairport.com/hu/hirek/logisztikai-koepontta-valik-sarmellek-56.html> (Letöltve: 2019. 12. 20.)

- [9] Hévíz – Balaton Airport, „A repülőtér képekben,” Hévíz – Balaton Airport, [Online]. Elérhető: <https://hevizairport.com/hu/fotok/> (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [10] Debrecen hivatalos oldala, „Debreceni repülőtér,” Debrecen hivatalos oldala, [Online]. Elérhető: www.debrecen.hu/hu/turista/debreceni-repuloter/ (Letöltve: 2019. 12. 20.)
- [11] Wikipédia, a szabad enciklopédia, „Petróleum,” Wikipédia, a szabad enciklopédia, [Online]. Elérhető: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Petr%C3%B3leum> (Letöltve: 2019. 03. 02.)
- [12] P. Sembery, „Általános ismeretek,” in *Hagyományos és megújuló energiák*, P. Sembery – L. Tóth szerk., Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2004, pp. 13–34.
- [13] „A légi közlekedés környezeti hatása” [Online]. Elérhető: www.lelegzet.hu/archivum/2003/12/2879.hpp.html (Letöltve: 2020. 07. 11.)
- [14] Zs. Szabó, „Zajgátló védőövezet kialakítása a katonai repülőtereken,” *Bolyai Szemle*, 2. sz., 2011.
- [15] L. Halász és L. Földi, *Környezetbiztonság*. Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző kar, 2014. [Online]. Elérhető: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/8583/Teljes%20sz%C3%B6veg%21?sequence=1&isAllowed=y> (Letöltve: 2020. 04. 09.)
- [16] J. Martin, A. Budavölgyi, M. Lászlóffy és F. Kudász, „Rezgésexpozíció (vibráció),” Országos Közegészségügyi Intézet – Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Igazgatóság, [Online]. Elérhető: [https://oshwiki.eu/wiki/Rezg%C3%A9sexpoz%C3%ADci%C3%B3_\(Vibr%C3%A1ci%C3%B3\)#A_vibr.C3.A1ci.C3.B3_.C3.A1tal.C3.A1nos_jellemz.C5.91i](https://oshwiki.eu/wiki/Rezg%C3%A9sexpoz%C3%ADci%C3%B3_(Vibr%C3%A1ci%C3%B3)#A_vibr.C3.A1ci.C3.B3_.C3.A1tal.C3.A1nos_jellemz.C5.91i) (Letöltve: 2019. 06. 23.)
- [17] P. Szomráki, „Fényszennyezés – zajszenyezés,” Diplomamunka, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Jog- és Államtudományi Kar, Környezetjogi és Gazdasági Szakjogok Tanszék, Budapest, 2007. [Online]. Elérhető: <https://konkoly.hu/staff/kollath/szomraki.pdf> (Letöltve: 2019. 06. 26.)
- [18] G. Kovanecz, „Rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzások környezetünkben,” Szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Környezettudományi Centrum, Budapest, 2014. [Online] Elérhető: http://csanad.web.elte.hu/phys/diakok/kovanecz_bsc.pdf (Letöltve: 2019. 12. 22.)
- [19] J. Szabó, „Légi katasztrófa,” in *Repülési lexikon A – L*, 1. kötet. J. Szabó szerk., Budapest: Akadémia Kiadó, 1991.
- [20] L. Halász és L. Földi, *Környezetvédelem, Környezetbiztonság*, 1. kötet. Egyetemi jegyzet, Budapest: Zrínyi Kiadó, 2003.
- [21] „3.4.1. A talaj alkotórészei,” *vmek.oszk.hu*, [Online]. Elérhető: <http://vmek.oszk.hu/00100/00149/html/zk06.htm> (Letöltve: 2019. 05. 27.)
- [22] Debrecen International Airport, „Úti célok, Fedezze fel a világot, repüljön közvetlenül Debrecenből!,” Debrecen International Airport, [Online]. Elérhető: www.debrecenairport.com/hu/uti-celok (Letöltve: 2019. 05. 27.)

Bányai Tamás,¹ Pántya Péter²

Településeken kívül eső lakott ingatlanok tűzoltói beavatkozásainak sajátosságai egy konkrét eset elemzésével

Particularities of Firefighter Intervention at Residential Buildings Outside of Settlements: a Case Study

Számos esetben kell lakott belterületen kívüli ingatlanoknál beavatkozni a tűzoltó erőknek, gyakran nehéz körülmények között. Látható, hogy tartósan növekszik a külterületeken életvitelszerűen élő lakosság száma, mind népszerűbb a tanyaszerű elszigeteltség igénye, de a városokból a természet közelébe költözés (Wildland-urban Interface megközelítés) is egyre inkább teret hódít. Jelen cikkben vizsgáltak alapján nem a klasszikus mezőgazdasági területek, hanem a tanyákon és egyéb lakott külterületen életvitelszerűen tartózkodó embereket érintő tűzvédelem növelése a cél. Immár egész évben számolnunk kell az ilyen területen fekvő építmények lakáscélú újrahatszámításával és így a kárelhárításban részt vevő szervezeteket érintő nehezebb kárfelszámoló tevékenységgel. Ezek adott esetben rendhagyó vezetői gondolkodást és speciális tűzoltótechnikai felszereléseket, nagy létszámú tűzoltó erőt igényelnek, és időben elhúzódhatnak.

Kulcsszavak: külterület, tűzoltóság, beavatkozás, város-természet kapcsolat

In many cases, firefighters must interfere with residential properties in the outskirts, often in difficult circumstances. Obviously, the number of people living in the outskirts is constantly increasing worldwide, and the need for farm-type isolation is growing, but with the tendency of moving from cities to nature, wildland-urban

¹ Heves Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, rajparancsnok, e-mail: banyesz1@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7605-7191>

² Nemzeti Községi Képzési Központ, egyetemi docens, e-mail: pantya.peter@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2732-2766>

interface is gaining ground. The aim of paper is to increase fire protection for people living in farmsteads and other populated areas outside of settlements, but not on agricultural land. We are now facing year-round housing in such areas, which renders remediation activities more difficult for the organisations involved in the fire interventions. They may require extraordinary leader skills and special firefighting equipment, large numbers of firefighting forces, furthermore, the intervention can be exhausting due to its duration.

Keywords: outskirts, fire department, intervention, wildland–urban interface

Bevezetés

Látható, hogy számos esetben kell belterületen kívüli, de lakott ingatlanokat érintően beavatkozni a tűzoltó erőknek, ebből adódóan gyakran nehéz körülmények között. A külterületi, lakáscélú ingatlant érintő tűzoltói beavatkozás alatt jelen cikkben nem a klasszikus mezőgazdasági, üzemi területek, hanem a tanyákon, zártkertekben stb. életvitelszerűen tartózkodó emberek mentő tűzvédelmének magasabb szintű megoldására gondolunk. A globális éghajlati változások okozta negatív hatások, a szélsőséges csapadékmennyiségből adódó villámárvizek és súlyos szárazságok, aszályok miatt kialakuló tüzek káros hatása ezeken a területeken is egyre komolyabb kihívást jelent az emberiség, így a katasztrófavédelmi, tűzoltósági szervezetek számára. A globális felmelegedés kezelése városi környezetben is problémákat okoz, a külterületen elhelyezkedő ingatlanok védelme még nehezebb a közvetlenül ható környezeti tényezők miatt. Manapság már egész évben számolnunk kell a településeken kívül fekvő épületek lakáscélú újrahasznosítása okozta káreseti többletterheléssel és az ebből adódó kockázatokkal.

Nemcsak nemzetközi szinten, de hazánkban is nehézséget okoz a beavatkozásokban részt vevő szervezetek számára a településen kívül eső lakott területeken végzett életmentő, értékvédő, kárfelszámoló tevékenység. Több hivatásos tűzoltó-parancsnokság működési területén rendszeresen előfordulnak ilyen jellegű események, jelentős mértékben igénybe veszik a beavatkozás végrehajtóit, vezetőiket és a végrehajtáshoz szükséges technikai eszközöket, összességében kihatnak az egész szervezetre. Ezek a beavatkozási tevékenységek adott esetben rendhagyó vezetői gondolkodást és speciális tűzoltótechnikai felszereléseket igényelnek, időben jelentős mértékben elhúzódhatnak és nagy létszámú tűzoltó erőt vehetnek igénybe.

A téma aktualitását indokolja, hogy a beavatkozó erők által érezhetően és tartósan növekszik a külterületeken életvitelszerűen élő lakosság száma, mind népszerűbb a tanyaszerű elszigeteltség, az önellátás igénye, de a „város a vadonban”, angol fogalomként „Wildland-urban Interface”-féle (a városi élet kényelmének megvalósítása az erdőben, a továbbiakban: WUI) megközelítés is egyre inkább teret hódít. Ezen angol kifejezés hazai jelentésben talán a „lakott külterület” formában is használható, de jelenleg is van készülőben doktori értekezés Bodnár László által³ a kutatott területen, a cikkben is használt fogalomrendszerben [1]. Jelen cikk egy tudományos

³ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola.

diákköri dolgozaton alapul, amelyet a szerzők alkottak meg [2]. Az egyes vizsgált kérdéskörökhöz kapcsolódóan a konkrét jogszabályi idézés is megtörténik, szemléltetve annak működését és hátterét. A cikk tervezett folytatásában az aktív és passzív tűzvédelmi megoldásokra, a hazai és nemzetközi háttéradatakra kerül reflektorfény.

Az alkalmazott módszerek: A jelen cikkhez kapcsolódó kutatások során megtörtént a vizsgált tűzoltósági beavatkozásokhoz kapcsolódó szabályozók, jogszabályok áttekintése és gyakorlati kapcsolása, bemutatása. Empirikus módon valós, gyakorlati – egyes esetekben közvetlen személyes – tapasztalatok feldolgozása, valamint a kapcsolódó hazai és nemzetközi irodalom áttekintése történt meg. Amint tapasztalható, a magyar és idegen nyelvű irodalomban a közvetlen beavatkozási szemszögű kutatások nehezen lelhetők fel, szükséges e terület bővülése.

A katasztrófavédelmi, tűzoltósági szervek megelőzési, kárelhárítási feladatainak jellemzése településhatárokon kívül eső lakott területek vonatkozásában

Eltérő tevékenységeket és ezekhez kapcsolódva eltérő megoldásokat eredményeznek az itt végrehajtott beavatkozások. A tűzcsapszegény környezetben végzett tűzoltás nagyobb erő- és eszközszükséglettel jár. Az oltóvíz kárhelyre juttatása csak hosszú alapvezetékek és táplálóvezetékek kiépítésével vagy tűzoltójárművek általi ingajáratban végzett távolsági vízszállítással lehetséges.⁴ A megközelítési utak korlátozottsága miatt a műszaki mentések beavatkozási létszámigénye nagy, mert a felszerelés mozgatása sok esetben kézi erővel, gyalogosan történik; ez időben elhúzódó beavatkozásokat eredményez, és jelentős fizikai megterheléssel jár a végrehajtók részére. A külterületeken történő életmentés, kárfelszámolás a vezetői állomány részére is nagy kihívással jár, nagyfokú körültekintést és jól átgondolt, tervszerű végrehajtást igényel [3]. A településeken kívüli lakott területek tűzveszélyeztetettsége nemcsak Magyarországon, hanem Európában és globálisan is megjelenő problémakör [4].

A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény (a továbbiakban: Ttv.) 4. § b) pontja alapján „tűz elleni védekezés (a továbbiakban: tűzvédelem): a tüzesetek megelőzése, a tűzoltási feladatok ellátása, a tűzvizsgálat, valamint ezek feltételeinek biztosítása” [12].

A Ttv. 2. § (2) bekezdése értelmében „a tűzoltás és műszaki mentés állami feladat”. A 4. § c) pontja szerint a tűzmeelőzés „a tüzek keletkezésének megelőzésére, továbbterjedésének megakadályozására, illetőleg a tűzoltás alapvető feltételeinek biztosítására vonatkozó, a létesítés és a használat során megtartandó tűzvédelmi jogszabályok, szabványok, hatósági előírások rendszere és az azok érvényesítésére irányuló tevékenység”.

A 4. § e) pontja értelmében a tűzoltási feladat „a veszélyeztetett személyek mentése, a tűz terjedésének megakadályozása, az anyagi javak védelme, a tűz eloltása

⁴ Az alapvezetékek az oltóanyag szivattyútól sugárcsőig történő eljuttatására szolgáló tömlők. A tápláló vezetékek az oltóvíz a vízforrástól a szivattyúig történő eljuttatására szolgáló tömlők.

és a szükséges biztonsági intézkedések megtétele, továbbá a tűz közvetlen veszélyének elhárítása”.

A 4. § g) pontja szerint a műszaki mentés „természeti csapás, baleset, káreset, rendellenes technológiai folyamat, műszaki meghibásodás, veszélyes anyag szabadba jutása vagy egyéb cselekmény által előidézett veszélyhelyzet során az emberélet, a testi épség és az anyagi javak védelme érdekében a tűzoltóság részéről – a rendelkezésére álló, illetőleg az általa igénybe vett eszközökkel – végzett elsődleges beavatkozási tevékenység” [12].

A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (a továbbiakban: Kat. tv.) 1. § rendelkezése határozza meg azt, hogy maga a katasztrófavédelem nem jelent mást, mint egyfajta nemzeti ügyet, valamint azt, hogy a védekezés egységes irányítása az állam feladata. A katasztrófavédelmi törvény a katasztrófák elleni védekezés vezetését az állam hatáskörébe utalja. A törvény hatálya a kivételektől eltekintve Magyarország egész területére kiterjed, így a külterületen élőket is megilleti ez a védelem. Minden Magyarországon tartózkodó embernek joga van az élet- és vagyónbiztonsághoz. Az állam által fenntartott, működtetett, szabályozott hivatásos katasztrófavédelem által nyújtott szolgáltatás mindenki számára elérhető és hozzáférhető kell hogy legyen. A vonatkozó törvények nem tesznek különbséget a belterületen lakó és a külterületen életvitelszerűen élő emberek között. Ennek a biztonságnak a garantálása esetenként komoly kihívás elé állítja a káreseti beavatkozások minden résztvevőjét.

A Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról szóló 6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás 1. számú melléklete tartalmazza a Tűzoltás-taktikai Szabályzatot, amely a XII. fejezetben kitér az erdők és tőzegerületek tüzeinek oltására. Ez a szabályzat önálló fejezetként nem tesz említést a lakott külterületekkel kapcsolatban.

A kéményseprő-ipari tevékenységről szóló 2015. évi CCXI. törvény 2018. január 1-jétől megváltoztatta az egylakásos ingatlanok (családi házak) kötelező kéményellenőrzésének szabályait azokban az esetekben, ahol az alábbi feltételek mindegyikének megfelelnek, így az ingatlan nem társasházi vagy lakásszövetkezeti ingatlan; az ingatlan természetes személy (magánszemély) tulajdonában van; valamint az ingatlanba nincs gazdálkodó szervezet (beleértve az egyéni vállalkozót is) székhelye, telephelye, fióktelepe bejelentve. Ezen esetekben az ingatlan tulajdonosa, használója igényli meg önállóan a kéményellenőrzést. Minden olyan ingatlan esetében, amely a fenti feltételek valamelyikét nem teljesíti, továbbra is kötelező a kéményellenőrzés. A törvény külön nem tesz említést az építmények elhelyezkedésével kapcsolatban. Belterületen is probléma, hogy a tüzelő-fűtőberendezések műszakiállapot-felülvizsgálatának elmaradása gyakran okozhat szén-monoxid-mérgezés, valamint a kémények szakember által elvégzett tisztításának hiánya kéménytűzek kialakulását eredményezheti. Ezen események jelzése külterületen a korai észlelés lehetőségének hiánya miatt jelentős késedelemmel járhat, továbbveszélyeztetve az életet, anyagi javakat, környezetet.

Mivel egyes hatósági engedélyhez kötött és ellenőrzött tevékenységek által a szabadtéri tüzek kockázata csökkenhet, ám az ennek ellenére bekövetkező tüzek eloltása a megközelítés és az oltóanyagyszerzés korlátai miatt nehézkessé válhat. Ez önmagában jelentős kockázatonövelő tényező, azonban a gyakorlatban egyes káresetben érintett

címek sokszor nem pontosak, csak hozzávetőlegesek. GPS-koordináták megadásával próbálható pontosítani a bejelentővel a helyszínt, ám a különböző formátumokat használó készülékek között komoly eltérések vannak, ezek mértéke akár 60 km is lehet. Tovább nehezíti a megközelíthetőséget járműveink korlátozott terepjáró-képessége és fizikai jellemzőikből adódó korlátaik.

Az ilyen jellegű ingatlanokon élők a vizet fúrt vagy ásott kútból szerzik, esővízgyűjtő ciszternákat használnak, esetenként víztároló tartályaik vannak. Ezek tűzoltási célból nem vehetők figyelembe, ezek használata tűzoltó-technikai eszközeinkkel nehézkes vagy lehetetlen. Általánosságban kijelenthető, hogy ezeken a területeken csak a szerekre málházott vízmennyiségekre lehet számítani, ezért ilyen esetekben vízszállító gépjárművek riasztása lehet indokolt, de korlátozott terepjáró-képességük miatt ismét felmerülnek a megközelítés nehézségei, amelyek elsősorban az utak burkolatának minőségéből, a hidak teherbírásából adódhatnak. Konkrét példa, hogy Eger város Almár elnevezésű külterületi részének megközelítése korlátozott teherbírású faszervezetű hídon vagy földúton, a patakon átkelve lehetséges. A kertvárosi részek téli csapadégmentesítése nem megoldott, ez tovább nehezíti, és vonulási időben elnyújtja ezek megközelítését. Az egyes beavatkozások időbeli csúszása életveszélyes helyzetek kialakulását és komoly kárnövekedést eredményezhet.

A sürgősségi ellátásban dolgozó orvosok ma már nem a rászoruló sérült orvosi ellátásának megkezdését jelentő „arany órát” említik, hanem „platina percekről” beszélnek.⁵ Mindezek tükrében egyáltalán nem mindegy, hogy mennyi idő alatt jut el a sérült az ellátórendszerbe.



1. kép

Almári fahíd [16]

⁵ Ezt az első, az egészségügyi ellátás megkezdésének szempontjából döntően értékes időt nevezték el „arany órának”. A beteg „arany órája” a helyszíni ellátásnál kezdődik mint első szint, a mentőegység általi ellátáson keresztül folytatódik mint második szint, és az egészségügyi intézményben – intenzív osztályon – mint harmadik szint fejeződik be. „Platina 10 perc”: általánosságban azt mondják, hogy újraélesztés esetén 1 perc késlekedés 10%-kal csökkenti az életben maradás esélyét. További részletek: [17].

Az elmúlt évek vonatkozó jogszabályváltozásai fokozhatják⁶ a kedvet zártkerti, mezőgazdasági ingatlanok, területek beépítésére, esetleges turisztikai célú hasznosítására, ezáltal jelentősen emelhetik egy káreset alkalmával a közvetlenül érintett személyek számát. E személyek elhelyezése egy, az épület lakhatatlanná válását eredményező káreset után komoly polgárvédelmi feladatot jelenthet, a lakosságvédelmi intézkedés végrehajtása esetenként nagy erő- és eszközigénnyel járhat. A vonatkozó jogszabályi rendelkezések az épületek lakáscélú hasznosítása esetében 300 négyzetméterig egyszerű bejelentési kötelezettséghez kötik az építési tevékenységet, a szigorúbb engedélyezési eljárást mellőzve. A médiában, így a televízióban, a rádióban elhangzott, valamint az elektronikus és a nyomtatott sajtóban megjelent, hogy építési engedély nélkül lehet már építkezni. Ezt sokan úgy értelmezték, hogy nem kell az illetékes építési hatóságtól az építési engedélyt megkérni, nincs szükség tervezetetésre és engedélyeztetésre, csak el kell kezdeni az építkezést. Az egyszerűbbnek tűnő eljárás következményeként jelentkezett az, hogy a tervezők, illetve a kivitelezők felelőssége megnövekedett azáltal, hogy egyetlen hatóság sem jár a helyszínen a kivitelezés folyamán, így sokkal később – például abban az esetben, ha az építkezés befejeztével az ügyfél kéri a használatbavételi engedélyt a hatóság részéről, vagy esetleg egy rosszindulatú panaszt/közérdekű bejelentést követően megtartandó helyszíni szemle során – derülhet fény az esetleges szabálytalanságokra.

A cikkben eddig vázolt problémakör tüzeseti vonatkoztatását egy megtörtént káreseten keresztül is jól lehet ismertetni. A káresemény főbb adatai, a konkrét beazonosíthatóság szándékos elhagyásával:

Helyszín: Eger külterülete, időpontja: 2016. január, éjszaka.

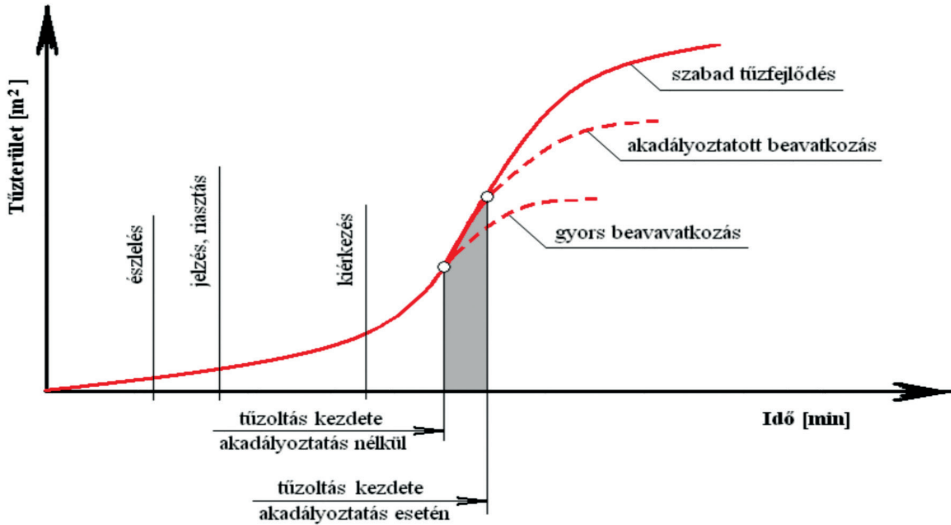
Típusa: lakóingatlanban keletkezett káros tüzeset. A jelzés alapján egy 5 x 5 méteres melléképület ég. Az alkalmazott tűzoltó egységek száma: 9 tűzoltójármű (!)

A riasztást követően 13 perc alatt érkezett ki az első tűzoltósági egység, a vonulást nehezítették a helyszín megközelítési útjának utolsó szakaszai a földúton és a téli időjárási körülmények. A tűz keletkezésétől eltelt idő miatt kiterjedt tűz fogadta a kiérkező egységeket. Az áramszolgáltató szakemberei 40 perc elteltével érkeztek meg a káresemény helyszínére, és kezdték meg az épület elektromos leválasztását a villamos hálózatról. A cikkben tárgyalt probléma nagyságát jellemzi, hogy a folyamatos oltóvízellátás biztosítása csak 60 perccel az elsőnek kiérkező egység kárhelyre jutása után volt lehetséges.

Az első ábrán jól látható, hogy a beavatkozás megkezdéséig eltelt idővel arányosan a kárértéket megjelenítő piros görbe egyre meredekebbé válik, és így lesz egyre nagyobb az érintett terület, valamint a kárérték is.

Minél későbbre tolnak a káresemény szakaszai – az észlelés, jelzés, kiérkezés, beavatkozás – annál hevesebb a tűz lefolyása és nagyobb az általa károsított, megsemmisített vagyon. Az időben eltolódó beavatkozás nemcsak a károsultnak jelent fokozottabb életveszélyt és kárnövekedést, hanem a beavatkozó állományt is jobban megterheli, számukra is kockázatot jelent. A kárfelszámolás nagyobb erő-, eszköz-szükséglettel jár, időben elhúzódik, és jelentős többletköltséget jelenthet.

⁶ Például 155/2016. (VI. 13.) Korm. rendelet a lakóépület építésének egyszerű bejelentéséről.



1. ábra

A tűzzel érintett terület nagyságának, a beavatkozás megkezdésének és akadályozó tényezőinek szemléltetése [5]

A tűzcsap és a káreset távolsága mintegy 300 méter, a vasútvonal keresztezése további akadály, valamint a tűzoltóaktanya és a tüzeset helyszíne között a távolság légvonalban körülbelül 5 km, a vonulási úton nagyjából 6 km. A távolságkülönbség nem tűnik számottevőnek, azonban az út egy részét földúton kellett megtenni, téli időjárási viszonyok között. A fagypont alatti hőmérséklet a töltés megbontását a sínek alatti táplálás kiépítéséhez, a tömlő átvezetéséhez nem tette lehetővé. A földalatti tűzcsap a hőmérséklet következtében lefagyott, a nyitásához szükséges aránytalanul magas időtartam miatt a használata nem volt lehetséges, ezért az oltóvíz biztosítását a jóval nagyobb erő és eszközt igénylő ingajáratban szállítással oldották meg. Az akkori körülmények között ez az eljárás volt a legcélravezetőbb.

Ugyanezen káresemény bemutatása a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet alapján

A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet (a továbbiakban: BM rendelet) 35. § (1) bekezdés szabályozza a tűzjelzésre vonatkozó eljárást is, amelynek értelmében „a tűzoltóság részére érkező tüzesetre, robbanásra vagy azok közvetlen veszélyére vonatkozó bármilyen formájú közlést (a továbbiakban: tűzjelzés) káreset-felvételi lapon írásban vagy elektronikusan rögzíteni kell” [18].

A jelen eset tekintetében a bejelentő elmondása alapján egy körülbelül 5 x 5 m alapterületű lakóházi melléképület égett. A bejelentő megállapítása szerint a melléképület a lakóházzal egybeépített volt. A tűzoltó járművek (másnéven szerek) riasztáskor állomáshelyükön voltak. Az érintett hivatásos tűzoltó-parancsnokságról megkezdték a vonulást, próbálták azt a legelőnyösebb útvonalon, a lehető legrövidebb idő alatt végrehajtani. A vonulás során újabb jelzés érkezett, a bejelentő elmondása alapján a lángok a faszervezeti lakóépületbe is beleakadtak. A jelzés jellegéből és az ingatlan fekvéséből adódóan (az első tűzcsap nagy távolságra van a kárhelyszintől, és a kiépítendő táplálóvezeték keresztezte volna a vasúti pályát) vízzszállító tűzoltójármű is riasztva lett a káresethez.

A BM rendelet 40. § (1) bekezdés és a 41. § (1) bekezdés a tűzoltás előkészítése és a felderítés vonatkozásában a következőket tartalmazza: „a tűzoltás előkészítésekor a helyszínrre riasztott rajok elsődleges feladatait kell megszervezni és végrehajtani, a tűzoltás megkezdése és a folyamatos tűzoltás biztosítása érdekében. A felderítés az életmentéssel és a tűzoltással kapcsolatos feladatok meghatározásához, azok biztonságos és hatékony végrehajtásához szükséges adatgyűjtés és tájékozódás, amely a tűzjelzéstől az utómunkálatok befejezéséig tart” [18].

Ez a két folyamat a gyakorlatban egy időben zajlott. A tűzoltásvezető felderített és jelentette az ügyelet felé, hogy a melléképület teljes terjedelmében ég, és a tűz a lakóépület tetőszerkezetére is áttérjedt. Ebben a konkrét esetben életmentésre nem került sor, mert a lakók még a kiérkezés előtt önerejükben el tudták hagyni az épületet. A helyszínen sokkos állapotban talált lakókat a mentőszolgálatnak átadták, egy személyt a mentő füstmérgezés gyanújával elszállított. Az elrendelt riasztási fokozatot⁷ II-es kiemeltre minősítették, mivel a táplálás kiépítése az ingatlan külterületi fekvése, a vasúti pálya keresztezése és a fagyos talaj miatt nem volt megoldható. A hosszú vonulási idő miatt egy további gépjárműfecskendőt is kértek a helyszínrre.

A BM rendelet 47. § (1) és (2) bekezdések rendelkezései szabályozzák az állatok és az anyagi javak mentését, így „az állatok, tárgyak és anyagok mentésénél emberélet és testi épség nem veszélyeztethető, csak az életmentés befejezése után végezhető. Kivételt képez az olyan anyag, ami az emberekre, az oltásban résztvevőkre közvetlen életveszélyt jelent, vagy tömegszerencsétlenséget, katasztrófát idézhet elő. Állatmentés csak abban az esetben végezhető, ha valamilyen tüzeset vagy káreset következtében vagy a tűzoltói beavatkozás elmaradásával az állatok közvetlen életveszélybe kerülnek” [18]. Az anyagi javak mentése folyamatos volt, a becsült kárérték körülbelül 15–20 millió Ft.

A BM rendelet 19. § (6) bekezdés a)–e) pontjai határozzák meg a tűzoltásvezető kötelezettségei közül azokat, amelyekről a beavatkozás során – a személyi állomány igénybevételeitől függően – gondoskodnia kell, így ezek szerint „a beosztottak pihentetéséről, tűzoltásban közvetlenül részt vevő rajok váltásáról, az utómunkálatot végzők vagy felügyeletet ellátók váltásáról, pihenő-, szükség esetén melegedőhely biztosításáról, védőitallal, ruházattal és étellel való ellátásról” [18].

A beavatkozó állomány forró védőitallal való ellátása a fenti okokból folyamatosan biztosítva volt.

⁷ Az egyes káresetek minősítése a 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet alapján történik, a riasztandó, szükséges tűzoltó erők és eszközök függvényében.

Az esemény rövid bemutatása a tűz fejlődésének jellemzői alapján

Ahogy a tűzvizsgálatról szóló egyik szakmai tananyagban írják: „A tűz kialakulásának korai szakaszában az égési folyamat még éghetőanyag-szabályozott” [6].

Esetünkben, még ha a tüzet a korai szakaszban is észlelték volna, az, hogy azt önállóan eloltsák, szinte kizárt volt. A tűz keletkezési ideje az éjszakai órákra tehető, az ingatlan külterületen, a szomszédoktól távol fekszik, és a melléképület egybeépített a főépülettel, annak tüze hamar átterjedt a lakóépület padlasterébe is.

A vonatkozó egyetemi jegyzet és más cikkek alapján: „A padlástérben keletkezett tűz gyorsan terjed. A padlástüzet az erős füstképződés jellemzi. A gyors tűzfejlődést elősegíti egyrészt a tetőzet éghetősége, másrészt a nagy légterű, szellőző padlástér” [7].

Az oltást nagyon megnehezítette, hogy a tető fedése acéllemez, a belső borítása pedig gipszkartonfedés volt. A tetőtűz a szerkezeten belül terjedt, és a beavatkozás során a legváratlanabb helyeken tört elő, az oltást jelentős bontás előzte meg. További nehezítő körülményként jelent meg az oltóvíz hiánya, és az, hogy a téli időjárás miatt lefagyott tetőszerkezetre nem lehetett fölmenni. „A tető- és padlástüzek nagyságát, terjedését nagyban befolyásolják az építészeti megoldások, a padlás rendeltetési célja vagy attól eltérő használata, az építésnél felhasznált építőanyagok, a tetőhéjazat anyaga” [8].

Az ingatlanra vezetékes gázt nem vezettek be, a tulajdonos elmondta, hogy palackos gázzal üzemelteti a gáztűzhelyet a konyhában. Bár a palackot az egység beavatkozásának ideje alatt lángthatás vagy kontakthő nem érte, a tűzhelyről való leválasztása és az épületből való eltávolítása a beavatkozók biztonsága érdekében elengedhetetlenül szükséges volt, mert a tűz veszélyeztette. Az oltás során a robbanásveszély elhárítása az életmentés után elsődleges feladat, aminek végrehajtása a beavatkozók sérülésének és a további kárnövekedés elkerülése érdekében a tűzoltásvezető utasítására védősugár fedezetében megtörtént. A palackot az épülettől biztonságos távolságban helyezték el, és így további veszélyt nem jelentett. Mivel sérülés nem érte, a továbbiakban külön kezelést nem igényelt, az oltás befejezése után az ingatlan tulajdonosának átadták [9].

Az elsőnek kiérkező szer a kárhelyhez vezető körülbelül 6 km-es utat 13 perc alatt tette meg vasúti átjárót keresztezve, földúton. A vonulást továbbá a sötétség és a téli időjárás okozta nehezítő körülmények is akadályozták. A káresetekhez tervezett vonulási idő – átlag 60 km/óra, vagyis 1 km/perc átlagsebesség – a fenti körülmények miatt nem volt tartható.

A hatékony és gyors tűzoltást nehezítette az épület fekvése, mert a kiérkező szerek nem tudták azt megközelíteni. A szükséges felszereléseket kézben kellett a kárhelyre vinni, és az épületet körülvevő növényzet és tárolt anyagok is lassították a beavatkozást.

A földúton történő vonulás és a megközelítési útvonal, felvonulási terület hiánya miatt a magasból mentő alkalmazása nem volt lehetséges, az oltást csak dugólétrák alkalmazásával, az épület nyílászáróin keresztül lehetett megkezdeni. A lángok a lakóépülettel egybeépített melléképületről átterjedtek a lakótérbe. A tűz kezdetben a tető szigetelőanyagán, az épület szerkezetén belül terjedt, és csak a szerkezet megbontása után vált elolthatóvá. Az épületben felgyűlt oltóvizet az egységek az oltás

után eltávolították. A lakóépület átmenetileg lakhatatlanná vált, lakosságvédelmi intézkedés⁸ végrehajtásával a lakókat rokonoknál helyezték el.

Tűzvédelmi elvek általánosságban és a külterületeken

Az anyagfelhasználás és az építési mód, kivitelezés helyes megválasztásának fontosságát mi sem jellemzi jobban, mint hogy egy káreset bekövetkezése esetén az épület vagy épületrész tüzeseti állékonyságát ezek a paraméterek határozzák meg. Ez érvényes bel- és külterületi, lakáscélú vagy mezőgazdasági/ipari ingatlanokra egyaránt, függetlenül a rendeltetés, illetve a létesítés, a használat céljától. A tűzvédelem két nagy részre osztható: aktív és passzív tűzvédelemre. Ahhoz, hogy a tűzvédelem fogalmát definiálni tudjuk, először meg kell határozni a tüzeset fogalmát:

A Ttv. 4. § a) pontja határozza meg a tüzeset fogalmát, így „az az égési folyamat, amely veszélyt jelent az emberi életre, testi épségére, és anyagi javakra, illetőleg azokban kárt okoz”.

A Ttv. 4. § b) pontja határozza meg a tűz elleni védekezés fogalmát, amelyet a továbbiakban a jogszabály tűzvédelemként említ, így „a tüzesetek megelőzése, tűzoltási feladatok ellátása, a tűzvizsgálat valamint ezek feltételeinek a biztosítása”⁹ [12].

Az OTSZ. 4. § (2) bekezdés 175. pontja határozza meg a tűzterjedés elleni védelmet, amely: „olyan megoldások összessége, amelyek folytonos alkalmazásával a tűz átterjedése védett építményre, építményrészre, szabadtéri tárolási egységre meggátolható. Módszerei: tűztávolság, tűzgátló építményszerkezet, beépített tűzterjedést gátló berendezés, egyéb a tűzállósági határértéket biztosító kialakítás” [19].

A tűzvédelem komplex megvalósulásához szükséges az aktív és passzív tűzvédelmi megoldások és rendszerek együttes alkalmazása.

A tűzoltóságok lakott területen kívüli műszaki mentési feladatairól

A társszervek – mentőszolgálat, rendőrség – sok esetben kéri a tűzoltó erők segítségét, általában ilyenkor az elakadt járművek kiszabadítása történik. Előfordul, hogy a mentők beteg mozgatásához, beteg személynek a kárhelyről a mentőgépkocsiba való eljuttatásához, vagy mozgásában korlátozott, esetleg túlsúlyos személy mozgatásához kérnek segítséget. A rendőrséggel közös munka jelentős részét az öngyilkosságot elkövetett személyek tetemének mozgatása, eltűnt személy felkutatása, balesetben elhunyt személy tetemének kiemelése, ügyeletes orvosnak és halotyszállítónak való átadása teszi ki. Előfordul, hogy bezárt ingatlanában tartózkodó személy nem ad életjelet és ajtónyitást kell végrehajtani. Ezen beavatkozásaink igen nagymértékben megterhelik fizikailag és mentálisan is a végrehajtó állományt és plusz igénybevételt jelentenek a tűzoltójárművek számára, nemcsak korlátozott terepjáró-képességük,

⁸ Alapvetően a lakosságvédelem azokat a biztonsági intézkedéseket foglalja magában, amelyek keretében az állam – a hivatásos katasztrófavédelmi szervezet által is – gondoskodik az élet- és vagyonvédelemről vagy az esetleg bekövetkezett csapás kárainak felszámolásáról és a helyreállítás megszervezéséről.

⁹ A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény 4. § alapján.

hanem az utak szélessége és növényzettel, fával való határoltsága miatt is. Az utak, hidak teherbírása, burkolatának hiánya és a szűk fordulók komoly kihívást jelentenek a járművezető tűzoltók és a technika számára is. Gyakori probléma, hogy a gépjárműfecskendő fizikai határai – súlya, szélessége, hosszúsága, magassága – miatt a kárterület megközelítése gyalogosan történik. Ha a fecskendő nem tudja közvetlenül megközelíteni a helyszínt, akkor át kell málháznai a szükséges felszereléseket, eszközöket egy olyan terepjáró járműre, amellyel a megközelítés végrehajtható, vagy kézben kell eljuttatni azokat a beavatkozóknak. Esetenként ezek a be nem tervezhető folyamatok jelentős időkésedelmet és többletmunkát, terhelést eredményeznek, a kárfelszámolás további költségekkel jár [10].

A műszaki mentési tevékenység jelentős részét adja a szén-monoxid-szivárgások kezelése. A nyaralóépületek téliesítésével lehetőség nyílt az egész éves használatukra, ez azonban magában hordozza a szén-monoxid-visszaáramlás, -mérgezés lehetőségét is. Külön kockázatként megjelentek itt a PB-gázpalackokról üzemeltethető gáztűzhelyek és fűtőberendezések, az úgynevezett szieszta-kályhák. Ezek a berendezések a gáz elégetéséből nyert hő előállításához szükséges levegőt a helyiségből nyerik, de önálló égéstermék-elvezetővel nem rendelkeznek, ezért a keletkezett égéstermék a lakótérbe vezetik vissza. Erősen sugárzó hőhatásuk eredményeképpen ezek üzemeltetése fokozott körütekintést igényel a tűz- és robbanásveszély kialakulásának lehetősége miatt. A szilárd tüzelésű kályhák, kandallók és cserépkályhák üzemeltetése szintén hordoz magában veszélyeket. Egyrészt a szemlélet következtében: „ami a kályhaajtón befér, a kéményen kifér”, vagyis minden fellelhető éghető anyaggal, esetenként műanyag hulladékkal fűtenek, másrészt a füstelvezetők állapota vegyes képet mutat. Még ha a kiépítésük szabványosan is történt, felülvizsgálatuk és tisztításuk sok esetben elmarad. A hatályos jogszabály megengedő ebben a tekintetben, ugyanis ezen ingatlanok esetében az ingatlan tulajdonosa, használója önállóan veszi igénybe, rendeli meg a kéményellenőrzést. A szén-monoxid-szivárgások, -mérgezések esetén gyakorlati tapasztalat, hogy az esetek többségében életmentő a korai észlelés, reagálás – hiszen mielőbb kimentjük és szakszerűen ellátjuk a sérültet, annál nagyobb a túlélés és gyógyulás valószínűsége – ám ezek esélye a határterületek esetében jelentős mértékben korlátozott. Ha a mérgezést elszenvedett személy állapota nem teszi lehetővé, hogy saját magát mentve, önerőből meneküljön, kevés esélye marad a túlélésre. Esetében a közvetett életveszélyből hamar közvetlen életveszélybe kerülhet, így az életkilátásai rohamos mértékben csökkenhetnek [11].

A 39/2011. BM rendelet 42. § (2) és (3) bekezdés értelmében „[k]özvetlen életveszélyben lévőknek kell tekinteni mindazokat, akik olyan helyzetben, állapotban, körülmények között vannak, amelyek alkalmasak az emberi életfunkciók megszüntetésére vagy súlyos károsítására, és ezekből saját erejükönél fogva nem képesek kimenekülni”. „Közvetett életveszélyben lévőknek kell tekinteni azokat, akik a közvetlen életveszélyből saját erejükönél fogva képesek menekülni, továbbá mindazokat, akik az életmentés nélkül közvetlen életveszélybe kerülhetnek” [18: 42–43. §].

Következtetések

A tűzoltói beavatkozások eltérő sajátosságokkal bírnak. Különösen élesen jelentkeznek a különbségek a települések határain belüli területeken végrehajtott, illetve a településeken kívül eső lakott területeken. A településeken belül végrehajtott beavatkozások döntő többségükben tűzoltói rutinnal biztonságosan, hatékonyan és relatíve gyorsan felszámolhatók. Ellenben a külterületen végrehajtott életmentés, kárfelszámolás adott esetben nehézkes és időben elnyúló lehet. A belterületeken történő beavatkozások alkalmával a káresetek felszámolása I. riasztási fokozatban igen sok esetben egy vagy egy fél raj bevetésével is megoldható. A megközelítés aszfalttal burkolt, megfelelő teherbírású közúton akár nyáron, akár télen biztosított. Az oltóanyag szinte korlátlan mennyiségben rendelkezésre áll az igénybe vehető tűzvíz-hálózatra telepített elégséges számban meglévő tűzcsaphálózat révén, azonban külterületi ingatlanok vonatkozásában egészen más a helyzet, több esetben már a megközelítés is nehézségekbe ütközik, esetenként utolsó szakaszában gyalogosan befejezett helyszínre érkezéssel. Az oltóanyag a lakott területen kívül korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre, ideális esetben a tengelyekre málházott oltóvízre lehet számítani, amennyiben az nem elegendő, akkor vízszállító jármű igénybevétele vagy ingajárral lehet/kell biztosítani az oltóvízellátást.

Jelen cikkben ismertettük a lakott bel- és külterületi ingatlanok esetében végrehajtott tűzoltói beavatkozásokra jellemző sajátosságokat, valamint a vonatkozó jogi szabályozók kapcsolatát valós példákkal. Bemutattuk, hogy milyen többlet-igénybevételt jelentenek a részt vevő állomány, az általuk kezelt felszerelések, és mindezeket keresztül a hivatásos katasztrófavédelem számára. Egy konkrét eseményen keresztül megmutathatók a nehézségek, amelyek egy itt fekvő lakóingatlan vonatkozásában történt tüzesetnél megjelennek. Bemutattuk a tanyák újrahasznosításának tűzvédelmi sajátosságait és a lakott perifériákon (WUI, külföldi szakterminológiában Wildland–urban Interface) kialakuló káresetek felszámolásának eltérő sajátosságait. Cél a veszélytudatos magatartás fontosságának tudatosítása az érintettek számára, lakókörnyezetük tűzvédelmi szempontból hátrányos körülményeinek megismerése, ezáltal javulhat a külterületen élők élet- és vagyonbiztonsága. Nem utolsósorban a beavatkozások biztonságosabbak, gyorsabbak, költséghatékonyabbak lehetnek.

Hivatkozások

- [1] L. Bodnár és L. Komjáthy, Erdőtűz megelőzési módszerek erdészeti megoldásai, *Hadmérnök*, 13. évf. 2. sz., pp. 117–125., 2018.
- [2] T. Bányai, „Tűzoltói beavatkozások sajátosságai településeken kívül eső lakott területeken,” *Tudományos Diákköri Dolgozat*, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2018.
- [3] L. Bodnár, „A Wildland-Urban Interface tüzesetek veszélyeztetettsége Magyarországon,” *Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat*, 5. évf. 1. sz., pp. 18–36., 2020.
- [4] E. Pastor, J. A. Muñoz, D. Caballero, A. Àgueda, F. Dalmau and E. Planas, „Wildland–Urban Interface Fires in Spain: Summary of the Policy Framework and Recommen-

- datations for Improvement," *Fire Technology*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00883-z>
- [5] G. Zólyomi, „Mobil ventilátorok alkalmazásának lehetőségei zárttéri tüzek oltási folyamatában,” Doktori értekezés, ZMNE, Budapest, 2009.
- [6] I. Bartha, L. Fentor, *A tűzvizsgálat alapjai*. Fővárosi Tűzoltó-parancsnokság, Budapest, 2006. [Online]. Elérhető: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-a-tuzvizsgalat-alapjai.pdf> (Letöltve: 2020. 01. 15.)
- [7] Á. Restás, *Alkalmazott tűzoltás (padlás és tetők oltása)*. Budapest: Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2015.
- [8] T. Kéri, „Épületek és zárt terek tüzei, tűzoltói vonatkozásai,” Pályamű a Dr. Balogh Imre Emlékpályázatra, 2012. [Online]. Elérhető: www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/411-epuletek-es-zart-terek-tuzei-tuzoltoi-vonatkozasai.pdf (Letöltve: 2020. 04. 28.)
- [9] L. Nagy és S. Rácz, „A tűzoltásvezető feladatainak vizsgálata káresetnél, azok hatása, komplexitása, és időfüggése szempontjából,” *Hadmérnök*, 12. évf. 3. sz., pp. 250–265., 2018.
- [10] Z. Kovács, M. Szakács és J. Hesz, „A mentő tűzvédelem 2017. évi adatai,” *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, 25. évf. 1 sz., pp. 31–34., 2018.
- [11] G. Érces, L. Bérczi és S. Rácz, „The effects of the actively used reactive and passive fire protection systems established by innovative fire protection methods for whole life-cycle of buildings,” *Műszaki Katonai Közlöny*, 28. évf. 4. sz., pp. 47–58., 2018.
- [12] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- [13] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [14] 6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról
- [15] 2015. évi CCXI. törvény a kéményseprő-ipari tevékenységről
- [16] „Az Egri Úttörővasút nyomában 2016,” *kormyz.blogspot.com*, 2016. [Online]. Elérhető: <http://kormyz.blogspot.com/2016/08/az-egri-uttorovasut-nyomaban-2016.html> (Letöltve: 2020. 04. 28.)
- [17] „Vészhelyzetben!,” *kormanyhivatal.hu*, [Online]. Elérhető: www.kormanyhivatal.hu/download/f/4e/92000/V%C3%A9szhelyzetben.pdf (Letöltve: 2020. 04. 28.)
- [18] 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól
- [19] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

György Leskó¹

Warfare Ecology Approaches in Issues of Military Operations

Hadviselés-ökológiai megközelítés a katonai műveletek kérdéseiben

The fulfilment of environmental protection requirements and social expectations has become a requirement in the field of military operations as well. Impacts that threaten the ecosystems increasingly occur during the activities of the armed forces and military operations. A recently created new field of science, the ecology of warfare, investigates the military, the support systems for the armed forces and national defence, and their relation to the environment as living systems above the level of the individual (like human ecology). Ecology of warfare examines habitats, the relationship between organisms and the environment in the military field. The capability-based, mission-based, coordinated (target, place and time) ability to use military forces has an impact on the ecology. The analysis of the place and role of military operations from the perspective of the ecology of warfare is an important, timely issue. In the study, the author analyses the tasks required for planning, organising and conducting a military operation and their relationship to environmental protection.

Keywords: ecology of warfare, environmental protection, military operations

A környezetvédelem követelményeinek, társadalmi elvárásainak érvényesítése a katonai műveletek területén is elvárás lett. Az ökológiai rendszereket veszélyeztető hatások a fegyveres erők tevékenysége során, a katonai műveletek végrehajtása során gyakran előfordulnak. A közelmúltban megjelent új tudományterület, a hadviselés ökológiája katonai területen vizsgálja az egyed feletti élő rendszereket (humán ökológiához hasonlóan), a haderő és az országvédelem egyéb támogató rendszereit és azok környezethez való viszonyát. Az ökológia katonai területen az életttereket, az élőlények és a környezet kapcsolatait vizsgálja. A katonai erő küldetés alapján történő, összehangolt (cél, hely és idő) képességalapú alkalmazása hatással van az ökológiára. Helyének és szerepének elemzése a hadviselés ökológiájának szempontrendszerre

¹ University of Public Service Doctoral School of Military Sciences, PhD student, e-mail: lesko.gyorgy@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7470-7824>

alapján fontos, időszerű kérdés. A tanulmányban a szerző elemzi a katonai művelet tervezéséhez, szervezéséhez és végrehajtásához szükséges feladatokat, és azok környezetvédelemhez való viszonyát.

Kulcsszavak: hadviselés ökológiája, környezetvédelem, katonai műveletek

Introduction

Efforts to transform the environment are as old as human society, but the need to protect the environment has also become a significant factor for communities and individuals alike. The correlation of the personal and communal demands – or the shifting of the centre of gravity in one direction – depends on several factors. The systemic approach to environment preservation and the emergence of global environment protection began to gain ground in the last third of the 20th century due to the increasing environmental damage, and is thus considered to be a relatively new social issue. “The existence of a natural environment (ecosystem) is an essential condition for the appearance of the built environment but changing any element of the ecosystem can affect all other factors,” highlights Nagy and Hornyacsek the importance of the topic. [1: 111] The need to protect ecosystems has evolved into a significant social expectation, strongly reflected in the field of national defence. “The challenge for researchers is how to explain in digestible terms what complex, overlapping and geographically unique systems are,” [2: 1056] writes C. M. Briggs in his study. The field of warfare (as a complex and unique system) and military operations (as a process) are becoming increasingly prominent in the study of the ecology of warfare. Briggs points out in his work that the issues of military activities and the environmental load related to it are typical. The area of military operation and the support system of military forces, as well as their complex, comprehensive entities, can be interpreted as ecological² systems, and their examination may support those examining the environmental impacts of military operations and the possibilities of defending them. The danger of war from the threats to ecosystems is not to be neglected. In recent years, the definitive study of warfare ecology by Gary Machlis and Thor Hanson has led to significant advances in research in this field and the interpretation of its concepts. “Warfare ecology would apply ecological theory, methods, and empirical studies to such environmental effects and war-related conditions. With its emphasis on interactions among organisms, and between organisms and their environment at multiple scales (populations, communities, ecosystems, biomes), ecology is well suited to helping understand the complex relationships between warfare and natural systems.” [3: 730] In the following, I will examine military operations in a war-ecological approach.

² Ecology is a subdivision of the supra-individual (i.e., supra-individual organisation) branch of biological science. It deals with the location patterns of groups of living beings and their relation to their environment. [3: 7]

The military operations in the ecological issues of war

Warfare ecology as a concept has several different interpretations. The basic idea is interpreted differently by international and Hungarian experts. The Anglo-Saxon ecology covers a much broader field of science than the Hungarian concept of ecology (or the German Ökologie); instead, the English expression is synonymous with syn-biology³ as used in the national biological literature. The application of the foreign and Hungarian environmental protection concept poses difficulties of interpretation. The reason is the special Hungarian system and perception created by the work of the famous Hungarian scientist Pál Juhász-Nagy. In short, syn-biology (in Hungarian "szünbiológia") is the biological science of organising above the individual. The disciplines are as follows. Synpheno-biology (in Hungarian szünfenobiológia) is a discipline that studies the phenomena of organisation over an individual. Ecology also examines and explores the causes of the phenomena of super-individual organisation. Warfare ecology is a separate discipline that emerged from the study of Machlis and Hanson. [4] This sub-science exclusively examines the relation of military operation and military activities to ecological (according to the Hungarian concept, synbiological) issues. If it is the case, I would like to interpret the generally accepted goals of the interdisciplinary science called "ecology of warfare" by comparing them to "ecology", as shown in the following table. Later, it will be seen that the ecological issues of warfare can be found within the interdisciplinary system of generic ecology.

Table 1

Comparison of ecology and warfare ecology [3: 10], [4: 732–734]

Ecology	Warfare ecology
Examining and understanding the functions of the environment and nature.	Exploring the conditions of the theatre of war is the key to considering its priority, the success of military activities and the criteria system to protect the environment.
Examining and understanding human activities affecting nature.	Investigating the military human environmental factors affecting military activities (operations).
Searching for and examining methods for mitigating problems arising from natural and human activities.	Searching for and examining methods for mitigating the impacts of problems arising from military activities.

Based on the study of warfare ecology, it can be stated that the results from both areas of syn-biology (ecology and synpheno-biology) can be used, for practitioners wishing to research this field. Ecology is an investigative, fact-finding science, so it cannot stand on its own, but it also relies on the results of synphenobiology. Synphenobiological information from description of the phenomena of flora and fauna does not play a significant role in military operations. It is at most supplementary information at the level of military decision support. Warfare ecology also examines

³ Science in the study of supra-biological systems (parts of ecology, synphenobiology). [3: 10]

human activities affecting the environment. As László Földi stated in his study: "Warfare is an ecological threat." [5: 401] In the Hungarian view, the other sub-area of ecology is environmental damage mitigation, which, as already mentioned, belongs to synpheno-biology. Mitigation does not appear to be of the same weight as the study of impact; I intend to focus on these areas as well. The Machlis–Hanson study classifies warfare ecology both spatially (local, regional, global) and in time, creating the taxonomy of this discipline as shown in Figure 1 [3: 729]:

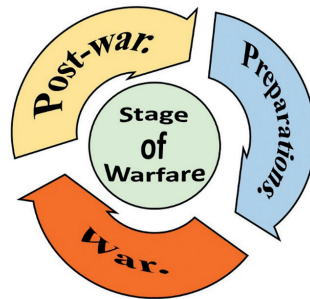


Figure 1

Taxonomy of Warfare ecology. Created by the author, source: [4: 729].

Significant environmental impacts can also result from military activities in peacetime. Yet the greatest environmental damage is related to war activities. Asymmetric warfare, war without a face line, increasingly justifies the following suggestion. "The state of peace among men living side by side is not the natural state (*status naturalis*); the natural state is one of war," [6: 7] writes Immanuel Kant. Parallel to post-war reconstruction, the return of the armies is usually followed by the analysis of military operations and lessons learned. The analysis of the lessons of war brings modernisation and development in the military field. Recovery and preparation are done in parallel, interacting. The border between war and peace is increasingly disappearing. With the emergence of mass armies and military advancements/developments as a result of the Industrial Revolution, the warfare had spread over several continents from the early battlefields of a few square kilometres. John Keegan wrote in his book *The Face of the Battle*: "Industrial development has dramatically increased the forces that countries can wage against each other in their wars, and the development of weapons has extended scopes of some generals." [7: 214] Massive acts of warfare, affecting almost the entire population and the environment, have had an almost incalculable impact on the environment. Although the impact of the emergence of weapons of mass destruction reduces the risk of open global and continental wars, the use of the existing weapon potential also causes irreversible environmental change. "Guaranteeing sustainable development for the existence of humanity is inseparable in the present and the future, what is more, unthinkable, using age-appropriate and societal demands for an effective, complex, decisive response segment to the security challenges that threaten our security," [8: 137] writes István Szendy. The importance of developing warfare ecology is unquestionable in the future.

Evaluation and classification of military operations from the military-ecological perspective

The taxonomy of the warfare ecology examines the environmental impacts of military activities (operations) not only in time but also in space. In the field of military operations, in parallel with the exploration of the damaging effects of the natural environment and the built environment, it seeks methods of prevention and reduction of harm. The Machlis–Hanson study considers this taxonomy dimension as a separate sub-area. "As a distinct subfield of ecology, it would be multi-scaled (landscape, regional, and global), and its scope would encompass all three stages of warfare." [4: 730] To approximate warfare ecology from a systematic point of view, an interpretation of the concept of the military operation is essential. In my view, the best short definition is as follows: "The capability, the deployment of a military force based on a policy-defined mission, coordinated in terms of purpose, location, and time is called a military operation." [8: 21] We have compared it with the elements of the scope of tasks based on the above comparison of war ecology, identifying it as a negative factor for the environment. It can be seen from the table below that although the objectives of the operations are not considered by the authors as the area to be examined, other subsystems can be examined in the operational context.

Table 2

Comparison of the military operation as an application element and the ecology of warfare. Created by the author, source: [4: 728–730]

Military operation application elements	Subsystems of taxonomy in warfare ecology	Complies	Partially Complies	Does not Comply
Aim (operational objectives, (occupied area, destroyed environmental elements, loot material, etc.)	Not investigating			X
Location (battlefield and operation support area.)	Multi-level (local, regional and global)	X		
Time, phase (war, peace and after war terms)	War, armed conflicts, Restitution Preparation period		X	

If we compare the current classification system of military operations, we can assume that the environment-centred warfare-ecology taxonomy approach is well applicable within the framework of today's and future military environment research. The systematic classification of military operations based on theory and practice provides more opportunities for exploring the environmental impacts of warfare.

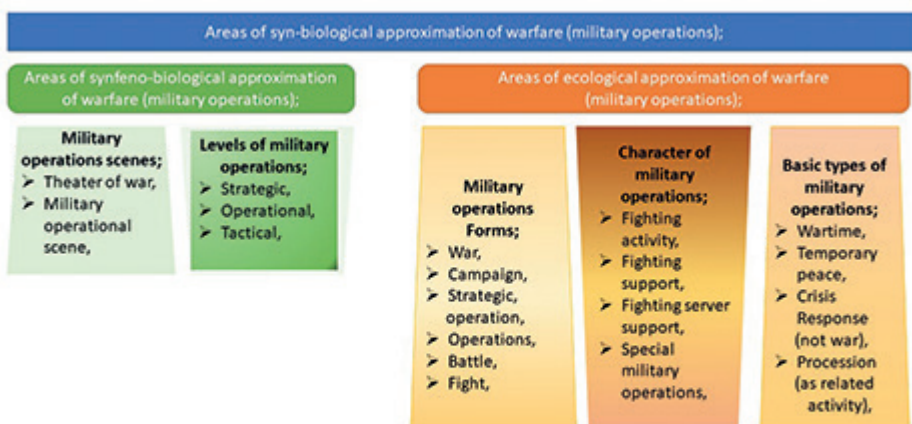


Figure 2

Areas of military operations according to warfare ecology.
 Created by the author, source: [4: 728–730] and [9: 107–112]

Figure 4 shows the place and role of military operations in the taxonomy of war ecology. It can be stated that a military operation can be investigated and mapped on a “synfeno-ecology” basis at the local, regional and global levels.

Environmental impact assessment of military operations

Military operations often have a negative impact on the environment. Think of the technology needed for fight, construction, maintenance and the energy consumption of military facilities. The use of explosives in weapons also causes environmental damage. Exploring and understanding human activities affecting nature in the field of military operations is an old endeavour, and there are many deficiencies in this field. According to the ecological approach of warfare, using the taxonomy mentioned above, impacts can be studied by phases (preparation, combat or deployment, recovery) and spatially (local, regional, global). The Hungarian environment research examines structures beyond the individual as a system. According to Attila Kerényi, “A multitude of units and elements are connected in the system. These can be materials, objects, non-natural components. The elements of the system are not randomly connected; there is integrity, loan relationship, the operational relationship between them” [10: 9]. The study of integrity, interrelationships, and operational relationships is extremely important from the point of view of warfare ecology. Examining military operations as a system, we can see complex, supra-individual, highly complex relationships and interdependencies. The impacts of the armed forces as a system can be explored using the methods based on their capabilities. It consists of the human resources basis (human resources) and the armament and military equipment and the infrastructures serving them. Together, they determine the capabilities that would be deployed in military operations. The exploitation of capabilities leads to impact-based

operations, as György Szternák states in his study: "*The new approach to military success made the issue of effect-based operations one of the main issues in the field of military science research.*" [11: 45] Utilising capabilities and impact-based warfare is not new, as all military and non-military capabilities have been, and will continue to be, imagined to be successful. There are several methods of environmental impact assessment. I found no recommendation for a targeted procedure for the effects of military operations. The procedures used in civilian life, especially in the field of production, are likely to be well applicable to the environmental impact assessment of military operations. In my view, impacts can be implemented by examining human and technological assets and services involved in a military operation on the one hand, and military capabilities on the other. The first step in examining both directions is to explore the current situation. In civilian life, there are many indicators and environmental performance measurement methods that can be used to examine both system components (human resource base/live force/weapons and military equipment and their supporting infrastructures and processes concerning attack, defence, delay). The application of environmentally conscious procedures and methods in everyday military practice should be the subject of further research.

Conclusion

In the daily news, we see more and more events leading to environmental damage. Environmental damage, destruction of habitats, and the extinction of species characterise human activities that influence nature. Warfare, armed conflicts and preparations for war also have significant adverse impacts on the environment. Communities, political and military decision-makers are increasingly recognising the need to prioritise the development and use of methods of detecting and mitigating the impacts of operational problems in a warfare, including its military capabilities and supporting infrastructure. The planning, organisation, conduct and follow-up of military operations should also consider the protection of sensitive ecosystems⁴ in the theatre of war or areas of operations. The ecological approach applied to society is the product of the last century. The need for applying the ecological approach to the military area is evident. Machlis and Hanson, in their study of Warfare Ecology, outlined the essence of the topic, the directions, aims, and methods of research. The study developed taxonomy and provides research directions for the study of this field. Based on the mapping of the areas of ecology in the military field and their study, the following conclusions can be drawn:

- The warfare ecological approach is suitable for investigating the use of both the natural and the built environment for military purposes, and for developing new environmentally friendly operating methods.

⁴ Ecosystem is a community of living organisms in conjunction with the non-living components of their environment, interacting as a system. [12: 380]

- Environmental issues of military operations can be highly significant and influential. Warfare ecological studies can help the development of this field, which is not only a military but also a public interest.

There is a need for ecological issues in the field of warfare and defence. Still, despite the development of environmental protection, it is not always possible to consider ecological aspects and integrate them into military operations. Applying the results of warfare ecology in the planning, organisation, and conduction of military operations can also promote the success of an operation and the preservation of the environment. The soldiers participating in military operations are as much victims of environmental destruction as the inhabitants. Therefore, the use of modern precision weapons with a limited range, for example, is a factor that affects not only the success of the operation but also the protection of the environment. Warfare ecology is expected to be an essential research area in the future. Military strategies increasingly formulate the need for environment-conscious planning of operations, which is to be emphasised in everyday life, both at the strategic and tactical levels. Participants in an operation could learn the basics of environment-conscious planning and operations management during their preparation.

References

- [1] S. Nagy and J. Hornyacsek, "A környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései," *Bolyai Szemle*, Vol. 23, No. 1, pp. 109–131, 2014.
- [2] C. M. Briggs, "Climate security, risk assessment and military planning," *The Royal Institute Of International Affairs*, 2012. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1111-/j.1468-2346.2012.01118.x>
- [3] B. Horváth and R. É. V. Pestiné, *Ökológia*. Győr: Universitas-Győr Kht., 2011. [Online document]. Available: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Okológia/ch01s02.html. [Accessed June 22, 2019].
- [4] G. E. Machlis and T. Hanson, "Warfare Ecology," *Bioscience*, Vol. 58, No. 858(8), pp. 729–736. September 2008. [Online serial]. DOI: <https://doi.org/10.1641/B580809>
- [5] L. Földi, "Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései," In *Humánvédelem – békeművelési és veszélyhelyzetkezelési eljárások fejlesztése*, Tanulmánygyűjtemény I. NKE-HHK, 2016 [E-book], pp. 400–474.
- [6] I. Kant, *Perpetual Peace. A Philosophical Essay*. Translated with Introduction and Notes by M. Campbell Smith, with a Preface by L. Latta. London: George Allen and Unwin, 1917. Available: <https://archive.org/details/zumewigenfrieden00-kant/mode/2up>. [Accessed August 11, 2019].
- [7] J. Keegan, *A csata arca*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2013.
- [8] I. Szendy, *Hadmélet és katonai műveletek. I. kötet*. Budapest: Nemzeti Közszerkesztési és Tankönyv Kiadó Zrt., 2013.
- [9] I. Szendy, *Hadügy és hadviselés*. Budapest: Nordex Kft., 2017.

- [10] J. Ángyán, A. Kerényi, S. Papp, J. Rakonczai and E. Domokos, *Környezettan*, Vol. 7. Veszprém: Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet, 2011.
- [11] G. Szternák, "The warfare in the present and future," *Hadtudományi Szemle*, Vol. 6, No. 3, pp. 40–48, 2013.
- [12] S. F. Chapin, P. A. Matson and A. Harold Mooney, *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. New York: Springer, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1007/b97397>

István Balajti¹

Advanced Issues of the Radar Conference in Boston, 2019

A 2019-es bostoni radar konferencia legkorszerűbb témakörei

The modernisation of the Hungarian Army and the success of the Zrínyi 2026 Programme basically depend on the understanding and professional lifecycle-support of the latest technologies. Consequently, it is a priority to collect, evaluate and transfer advanced research findings and collected expertise on the concepts related to sensors, including Radars. The software modules define the quality, while the flexibility of the interfaces determine the efficiency of the signal and data processing of the information of different sensor types. The software-based solutions play a key role in the artificial intelligence supported cognitive data processing and the effectiveness of the soldiers or decision-making commanders. This article summarises the most recent results of the radar-related research, taking into account domestic and Eastern European expectations.

Keywords: radar, electronic attack, electronic protection, passive radar systems, bi- and multistatic radar systems, cognitive radar, spectrum sharing technique, weather radar

A Magyar Honvédség modernizálása, a Zrínyi 2026 sikere alapvetően az új technológiák megértésén és az élettartamra szóló professzionális szintű kiszolgálásán múlik. Ezért kiemelten fontos feladat az érzékelőkkel, ezen belül, a rádiólokátorokkal kapcsolatos legújabb kutatási eredmények, illetve elképzelések szakmakritikus összegyűjtése, értékelése és az összegyűjtött tapasztalatok átadása. A szoftvermodulok határozzák meg a különböző típusú érzékelők jel- és adatfeldolgozásának hatékonyságát, míg az interfészek sokszínűsége a kidolgozás minőségét. Kulcsfontosságú a katonák, illetve döntést hozó parancsnokok szerepe a mesterséges intelligencia által támogatott kognitív adatértékelés megvalósításában. A cikk a rádiólokációval kapcsolatos legutóbbi eredményeket foglalja össze a hazai és kelet-európai elvárások figyelembevételével.

¹ University of Public Service, Faculty of Military Sciences and Officer Training, e-mail: balajti.istvan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3566-2904>

Kulcsszavak: rádiólokátor, aktív zavarás és zavarvédelem, passzívradar-rendszerek, bi- és multistatikus radarrendszerek, kognitív rádiólokátor, spektrumfelosztási technológiák, időjárásradar

The article focuses on advanced papers of the Radar Conference held in Boston and it extends the conclusions and findings that have been summarised in the article "István Balajti: General Overview on the Radar Conference in Boston 2019" published in *Hadmérnök*, Vol. 15, no. 1 (2020). All information on the conference is available at the link: <http://ieee-aess.org/conference/2019-ieee-radar-conference>. [1]

Findings on weather radar

Elizabeth Kowalski, David Conway, Alex Morris, Christine Parry: Multifunction Phased Array Radar Advanced Technology Demonstrator (MPAR ATD) Nearfield Testing and Fielding. [2]

Lincoln Laboratory (MIT LL) have been working in support of the Multifunction Phased Array Radar (MPAR) program to develop low-cost phased array radar. The 76-panel fully polarimetric AESA radar has EIRP of 85 dBW, 40 dB boresite directivity, and less than 0.04° beam steering error.

The paper is remarkable for us from the point of view of radar antenna performance testing and the rising importance of the solid weather dual polarized phased array systems. The presenters are open for cooperation and technical discussions. Figure 1 shows the conceptual design of MPAR AESA radar with four faces that can perform both aircraft and weather surveillance.

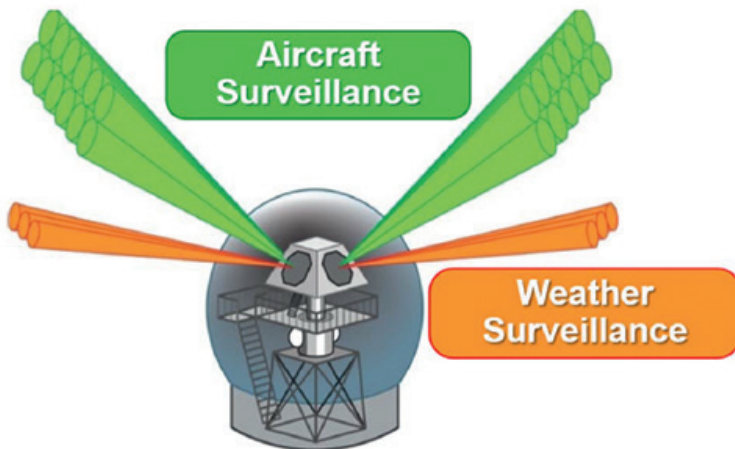


Figure 1

Concept showing the four faces of the MPAR AESA radar for aircraft and weather surveillance [2]

Figure 2 shows a picture of MPAR ATD 76-panel array at MIT LL RF Test Facility undergoing nearfield testing and calibration.

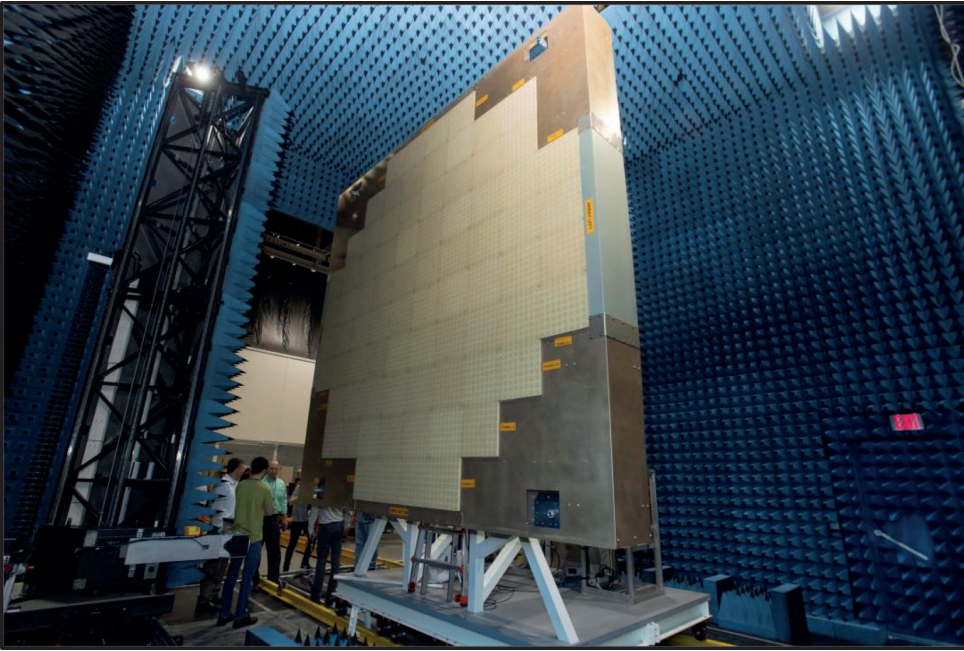


Figure 2

MPAR ATD 76-panel array in the anechoic chamber [2]

Figure 3 depicts the nearfield calibration of the MPAR ATD for the receive channel: part (a) displays the uncalibrated measured amplitude of each element; part (b) displays the amplitude after calibration; part (c) displays the uncalibrated phase for each element and part (d) shows the phase after calibration. Figure 4 shows the installation of the new radar under RADOME, while Table 1 summarises the MPAR ATD nearfield test results.

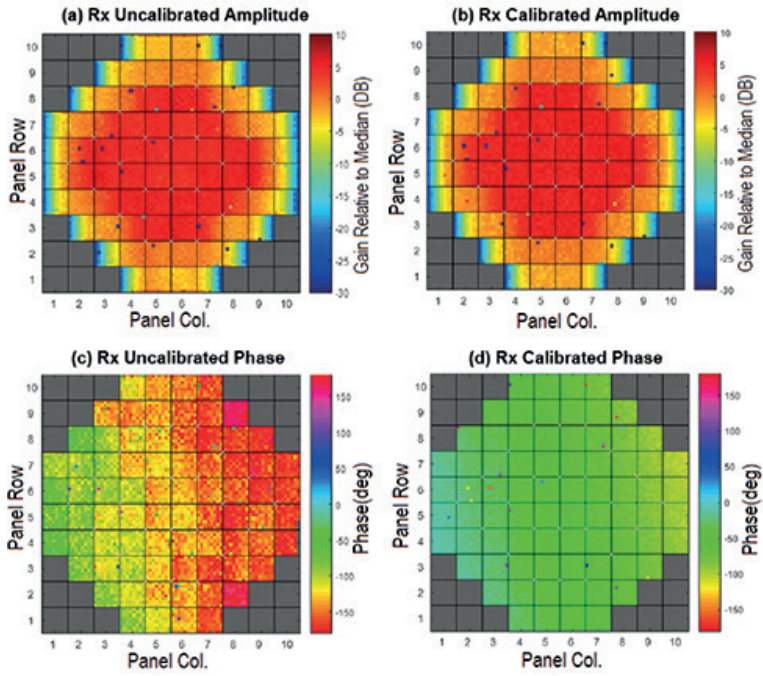


Figure 3
Power of the MPAR Antenna near Field Calibration [2]



Figure 4
Installation of the NWRT RADOME in July 2018 [2]

Table 1
MPAR ATD nearfield test results [2]

Antenna Metric	Goal	Measured
EIRP	85.4 dBW	85.3 dBW TxV 84.8 dBW TxH
Broadside Directivity	41.1 dB (Rx) 42.3 dB (Tx)	40.8 dB (Rx) 41.9 dB (Tx)
Relative EIRP, Gain between V and H Beams	< 0.1 dB delta between V and H	0.5 dB delta between V and H
Beamwidth	1.8° (Rx), 1.4° (Tx)	1.7° (Rx), 1.3° (Tx)
Mean Squared Sidelobe Level (MSSL)	< -50 dB	-53.9 dB (RxV) -53.1 dB (RxH) -50.4 dB (TxV) -49.3 dB (TxH)
Beampoint Error	< 0.05°	< 0.04°
Cross Pol Isolation	> 35dB	> 35 dB (Rx) > 40 dB (Tx)

Andrew Byrd, Robert Palmer, Caleb Fulton: Implementation of a Low-Cost Passive Weather Radar and First Weather Observations, University of Oklahoma, USA. [3]

A passive weather radar system has been implemented that can operate in conjunction with any in-band transmitter using only the direct path signals from that system and the knowledge of time-stamped pointing angles. The radar is capable of high-quality pulse detection, frequency synchronisation and handling data produced by several specialised WSR-88D weather radar transmit schemes.

Figure 5 plots data from a WSR-88D scans at an elevation of 5:01 . The top row of plots contains observations of range corrected power and bistatic velocity collected by the passive receiver (censored at 3 dB SNR). The bottom row shows reflectivity and radial velocity data collected by KTLX (radar site name, which is censored below 10 dBZ). Isotropic-range ellipses are plotted in black, while KTLX and the passive receiver are indicated in blue.

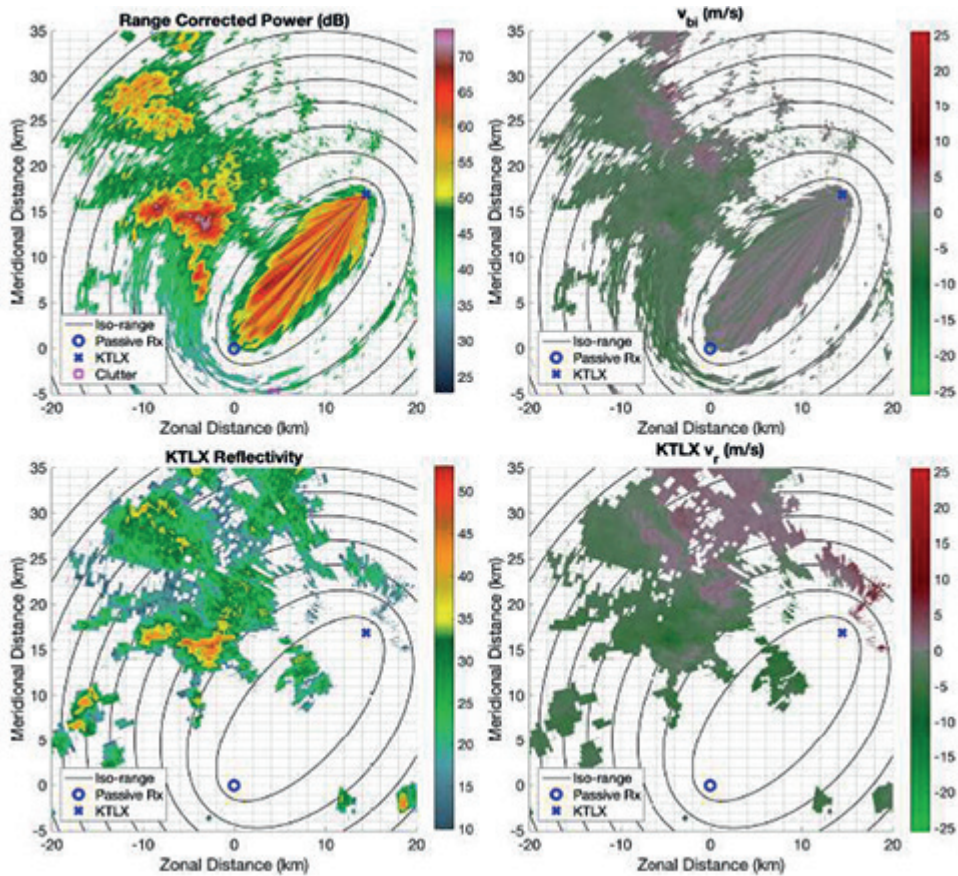


Figure 5
Plots from WSR-88D, KTLX and passive radar [3]

Other investigations are planned, in the frameworks of a more rigorous study, on the quality of the frequency calibration and mitigation of sidelobe contamination that are using the concept of sidelobe whitening on transmit among networked sensor units.

Findings on machine learning technology and cognitive radar

Uttam Kumar Majumder, Eric Blasch, and David Garren: Machine Learning Techniques for Radar ATR, USA.

This tutorial focused on recent research results, technical challenges, and directions of Deep Learning (DL) based on object classification using radar data such as Synthetic Aperture Radar (SAR) data [4]. The presentation highlighted implementations of DL-based Convolution Neural Networks (CNN) SAR objects, recognition algorithms

in Graphical Processing Units (GPUs) and energy efficient computing systems. Figure 6 shows the three waves of Artificial Intelligence applied.

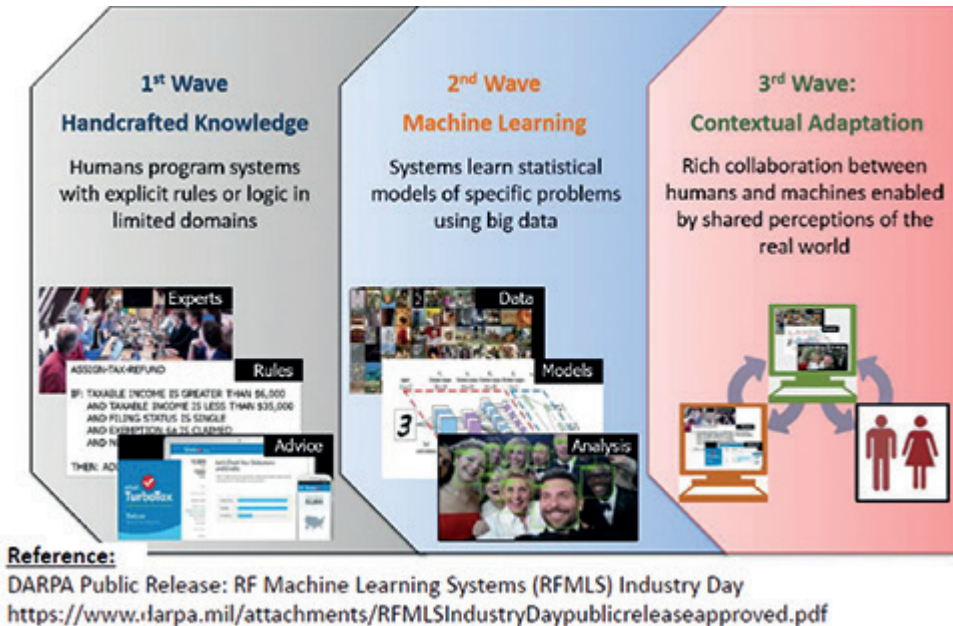


Figure 6

The three waves of Artificial Intelligence [4]

L. M. Hoang, M. J. Kim, S. H. Kong: Deep Learning Approach to LPI Radar Recognition, Institute of Science and Technology, South Korea [5]

The paper introduces an advanced automatic Low Probability of Intercept (LPI) radar recognition technique (LWRT – LPI Waveform Recognition Technique) that includes both LPI radar signal classification and parameter extraction. Figure 7 depicts the block diagram of the proposed LWRT concept. Figure 8 and Figure 9 show, together with Monte Carlo simulation, It demonstrates that even the unrealistic assumptions used in the previous studies, the proposed LWRT achieves classification performance like the state-of-the-art LWRT for pulse wave (PW) LPI radar waveforms.

The paper highlights findings by the combination of the "single shot multi-box detector" (SSD) or "you only look once version 3" (YOLOv3) and a supplementary classifier: in this way the proposed LWRT achieves an extraordinary classification performance. This conclusion is proven for continuous (CW) LPI radar waveforms for all the twelve modulation schemes considered in the literature (i.e., BPSK, Costas, LFM, Frank, P1, P2, P3, P4, T1, T2, T3, and T4). Finally, the proposed LWRT summarises the existing and proposed new parameter extraction functions, which can help to design the countermeasure in electronic warfare.

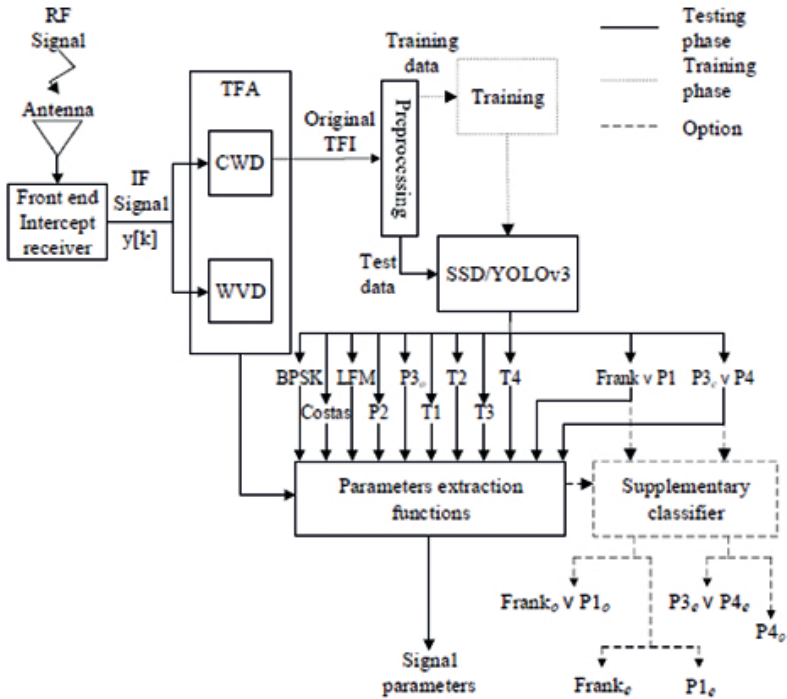


Figure 7
Block diagram of the proposed LWRT concept [5]

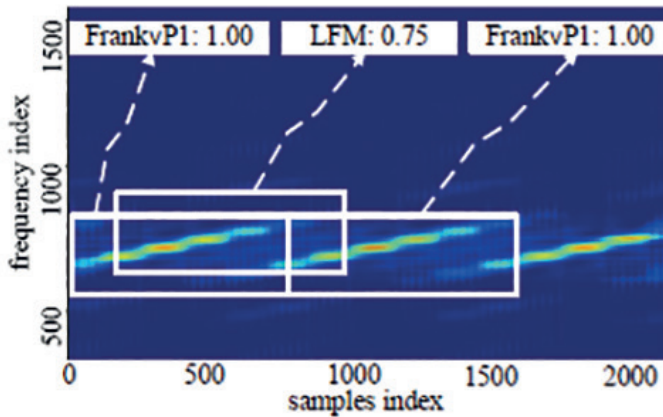


Figure 8
Single Shot Multibox Detector classification hypotheses of a CW Frank signal [5]

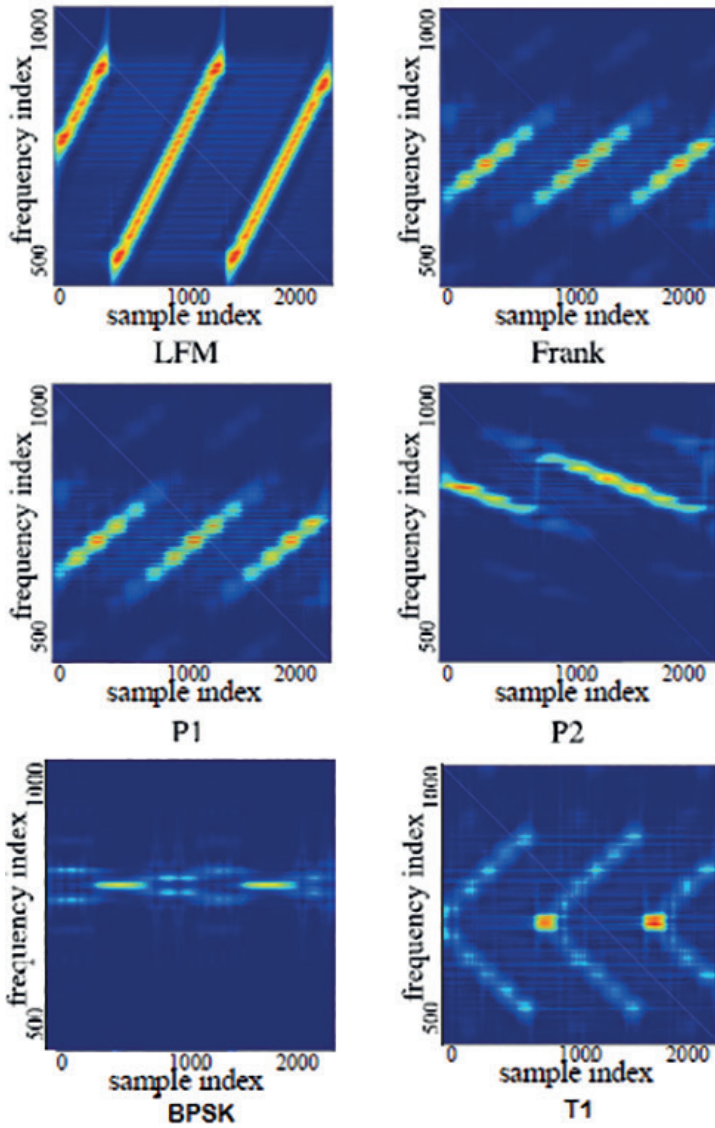


Figure 9

LPI radar signals over multiple periods
(Author's modification based on [5])

Francesco Fioranelli (University of Glasgow, UK), Sevgi Zubeyde Gürbüz (University of Alabama, Tuscaloosa, USA), Matthew Ritchie and Hugh Griffith (University College, London, UK): Multistatic human micro-Doppler classification with degraded/jammed radar data. [6]

This paper investigates the classification performance for using multistatic human micro-Doppler radar data that have been degraded by some form of jamming. Experimental data collected with multistatic radar are used in this study, which aims at classifying seven similar human activities, when individual subjects are walking and carrying different objects, as Figure 10 shows.

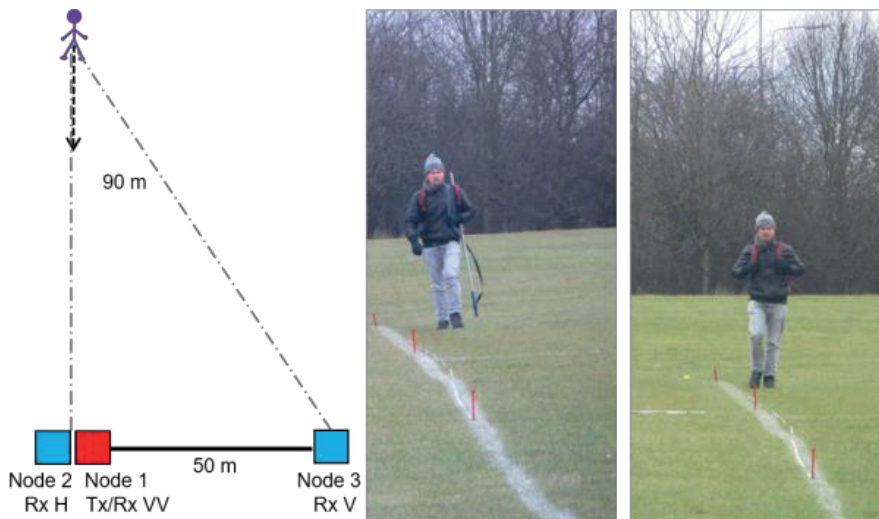


Figure 10

Sketch of experimental setup and example pictures of subjects performing the activities
(Author's modification based on [6])

Figure 11 plots examples of spectrograms for four activities: (a) walking, (b) walking while carrying a rucksack on the back with both straps on, (c) walking while carrying a metal post with both hands, and (d) walking while carrying both rucksack and metal post.

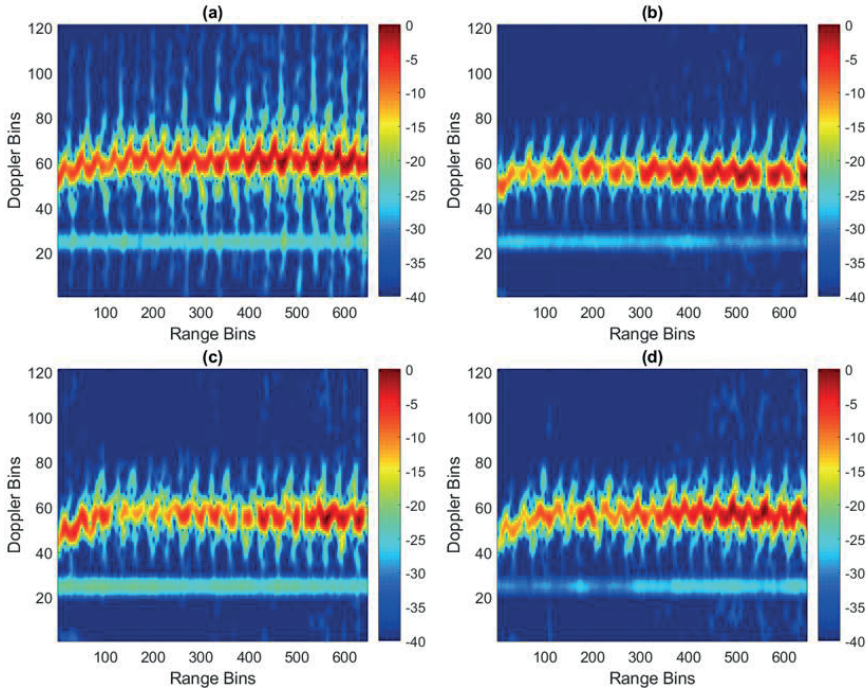


Figure 11

Examples of spectrograms for four activities [6]

Figure 12 depicts “heat maps” of classification accuracy with SVM classifier comparing monostatic (left) and multistatic (right) data as a function of SNR, and shows the percentage of pulses of those SNR that has been altered.

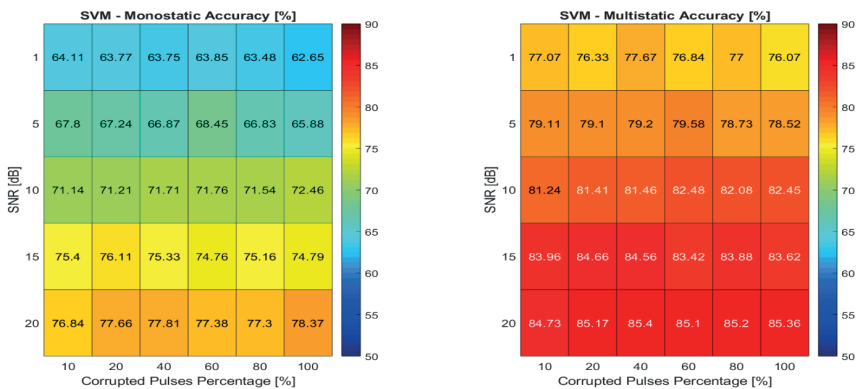


Figure 12

“Heat maps” of classification accuracy, monostatic (left) and multistatic (right) data as a function of SNR [6]

Figure 13 shows the categorisation accuracy for different classifiers and different percentages of received radar pulses that have been forced to zero.

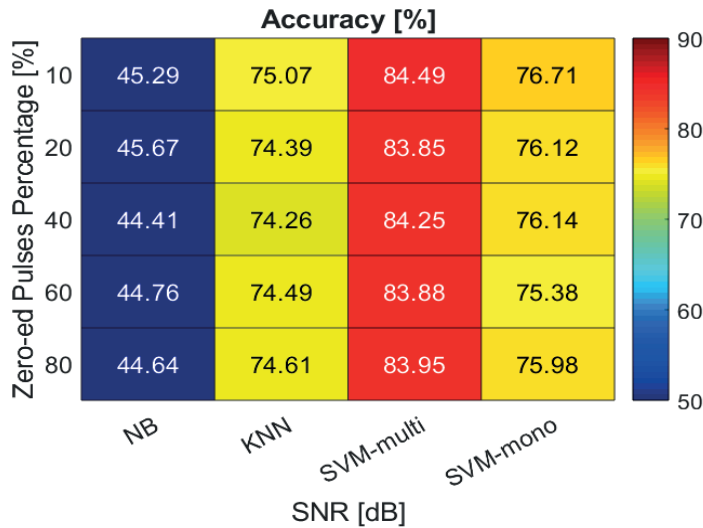


Figure 13
Classification accuracy for different classifiers [6]

The majority of the works in the open literature for classification appears to assume that the quality of the radar data is good, i.e. pulses are not missing, or they all have a given SNR because of the experimental and scenario conditions. This paper evaluates the effect of degrading subsets of radar pulses by either changing their SNR (for example, mimicking the effect of an involuntary competing transmitter near the radar), or completely replacing them with zeroes (for example: mimicking malfunctioning events that make batches of pulses unusable). The results show that the classification accuracy of the overall system can be reduced, especially if many radar pulses have degraded SNR. The possibility to restore and/or improve micro-Doppler classification performances by using multistatic data has also been briefly explored with a simple decision-level fusion scheme.

Jacob A. Kovarskiy, Ram M. Narayanan (The Pennsylvania State University, USA), Anthony F. Martone, Kelly D. Sherbondy (Army Research Laboratory, Sensors and Electronic Devices Directorate, USA): A Stochastic Model for Prediction and Avoidance of RF Interference to Cognitive Radar. [7]

This work focuses on next-generation radar/radio systems which have to sense, predict, and avoid interference as the spectrum grows to be more crowded. It presents a real-time implementation of a cognitive radar system that predicts and avoids

interference using a stochastic model of Radio Frequency (RF) activity. These interference probabilities determine a radar transmit bandwidth and centre frequency to avoid colliding with other emitters in the environment. The tested cognitive radar monitors are to estimate the stochastic model parameters of the RF environment, which is followed by a prediction and avoidance stage.

The proposed solution outlines the effects and complexity of utilising different distributions, parameters, and modes of operation for the implemented radar system. Such a cognitive system adaptively utilises sub-bands of opportunity using a three-stage perception action-cycle (PAC), as Figure 14 shows. This cycle consists of sense (detect interference), learn/decide (tune parameters), and adapt (select centre frequency and bandwidth) stages. First, the sensing stage measures RF activity in the spectral, temporal, and spatial domains in order to detect the presence of RF interference (RFI). Then, the learn/decide step tunes a model or parameters, which describe the behaviour of the RFI in the desired domains. Finally, the adapt stage uses the learned model to determine the optimal sub-bands to occupy in the spectrum.

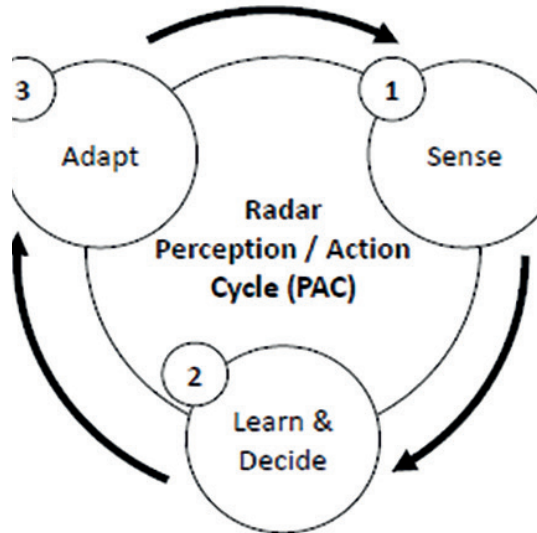


Figure 14

Visual representation of the PAC for cognitive radar [8]

The performance evaluation proves that the suggested predictive RFI avoidance scheme can mitigate collisions in a real-time system. Figure 15 shows random activity in Local Time Emission (LTE) uplink band around 1750 MHz as users access cellular internet data.

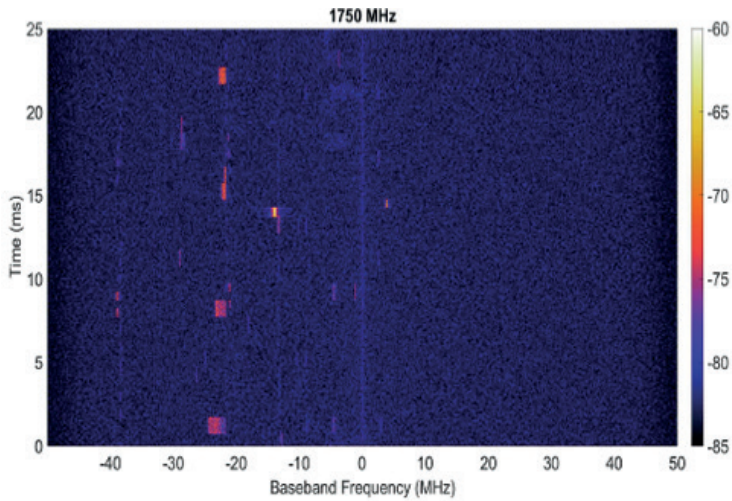


Figure 15
LTE uplink activities at 1750 MHz [7]

Depending on the desired collision and missed opportunity trade-off, the appropriate parameter and function choice could achieve attributes as examples present in Figures 16 and 17 show. In deterministic zero variance scenarios, the reactive mode cognitive radar collides during state transitions, while this predictive scheme can perfectly avoid RFI.

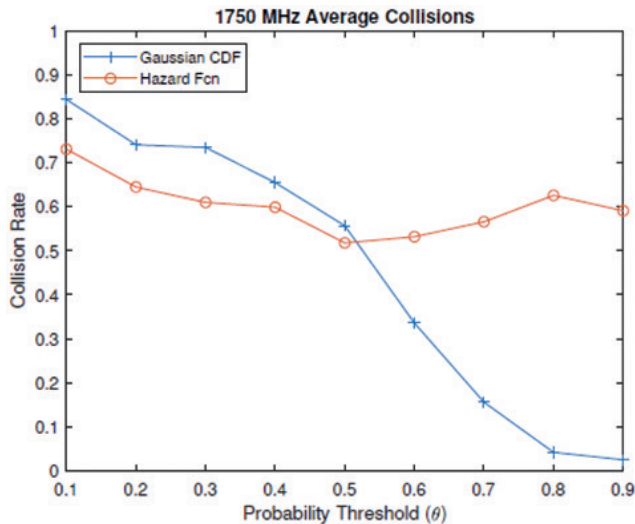


Figure 16
Average collision rate for the 1750 MHz band [7]



Figure 17

Average missed opportunity rate for the 1750 MHz band [7]

Roland Oechslin and Peter Wellis (Science and Technology, Switzerland), Uwe Aulenbacher, Sebastian Wieland and Sebastian Hinrichse (Ingenieurbüro für Sensorik und Signalverarbeitung, Germany): Cognitive Radar Performance Analysis with Different Types of Targets. [9]

This paper presents a research in which detection and tracking experiments with the cognitive adaptation of waveform and processing parameters have been performed. See Figure 18. Novel radio frequency (RF) technologies and concepts such as Software Defined Radio (SDR), arbitrary waveform generation (AWG) and digital signal processing (DSP) trigger new possibilities of real-time optimising and tuning a radar system to the current operational goal and environment. The CODIR ("COgnitive Detection, Identification and Ranging") testbed consists of an X-band radar sensor and a controller segment which tracks the target and selects the optimal radar parameters based on the past sensor perception (measured position, SNR, measurement accuracy). By feeding the sensor perception back to the optimiser, a perception-action cycle is defined.

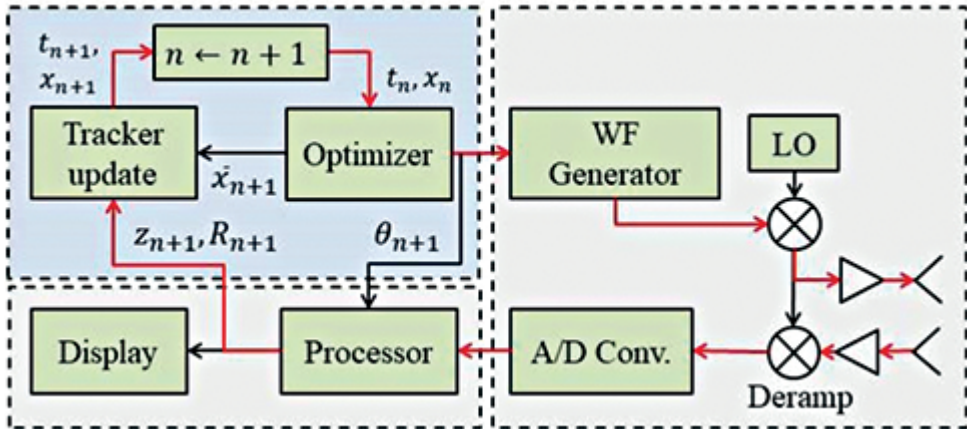


Figure 18

CODIR block diagram. The controller is highlighted in blue. Red arrows mark the implemented perception action cycle [9]

Figure 19 shows optimised radar performance and radar-setting choice for bicycle target with the T3 set of weights. Panels from top to bottom: a) Range and velocity evolution (red: measurements, blue: track, green: range limits); b) Track uncertainty defined by the *a posteriori* covariance matrix P ; c) SNR – Signal Interference Noise Ratio (red: measurement from RD map, blue: track); d) Radar parameter evolution ($T=1/PRF$); e) Measurement time effort (red), tracker update time (blue); f) single objective costs. Only the single objective costs with non-zero weights are shown.

Four target-types with different backscatter and dynamic behaviour have been used and the radar system has been optimised to different combinations of the three top-level objectives, “track accuracy,” “bandwidth minimisation” and “time effort minimisation.”

The system can be fine-tuned to one or to a combination of top-level objectives with a given prioritisation. For example, a simultaneous minimisation of bandwidth usage (main objective, 1st prioritisation) and track error (2nd prioritisation) can be performed.

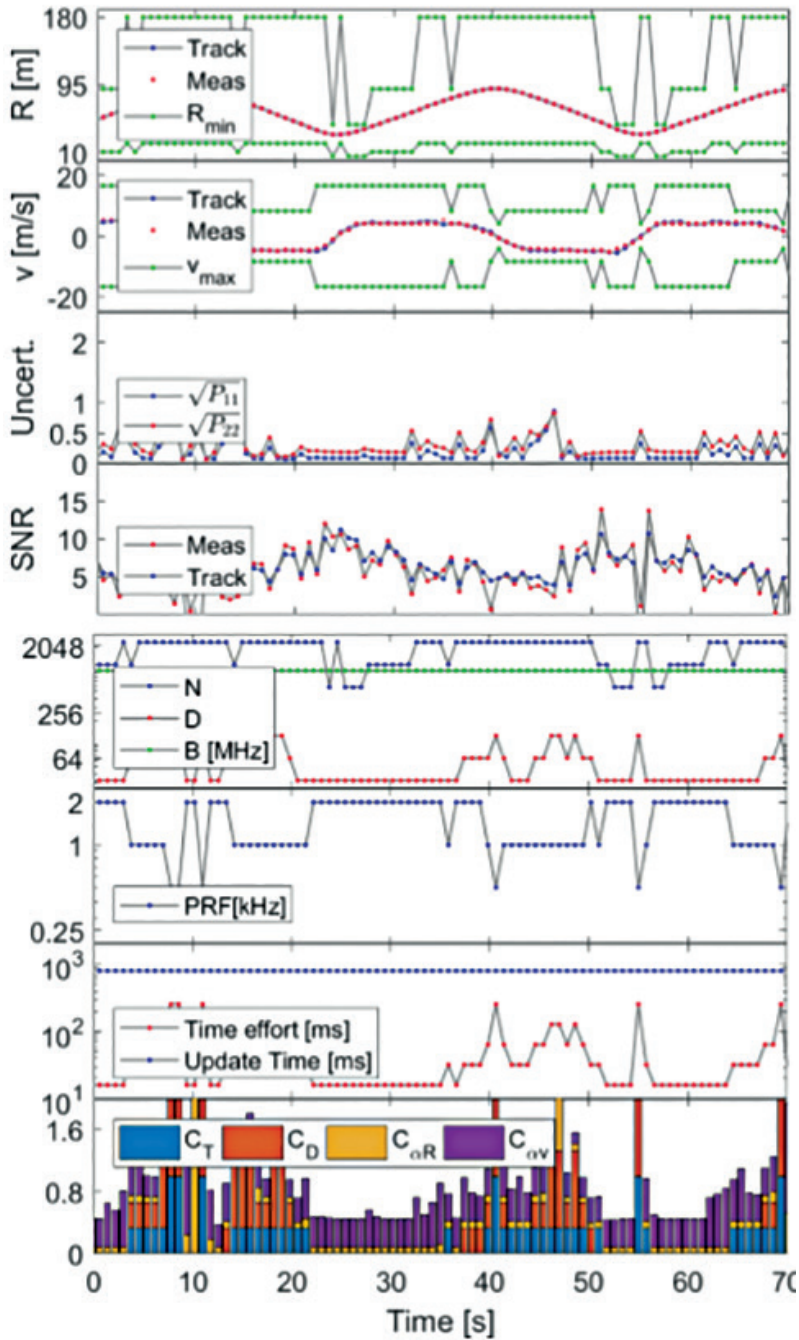


Figure 19

Optimised radar performance and radar setting choice for bicycle target with the T3 set of weights [9]

Findings on emerging technologies

Hitoshi Nohmi: The Development of Vibration Imaging Radar (VirA).

By combining microwave FMCW radar with DBF processing, a VirA was developed that can measure surface vibrations in two dimensions. [10] Figure 20 shows the Principle of vibration measurement.

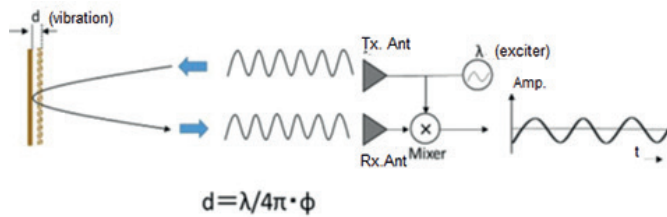


Figure 20

Principle of Vibration Imaging Radar (Author's modification based on [10])

Figure 21 depicts results of the measurement of building vibration. It acquires 1,000 radar images every second and can detect vibrations as small as 20 μm from the phase changes in the captured images. Using VirA, it is possible to monitor the health of infrastructure such as bridges in a short timeframe. Moreover, this innovative approach costs less compared to conventional methods.

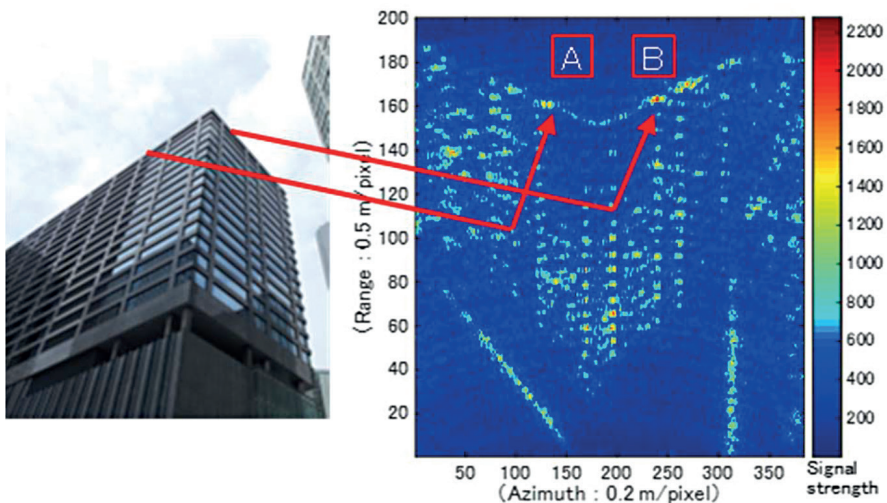


Figure 21

*Measurement results of building vibration
(Author's modification based on [10])*

The system could also be used as a monitoring tool for various civil engineering projects.

David Luong, Anthony Damini, and Bhashyam Balaji (Defence Research and Development, Canada), C. W. Sandbo Chang, A. M. Vadiraj, and Christopher Wilso (Institute for Quantum Computing University of Waterloo, Canada): *A Quantum-Enhanced Radar Prototype*. [11]

Any type of radar that exploits the laws of quantum mechanics to enhance detection ability can be termed as quantum radar. Several theoretical proposals for various types of quantum radars exist, such as interferometric quantum radar and quantum illumination radar. The latter one is one of the most promising approaches. It uses a phenomenon called entanglement to distinguish between signal and noise. The system of the subject paper is a variation on the quantum illumination concept. The transmitter generates a pair of entangled microwave signals and transmits one of them through free space, where the one-way signal is measured using a simple and rudimentary receiver. The type of entanglement used is called two-mode squeezed vacuum (TMSV), so it may be called as a quantum two-mode squeezing radar (QTMS radar). Figure 22 shows the simplified block diagram of the tested quantum radar setup. The Josephson parametric amplifier (JPA) generates the entangled signal, which undergoes amplification and it is transmitted through a horn antenna.

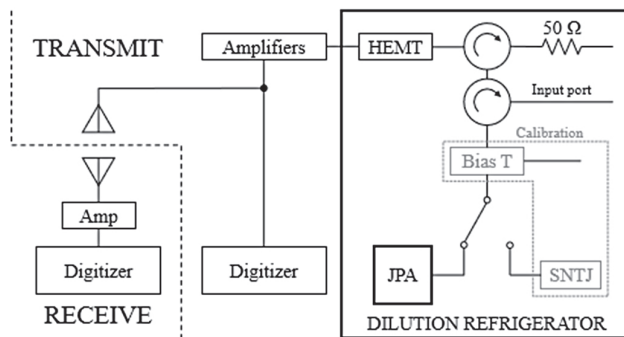


Figure 22

Simplified block diagram of the quantum radar setup
(Author's modification based on [11])

Figure 23 shows the interior of the dilution refrigerator. From top to bottom, each round plate is colder than the previous one. The JPA is inside the car at the bottom. The JPA is connected through a microwave switch to a bias tee, two circulators, and a chain of amplifiers beginning with a high-electron-mobility transistor (HEMT), which is a low-noise amplifier. The HEMT is inside the fridge, and the remainder of the amplifiers are at room temperature. After the signal is amplified, it is split between a Narda 640 horn antenna and a digitiser in the same way as in the classical setup.

Figure 24 depicts the Receiver Operator Characteristic (ROC) curves for classical and quantum-enhanced radars at a power level of roughly -82 dBm, calculated from experimental data for an integration time of 50 ms. The result rules out the contention

that is beneficial for a quantum radar, which demonstrates a significant gain over a similar classical radar system.

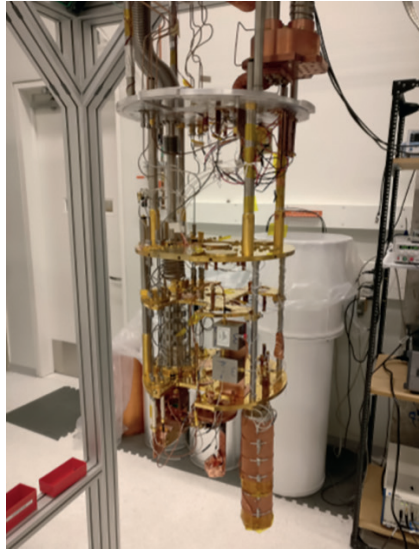


Figure 23

Interior of the dilution refrigerator of the QTMS radar [11]

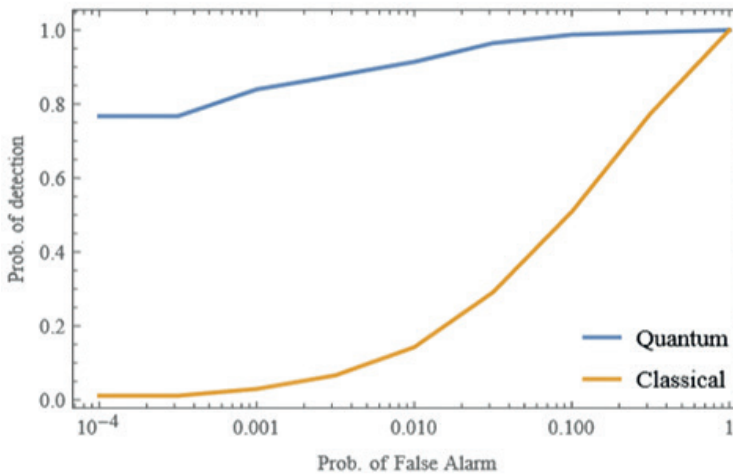


Figure 24

Receiver operator characteristic curves for classical and quantum-enhanced radars [11]

The experiment described in this paper makes it possible to say from now on that microwave quantum radar is possible and practical.

Zhenwei Mo, Ruoming Li, Jiyao Yang, Jingwen Dong, Jiming Cao, Wangzhe Li (Institute of Electronics, Chinese Academy of Sciences, China): A Photonics Radar with Remoting Antenna based on Photonic Assisted Signal Generation and Stretch Processing. [12]

Photonics-based broadband radar with remoting antennas is proposed and experimentally demonstrated in this paper. A linearly-frequency-modulated (LFM) signal is generated by microwave photonic frequency quadrupling in central office and transmitted to a remote antenna unit by employing the radio-over-fibre (ROF) technology. In antenna unit, the photonic LFM signal is split into two branches. Light signal in one branch is converted to RF and emitted out. Light signal in the other branch is fed into a dual polarisation in parallel the topological photonic mixers to perform the operation of de-chirp on receive. Ku-band photonics-based radar with a bandwidth of 2 GHz is demonstrated. Inverse synthetic aperture radar (ISAR) imaging experiment is carried out to verify the performance of the system. Figure 25 shows (a) Schematic diagram of the proposed photonics-based radar with remoting antenna. (b) The structure of a DP-QPSK modulator. (c) The structure of a Pol-demux coherent receiver. AWG: arbitrary waveform generator; LNA: low-noise amplifier; BPF: band-pass filter; CW-Laser: continuous wave laser; MZM: Mach-Zehnder modulator; PM-Fiber: polarisation maintaining fiber; OC: optical coupler; PD: photodetector; DP-QPSK: dual-polarisation quadrature phase shift keying modulator; DP-OBPF: dual-polarisation optical bandpass filter; DP-EDFA: dual-polarisation erbium doped fiber amplifier; ADC: analogue-to-digital converter; PR: polarisation rotator; PBC: polarisation beam combiner; PBS: polarisation beam splitter.

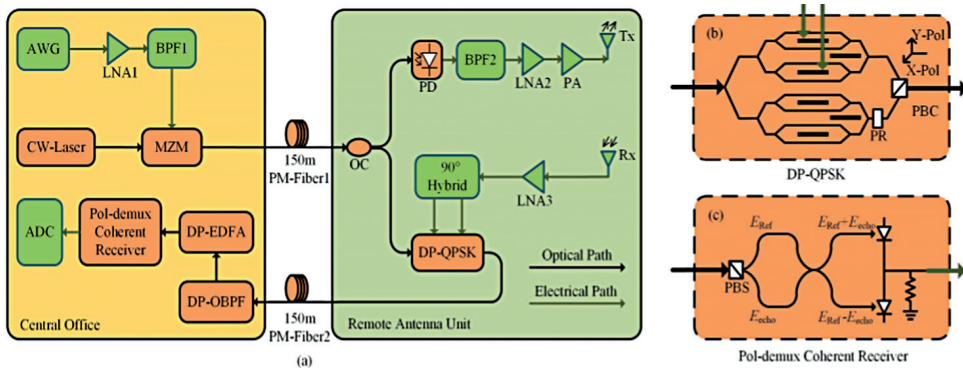


Figure 25

Schematic diagram of the proposed photonics-based radar with remoting antenna (Author's modification based on [12])

For the performance evaluation of the system, two targets were used in the experiment, which were separated by distances of 38 cm in the range direction and 54 cm in the cross-range direction. The imaging result of the two targets is shown in Figure 26.

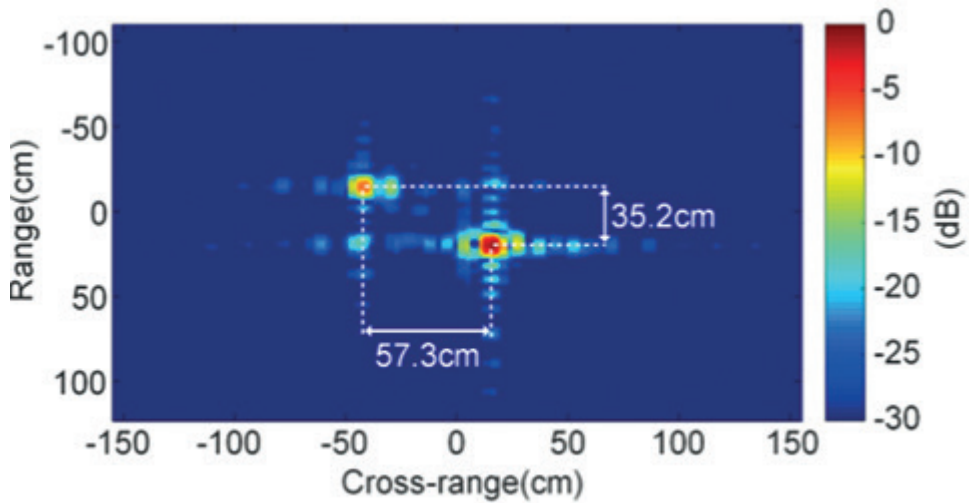


Figure 26
The ISAR image of the two targets [12]

Conclusion

The paper presents a selective review of the most-advanced radar topics of the conference and it would like to kindly draw the reader's attention to the fact that the radar technology is growing fast. The radar measurement's degree of freedom has to be extended in space, frequency and polarisation, due to the new customer needs such as automobile radar, civilian air traffic control, the growth of safety requirements and advanced military requirements.

The fast-growing computer and IT technology, the Spectrum Sharing Techniques between radars and communication systems, the Machine Learning Technology and Cognitive Radar are essential parts of the modern bi-static and multi-static radar, passive radar systems, weather radar with emerging quantum and photonics-based radar solutions. The radar system related electronic warfare techniques and tactics are advancing from the achievements of the current, above-mentioned state of the art technologies, while the radar performance measures could be supported and maintained for life-time cycle of the sensors, and they shall be part of the modern radar networks.

Proposals for domestic consideration:

- The interests in modern weather radar performance support activities are increasing and it makes sense to follow its grow.
- The University of Luxembourg has shown remarkable progress in the field of radar technologies in the last five years. This proves for the Hungarian users that radars shall be considered seriously and educational skills of radar technologies should be increased, such as developing radar prototyping and radar performance measurement know-hows. It is important, because the

related engineering skills are disappearing in Europe and USA, while fast-growing advance automobile radar technologies and other customers show a growing interest for this area.

- Follow the events of the Military Radar and other Radar Conference activities, such as IRS 2019, MIKON etc. and send radar experts to the upcoming conferences.

References

- [1] 2019 IEEE Radar Conference Program, Boston, 22-26 April 2019. [Online]. Available: <http://ieee-aess.org/conference/2019-ieee-radar-conference>. [Accessed July 1, 2020]
- [2] E. Kowalski, D. Conway, A. Morris, and C. Parry, "Multifunction Phased Array Radar Advanced Technology Demonstrator (MPAR ATD) Nearfield Testing and Fielding," USA, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835837>
- [3] A. Byrd, R. Palmer, and C. Fulton, "Implementation of a Low-Cost Passive Weather Radar and First Weather Observations," University of Oklahoma, USA, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835555>
- [4] U. K. Majumder, E. Blasch, and D. Garren, "Machine Learning Techniques for Radar ATR," Tutorial, USA, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material.
- [5] L. M. Hoang, M. J. Kim, and S. H. Kong, "Deep Learning Approach to LPI Radar Recognition," Institute of Science and Technology, South-Korea, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835772>
- [6] F. Fioranelli, S. Z. Gürbüz, M. Ritchie, and H. Griffith, "Multistatic human micro-Doppler classification with degraded/jammed radar data," University of Alabama Tuscaloos, USA, University College London, UK, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835618>
- [7] J. A. Kovarskiy, R. M. Narayanan, A. F. Martone, and K. D. Sherbondy, "A Stochastic Model for Prediction and Avoidance of RF Interference to Cognitive Radar," The Pennsylvania State University, Army Research Laboratory, USA, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835523>
- [8] M. Lopez-Benitez, "Sensing-based spectrum awareness in cognitive radio: Challenges and open research problems," In *Proc. 9th International Symposium on Communication Systems Networks and Digital Sign (CSNDSP)*, Manchester, UK, July 2014, pp. 459–464. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSNDSP.2014.6923873>
- [9] R. Oechslin, P. Wellis, U. Aulenbacher, S. Wieland, and S. Hinrichse, "Cognitive Radar Performance Analysis with different Types of Targets," Science and Technology, Switzerland, Ingenieurbüro für Sensorik und Signalverarbeitung, Germany, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835493>

- [10] H. Nohmi, "The Development of Vibration Imaging Radar," Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835776>
- [11] D. Luong, A. Damini, B. Balaji, C. W. Sandbo Chang, A. M. Vadiraj, and C. Wilso, "A Quantum-Enhanced Radar Prototype," Defence Research and Development Institute for Quantum Computing University of Waterloo, Canada, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835632>
- [12] Z. Mo, R. Li, J. Yang, J. Dong, J. Cao, and W. Li, "A Photonics Radar with Remoting Antenna based on Photonic Assisted Signal Generation and Stretch Processing," Institute of Electronics, Chinese Academy of Sciences, China, Proceedings of Revolution in Radar and Tutorial Material. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADAR.2019.8835512>

Máthé András,¹ Berek Lajos²

Mobil vezetési pontok a krízismenedzsmentben

Mobile Command Centers in Crisis Management

A mobil vezetési pontok katonai alkalmazására a második világháborúban az afrikai hadszíntéren került sor először. A gyors katonai csapatmozgások, a folyamatosan változó hadszíntér, amely több tíz, akár száz kilométeresre nőtt, megkövetelte, hogy a hadműveleti vezetési pontokat ne egy épületben helyezték el, hanem költöztethetők legyenek. A mobil vezetési pontok sikeres katonai alkalmazását alapul véve, valamint az információs technológia fejlődésének köszönhetően kormányzati rendvédelmi szervek is igénnyel álltak elő olyan mobil vezetési pontok felhasználása iránt, amelyek segítségükre vannak a természeti katasztrófák elleni védekezésben, terrortámadás vagy egyéb baleset-elhárításban részt vevő katasztrófavédelmi és egyéb hatósági szervek közötti helyszíni koordináció megvalósításában. Ebben a cikkben a szerzők áttekintik a mobil vezetési pontok alkalmazásának történeti hátterét, bemutatják felépítésüket, tipikus kialakításukat, eszközeiket, kiválasztásuk szempontjait.

Kulcsszavak: krízis, krízismenedzsment, összevont irányítás, kommunikáció, interoperabilitás

The first deployment of Mobile Command Centers was at the North African battlefields during World War II. The quick movement of military troops and the continuously changing and extending battlefields which could become tens or even a hundred kilometers in size, led to the use of such military operational command posts which were not fixed to a building but could be relocated easily and quickly. Thanks to the successful use of Mobile Command Centers in military operations and the fast development of infocommunication systems the governmental civil protection authorities found Mobile Command Centres a very effective and rapid solution in the coordination of their site work against natural and industrial disasters, accidents,

¹ Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: mathe.andras@phd.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1667-0511>

² Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, egyetemi tanár, e-mail: berek.lajos@bgk.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1705-1173>

terrorism, humanitarian catastrophes. In this article the authors overview the history, the typical design, the equipment and the aspects of selection of Mobile Command Centers.

Keywords: crisis, crisis management, joint coordination, communication, interoperability

Bevezetés

A világ társadalmi egyre inkább összefonódnak és függő helyzetbe kerülnek egymástól, így sérülékenyebbé válnak, ezáltal újszerű, gyorsan átglyűrűző és felerősödött hatású veszélyekkel, fenyegetettségekkel kerülhetnek szembe. Az új típusú krízisekre jellemző – az eddigiekkel szemben –, hogy azok meglepetésszerűek, nagy kiterjedésűek, előre nem prognosztizálhatók és szokatlan kombinációban jelentkezhetnek. Ezek az újszerű krízisek nemzeti határokon is átívelhetnek és dominóhatással lehetnek a gazdasági folyamatokra. Ilyen események voltak a 2001. szeptember 11-ei események, a 2011-es tóhokui földrengés Japánban (Fukusima) vagy a 2010-es izlandi vulkánkitörés, hogy néhány példát említsünk. Ezekre az eseményekre és következményeikre a szokásos kockázatkezelési folyamatok, struktúrák nem voltak felkészülve. Ezért a kormányzatoknak erőfeszítéseikkel mindig élen kell járniuk, hogy a fenyegetettségekkel kialakuló működési zavarokat, kríziseket megfelelően tudják kezelni. A polgárok kormányzat iránti bizalmát pedig nagymértékben befolyásolja, hogy az hogyan és milyen hatékonysággal tudja kezelni a krízishelyzeteket. Nehezíti a helyzetet, ha együtt kell működniük nemzetközi szervezetekkel, ha számolniuk kell a médiumok megjelenésével, azok fokozott vizsgálódásával, ha az állampolgárok fokozódó elvárásainak nyomása alá kerülnek, ha a krízist más aspektusból megközelítő magánszektor civil szervezetei (NGO³ és CSO⁴) megjelennek, vagy ha a krízis felszámolásához szükséges erőforrások és információk nem csak a saját kezükben vannak. Számos OECD⁵-ország kritikus infrastruktúráját magánszektor üzemelteti. Az újszerű krízishelyzetek összetettsége miatt a készenléti szerveken kívül gyakran más közreműködő szervezetek bevonására is szükség lehet, ezért a közöttük lévő hatékony koordináció elengedhetetlen a krízishelyzetek felszámolásához. E koordináció megvalósítása újabb nagy kihívást jelent a kormányzatok számára. A megfelelő koordináció biztosítása a válság kezelésében kulcsfontosságú, mert ez mutatja meg, hogy a kormányzatok mennyire vannak felkészülve saját állampolgáraik és országuk gazdaságának védelmére, valamint a kárnyhítés és felszámolás lebonyolítására [1].

A mobil vezetési pontok (a továbbiakban: MVP) alkalmazása ennek a koordinációnak az egyik támogató eszköze, amely tulajdonképpen a krízis helyszínének biztonságosnak ítélt környezetében bevethető olyan jármű (lásd 1. kép), amely összevont irányítást és információelosztást tesz lehetővé a krízis felszámolásában részt vevő erők számára. Az MVP használatával hatékonyabb helyzetfelismerés, irányítás,

³ NGO: Non-Governmental Organization.

⁴ CSO: Civil Society Organization.

⁵ OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development – Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet, amely párizsi székhelyű nemzetközi gazdasági szervezet. Magyarország 1996 óta a tagja.

erőforrás-gazdálkodás, valamint gyorsabb és összehangoltabb művelet valósítható meg. Lényege, hogy minél kevesebb emberi erő és erőforrás bevonásával minél nagyobb eredményességet lehessen elérni.

Az angol nyelvterületeken az MVP többféle elnevezésével találkozhatunk, úgymint "Mobile Command Center", "Mobile Command Post", "Mobile Command Vehicle", "Emergency Command Center" vagy "Incident Command Center".



1. kép

Mobil vezetési pont [2]

Történeti áttekintés

A mobil vezetési pontok katonai alkalmazására a második világháborúban az észak-afrikai hadszíntéren került sor először a szövetséges erők oldalán. A gyors katonai csapatmozgások, a folyamatosan változó hadszíntér, amely több tíz, akár száz kilométeresre nőtt, megkövetelte, hogy az operatív katonai vezetési pontokat ne egy épületben helyezték el, hanem költöztethetők legyenek. Az MVP-ből – szemben a belül szűk páncélos járművekkel és az épületekben berendezett vezetési pontokkal – sokkal pontosabb és kifinomultabb helyszíni műveleti irányítás vált lehetővé. A sikeres katonai alkalmazásukat követően az MVP-ket Tunéziában, Szicíliában, Olaszországban és Normandiában is bevetették. Később igény merült fel páncélozott lánctalpas kivitelű MVP-k alkalmazása iránt is. Habár ezek nehéz terepi viszonyok között is képesek voltak mozogni, széles körű elterjedésükre mégsem került sor, mert lassúnak bizonyultak, kevés férőhelyet biztosítottak a személyzet számára, polgári felhasználásuk pedig nehézségekre ütközött [3].



2. kép

Alan Brooke, Winston Churchill, Bernard Montgomery Normandiában 1944. június 12-én, Montgomery mobil főhadiszállása előtt [3]



3. kép

Montgomery mobil főhadiszállásán ismerteti tervét VI. György angol királlyal, Hollandia, 1944. október 13. [3]



4. kép

Montgomery Rommel és Hitler nevű kutyájával mobil főhadiszállása előtt, Normandia, 1944. július 6. [3]

A 2. képen jól látható, hogy az MVP bővítését járművek, sátrak egymáshoz építésével oldották meg a személyzet számára növekvő helyigény biztosítása érdekében. A 3-as kép bemutatja, hogy az MVP valójában egy irodai munkakörnyezetet kíván biztosítani az ott közreműködő személyek számára. A 4. képen látható, hogy az MVP kikapcsolódást is biztosít a stresszhelyzetben dolgozó személyzet regenerálódásához. A 2–4. képeken bemutatott funkciók, úgymint a bővíthetőség, irodai munkakörnyezet és komfort mind a mai napig alapigényként jelentkeznek a mobil vezetési pontok felhasználói számára, természetesen kiegészítve egyéb specifikus igényekkel a jelen kor műszaki színvonalán. Az MVP-k sikeres katonai alkalmazását alapul véve, valamint az információs technológia fejlődésének köszönhetően a rendvédelmi szervek is igénnyel álltak elő olyan MVP-k felhasználása iránt, amelyek segítségükre vannak a természeti katasztrófák elleni védekezésben, terrortámadás vagy egyéb baleset-elhárításban részt vevő készenléti szervek, egyéb mentőalakulatok, kritikus infrastruktúra üzemeltetők, önkéntes szervezetek közötti helyszíni koordináció megvalósításában. A krízis hatékony felszámolásához fontos, hogy az abban részt vevők a kommunikációs rendszereik felhasználásával információt tudjanak megosztani – azaz egységes műveleti képet kapjanak –, valamint tudatában legyenek feladataiknak és felelősségüknek.

A Pentagon ellen irányult 2001. szeptember 11-ei terrortámadás következtében az épület kommunikációs rendszerei megsérültek. A helyszínre számos olyan katasztrófavédelmi és készenléti szervezet vonult, amelyek között technikailag nem volt kommunikációs átjárhatóság (interoperabilitás), azaz nem tudtak kommunikálni,

információt megosztani egymással, ebben a helyszíni parancsnokok csak a futásra kész emberek segítségére számíthattak. Nem beszélve a World Trade Centerről, ahol a tornyok összedőlésével maga a városi készenléti irányítási központja is megsemmisült a mobil rádiótelefon-hálózat bázisállomásával és egyéb kommunikációt biztosító rendszerek által felhasznált antennákkal együtt, amelyeket a város legmagasabb pontjára, azaz a World Trade Center tetejére szereltek fel [4].

Ezek a terrorjellegű események, valamint más természeti katasztrófák (földrendések, áradások, hurrikánok) rámutattak arra, hogy egy krízishelyzet esetén számolni kell a rendelkezésre álló polgári felhasználású infokommunikációs infrastruktúrák leállásával, túlterhelésével, valamint sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani a helyszínrre vonuló erők, szervezetek közötti információmegosztási képesség javítására, hogy munkájukat a lehető leghatékonyabban tudják összehangolni. Ez újabb lendületet adott a mobil vezetési pontok fejlődésének.

Mobil vezetési pont kialakítása

Az MVP kialakítása szempontjából fontos a felhasználási funkcióit meghatározni. Ezek jellegük szerint lehetnek a krízis helyszínéről történő kommunikációs feladatok ellátásának biztosítása vagy helyszíni operatív irányítási, tervezési és döntéshozói vagy egyéb másodlagos funkciók, amelyek a felhasználó szervezet egyedi igényeihez alakíthatók. Ilyen másodlagos funkció például a helyszíni bizonyíték begyűjtése és tárolása, helyszíni laboratóriumi vizsgálatok elvégzése, helyiség biztosítása szemtanúk kihallgatására, bombakereső és sugárvédelmi felszerelések szállítása, közreműködés eltűnt személy felkutatásában, baleset-elhárításban, rendezvénybiztosításban stb. Az MVP-k leggyakoribb felhasználói a rendőrség, katasztrófavédelem és reptéri üzemeltetők. Az MVP-t működtető személyzet struktúrája, száma meghatározza a helyigényt a belső tér kialakításához. Ennek megfelelően három részét különböztetjük meg az MVP-nek. Az első a technikai számítógépes munkahelyeket magában foglaló operatív rész (lásd 5. kép), amelyben rendelkezésre állnak az informatikai, kommunikációs berendezések és ahol a helyszínen folytatott akusztikus és videó- és felderítőeszközökből, szenzorokból, helyszíni rendszerekből kinyerhető információk megjelenítésére alkalmas műszaki eszközök kezelése zajlik. A második rész a konferencia (irányítói) terület (lásd 6. kép), ahol a helyszíni parancsnokok, alparancsnokok tartózkodnak. Az események kezelésére a felkészülés itt történik, szoros, folyamatos kapcsolatot tartva a krízis felszámolásában közreműködő távoli bevetésirányítási központban lévő válságtáblával. Itt helyezkednek el a konferenciatér bútorzatai, asztalok, székek és az információk képi megjelenítését szolgáló monitorok, videófalak, interaktív táblák, valamint az audió- és videókonferencia-rendszer. A harmadik rész az étkező rész (lásd 7. kép), ami a konferencia és az operátori helyiség között van [5].



5. kép
Operátori helyiség az MVP-ben [6]



6. kép
Konferencia (irányítói) tér az MVP-ben [7]



7. kép

Minikonyha az MVP-ben mikrohullámú sütővel, kávéfőzővel, hűtőszekrényvel [8]

Felhasználás

Az MVP elsődleges működési körzete lehet belterületi (városi), külterületi vagy terepi. E felhasználási környezetek esetében figyelembe kell venni az MVP menettulajdonságait, mint például annak teljesítménye, tömege, hasmagassága, minimális kanyarodási sugara (fordulékonyosság), megközelítési és elhagyási szöge.⁶ A nem rendeltetés szerinti használatból származó igénybevétel túllépése esetén a gépjárműgyártó érvénytelenítheti garanciális kötelezettségeit. A téli havas, jeges, csúszós terepi útviszonyok leküzdésére alkalmas automatikus hólánc iránt egyre nagyobb az érdeklődés az MVP-k esetében is. A lényege, hogy a vezetőfülkéből egy kapcsoló aktiválásával a gépjármű kerékelfüggesztéséhez rögzített tárcsa leereszkedik és az a gumibronchhoz érve forgásba jön. Erre a tárcsára lánckorbácsok vannak rögzítve, amelyek a tárcsa forgása miatti centrifugális erő következtében kifeszülnek és azok a gumibroncs alá kerülnek, ezáltal biztosítva a jármű kerekeinek tapadását az útfelülethez. Az automatikus hólánccal akár az 50km/h sebesség is tartható.

⁶ Ezeket első és hátsó terepszögnek is szokták nevezni, és ettől függ, hogy a gépjármű milyen méretű árkokon tud akadály nélkül túljutni.



8. kép
Automatikus hólánc [9]

Az MVP költségén lehet csökkenteni a konferenciater és az operátori helyiség összevonásával és a vezetési pontot egy sprinter típusú dobozos gépjárműben berendezni. Ez főleg városi környezetben alkalmazható jól, ahol a fordulékonyág is fontos szempont.



9. kép
Sprinter típusú mobil vezetési pont [10]



10. kép

Összevont közös tér az operátori és a konferenciafunkciónak [10]



11. kép

MVP terepi alkalmazáshoz [11]

Szakemberek egy MVP átlagos éves futásteljesítményét 1500 km-re becsülik. Fenn-
tartási és üzemeltetési költségek csökkenthetők vontatható vagy mobil konténerbe

berendezett MVP alkalmazásával. Ilyen esetben azonban biztosítani kell a vontató vagy a szállítójármű folyamatos rendelkezésre állását. A vontatható MVP esetén számolni kell a közlekedési manőverezési nehézségekkel, sebességkorlátozásokkal.



12. kép
Vontatható MVP [12]



13. kép
Vontatmány belső terének kialakítása [13]

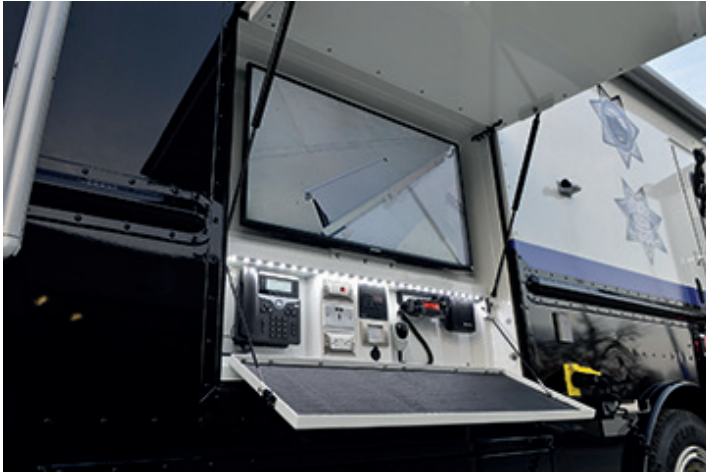
Fontos meghatározni, hogy a mobil vezetési pont a készenléti helyétől milyen működési hatótávolságon belül lesz alkalmazva. Ha nagy távolságot kell megtennie, akkor a személyzet részére szükség lehet további kiszolgálóhelyiségekre is, mint például fekvő- és pihenőhelyiségek, konyha, mosdó. Az MVP-ben lévő berendezések

és infrastruktúrák mennyisége és összetettsége határozza meg az MVP beüzemelési idejét, ami néhány perctől akár egy óráig is eltarthat [5], [14], [15].

Fenntartás és üzemeltetés

Az MVP-nek mindig bevethetőnek kell lennie, azok berendezéseit folyamatos üzemkész állapotban kell tartani. Ezért az MVP és berendezéseinek tervszerű időszakos és rendkívüli karbantartásait és a szükséges javításokat, alkatrészcsereket, szoftverfrissítéseket, hardvercsereket el kell végezni. Az MVP-n szolgálatot teljesítő személyzet részére biztosítani kell a megfelelő munkakörülményeket. Ez magában foglalja az étkezéshez szükséges berendezéseket, például mikrohullámú sütő, hűtőszekrény, mosogató, valamint a tisztálkodási alkalmatosságokat, mint a mosdó, illemhely, illetve a komfortos munkakörnyezet biztosításához szükséges klímaberendezést. Ha ezek a komfortfunkciók nem állnak rendelkezésre az MVP-ben, viszont egy bevetés alkalmával például lakott területen kívül hosszabb időt kell tölteni, akkor alternatív megoldásokat kell keresni ezen alkalmatosságok biztosítására, amelyek a nap 24 órájában rendelkezésre kell álljanak. Például helyszíntre szállítható mobil WC, mobil konténer.

Beltéri tárolása esetén az MVP garázshelyiségének építészeti kialakítása szempontjából figyelembe kell venni a gépjármű helyigényét. A járműre szerelhető kiegészítők méretét, mint például az antennák, légkondicionáló kültéri egysége, tetőre szerelt fényvetők, hangosbemondó és egyéb eszközök. Kültéri tárolás esetén a motorblokk fűtéséről annak energiaellátásáról gondoskodni kell. A kültéri tárolás esetén a hőmérsékletre érzékeny elektronikai berendezések alkalmazása megfontolás tárgyát kell képezze. Az MVP illetéktelen hozzáférése ellen biztonsági intézkedéseket kell foganatosítani. Ha az MVP tetejére nehéz berendezéseket szerelnek fel, vagy emberi tartózkodással kell számolni például a rajta lévő berendezések javításakor, akkor a tetőt az igénybevételnek megfelelő megerősítéssel kell ellátni, és csúszásmentes járófelületet kell rajta biztosítani. Az MVP-k elektromos berendezései számára a villamos energiát tipikusan egy 8–30 kVA közötti teljesítményű dízel áramfejlesztő generátor biztosítja, amelyet általában a gépjármű hátsó részében egy hang- és hőszigetelt rekeszben helyeznek el. A generátort minimum 24 óra üzemhez méretezett üzemanyagtartállyal szokták ellátni. A kitolható pneumatikus teleszkópos árbocrúd, amely akár 25 méter magasságig is kitolható, olyan eszközök számára biztosít felszerelési helyet, mint például az MVP környezetét megfigyelő kameraállomás és megvilágító reflektorok, időjárás-állomás és egyéb kommunikációs eszközök antennái (televízió, mobil rádió adó-vevők, mobil telefonhálózat jelerősítői). Az árbocrúd kitolási magasságánál figyelembe kell venni a megengedett szélterhelési maximumot. Elektromosan mozgatható árnyékoló a gépjármű oldalán biztosítja az MVP külső oldalfalába beépített nagy képátmérőjű monitor árnyékolását a napfénytől, valamint csapadékos időjárás esetén védi a helyszíni eligazításban kint tartózkodó személyzetet. Az irodai felszerelések közül a fénymásolót, a szkennert, a faxkészüléket, a fix és mobil telefonkészülékeket az operátori helyiségben helyezik el [5], [14].



14. kép

Monitor az MVP külső oldalfalában [16]

Kommunikáció, interoperabilitás

A krízishelyzet felszámolásában közreműködő szervek, szervezetek közötti információ valós idejű megosztása kulcsfontosságú. Az információ lehet hang, adat, kép és videó. A mobil vezetési pont két kommunikációs vonalon valósul meg. Az egyik a stratégiai, a másik a helyszíni műveleti. A krízismenedzselésben a stratégiai döntéshozatal a bevetés-irányítási központban felállt válságstábból és szakértő személyzetből áll. A kommunikáció a mobil vezetési központ és a bevetésirányítási központ között a már kiépített polgári infokommunikációs infrastruktúraalapú rendszerek felhasználásával, mint például a mobiltelefon-szolgáltatók, TETRA⁷ földfelszíni trónkolt rádiószabványon alapuló dispécseri rádiórendszer, internetes, kiépített vezetékes vagy mikrohullámú, valamint műholdas kapcsolat révén valósulhat meg (lásd 1. ábra). Azokon a területeken, ahol számítani kell a polgári kommunikációsinfrastruktúra-alapú rendszerek hiányára, kiesésére, túlterhelésére, ott műholdas kapcsolat jelentheti az alternatívát. A műholdas kapcsolat révén a televíziós hírcsatornák is fontos információt közölhetnek. A stratégiai kommunikáció révén létrehozott virtuális magánhálózaton (VPN⁸) keresztül fontos szervezeti adatbázisok érhetőek el az MVP-ből. A stratégiai szintű kommunikációs csatornákon keresztül a hang mellett adat-, kép-, videótartalom is megosztható. Itt mindig a sávszélesség szab határt. A videótartalmat – amihez a legnagyobb adatátviteli sebesség szükséges – a 3G, 4G vezeték nélküli szolgáltatások teszik lehetővé. Ha azonban a krízis helyszínéről HD minőségű videó- és hanganyagot vagy nagy fájl méretű képeket, esetleg dokumentumot szükséges továbbítani, akkor

⁷ TETRA: TErrestrial Trunked RAdio, ilyen a Magyarországon elsődlegesen a készenléti szervek (például rendőrség, mentő, tűzoltóság, katasztrófavédelem) számára készült magas rendelkezésre-állású, megbízható, országos rádió-távközlő rendszer, az Egységes Digitális Rádiótávközlő Rendszer (EDR).

⁸ VPN: Virtual Private Network.

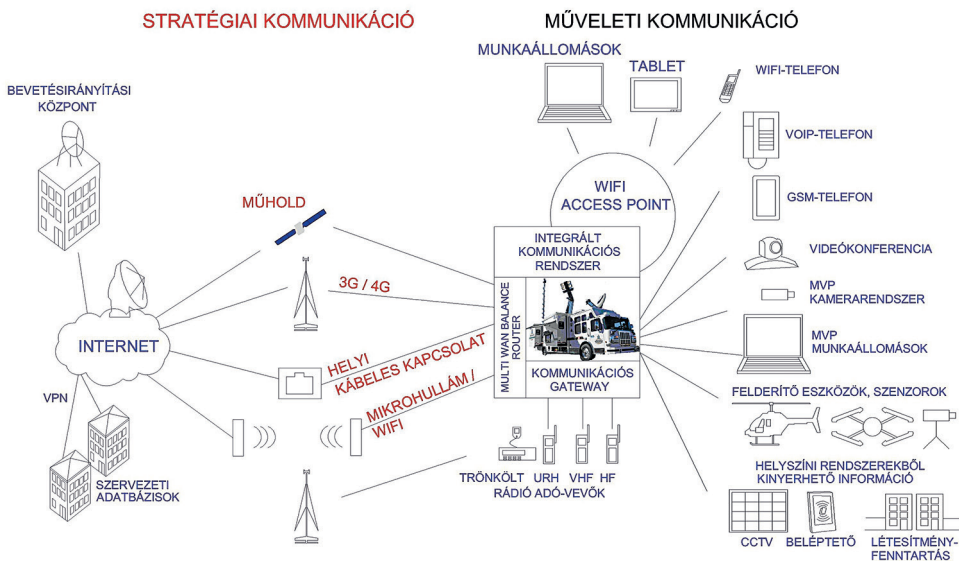
egy 3G vagy 4G kapcsolat nem biztosít elég sávszélességet a mobil vezetési pont és a bevetésirányítási központ között. Ilyenkor több helyszíni internetes kapcsolatot biztosító szolgáltatások összekapcsolása multi-WAN balancing⁹ routerekkel biztosítható, amely jelentős sávszélesség-növekedést, terheléelosztást biztosít az aktív WAN-kapcsolatok között. A multi-WAN balancing routerek felhasználásának további előnye, hogy nagyobb biztonságot nyújt az adatkommunikáció lehallgatása ellen, mert az adatok nem egy, hanem több szolgáltatón keresztül megosztva továbbítódnak. Az egyik szolgáltatás leállása esetén is fenntartható a kommunikáció. Egy 5G vezeték nélküli hálózati szolgáltatás önmagában képes lesz biztosítani a szükséges adatátviteli sebességet, azonban ahhoz, hogy a készletléti szerverek és a mobil vezetési pontok számára is biztonsággal alkalmazható legyen, a sávszélességen és a területi lefedettségen túl a hálózat rendelkezésre állása, elérhetősége, alacsony késleltetése is elengedhetetlen. Az 5G szolgáltatás elterjedése a készletléti szerverek számára nemcsak nagy sávszélességet lesz képes biztosítani, hanem a hálózatszeletelés¹⁰ (Network Slicing) révén prioritások definiálására is lehetőséget kínál majd. Például beállítható lesz, hogy az általuk forgalmazott hang és videótartalom elsőbbséget élvezzen egyéb adatforgalomhoz képest az 5G hálózat teljes egészén. A nagy felbontású kameraképek továbbítása mellett gépi kommunikáció és analitikák támogatásával hasznos információk juthatnak be a készletléti szerver diszpécserközpontjába a krízis helyszínéről, mielőtt a riasztásra reagáló kivonuló egység a helyszínre érne. Az 5G hálózatok jelenlegi kiépítésének középpontjában elsősorban a nagysebességű adatátvitel biztosítása áll. Szakértők szerint a 4G még nagy valószínűséggel az elkövetkezendő tíz évig a vezeték nélküli hálózati szolgáltatások gerincét fogja adni, sőt fejlesztések révén további képességekkel fogják azt felruházni.

A műveleti kommunikáció egyrészt az MVP-n szolgálatot teljesítő parancsnokok, alparancsnokok és a helyszíni reagáló erők, szervezetek között, másrészt a krízishelyszín környezetében telepített felderítőeszközökből, kameraállomásokból, irányított drónokból vagy helikopterre szerelt, felszint figyelő kamerából kinyert adatok, hang és képi információk megosztásával valósítható meg. A helikopter aljára szerelt megfigyelőkamerák, hőkamerák nagy felbontású képei mikrohullámú összeköttetéssel juttathatók el az MVP-be. Az analóg mikrohullámú összeköttetés hátránya, hogy direkt rálátás szükséges a helikopter és az MVP mikrohullámú antennája között. A digitális COFDM¹¹ mikrohullámú átvitelnek köszönhetően mára a direkt rálátás sem szükséges, így a képtovábbítás folyamatossága biztosított a legtöbb felhasználás esetében, és akár a 75 km-es távolságú vezeték nélküli képátvitel is megvalósítható [4], [17], [18].

⁹ Multi-WAN Balancing router: olyan több WAN-porttal rendelkező hálózati útválasztó, amely egy hálózati kapcsolatot egyidőben több internetszolgáltatón keresztül képes biztosítani. Például két 2,5 Mbit/sec sávszélességű internetszolgáltatás összerendelése esetén a teljes sávszélesség 5 Mbit/sec lesz.

¹⁰ A hálózatszeletelés (Network Slicing) az 5G számos továbbfejlesztett hálózati menedzsmentfunkciója közül az egyik, amely lehetővé teszi az üzemeltetők számára, hogy alkalmazáshoz szabott szolgáltatásokat nyújtsanak.

¹¹ COFDM: Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing. Kifejezetten vezeték nélküli kamerakép-alkalmazásokhoz fejlesztett mikrohullámú összeköttetés, amely HD-minőségű kameraképek átvitelét teszi lehetővé az áramfogyasztás mellett, de megemlíthető egy közismert alkalmazása, a földfelszíni digitális tévésugárzás, a DVB-T.



1. ábra

A kommunikáció és információmegosztás koncepciója [a szerző szerkesztése]



15. kép

Mikrohullámú összeköttetés mobil vezetési pont és helikopter aljára szerelt kamera között [19]

A földfelszínközeli légi megfigyelés terén a COFDM mikrohullámú képátvitel alternatívája a több 3G, 4G vezeték nélküli szolgáltatás adatátviteli sebességének az összekapcsolása a fent említett multi-WAN balancing routerek felhasználásával. A krízishelyszín megfigyelésének céljára használt kamerával felszerelt drónok esetében is a COFDM mikrohullámú átvitel kedvező lehetőséget biztosít nagy felbontású kameraképek továbbítására az MVP-be. A különböző távközlési szabványt alkalmazó szervezetek által használt rádió adó-vevők közötti együttműködés biztosításához rádió kommunikációs gatewayk (átjárók) biztosítják az átjárást. Az infokommunikációs berendezések

központi berendezéseit egy rackszekrényben helyezik el a mobil vezetési pont operációs helyiségében. Ezek energiaellátását nem közvetlenül a dízel áramfejlesztő biztosítja – amelynek indítása néhány percet is igényelhet –, hanem egy közbeiktatott szünetmentes áramforrás (UPS), amely általában egy 15 perces áthidalási idővel azonnal rendelkezésre áll [4], [18], [20].

Következtetések

A helyszíni központosított operatív irányítás mára nemcsak katonai alkalmazásban, hanem a természeti katasztrófák elleni védekezésben, terrortámadás vagy egyéb bal-eset-elhárításban részt vevő felek számára is megvalósítható. A mobil vezetési pont a krízis helyszínének közelében egy járműben vagy egy helyszínre szállított vontatmányban vagy konténerben berendezett mobil válságkezelő helyiség. Alaprendeltetése a krízis felszámolásában részt vevő erők összevont műveleti irányítása, valamint kapcsolattartás a távoli bevetésirányítási központ épületében felállt válságstábbal. A hatékony koordináció az MVP-ből az egymással együttműködni képes kommunikációs eszközökkel, rendszerekkel és a helyszíni irányító személyzet számára kialakított komfortos irodai munkakörnyezetben biztosítható. Az MVP-hez az alaprendeltetésén túl másodlagos (kiegészítő) funkcióik is rendelhetők, amelyeket külön specifikálni szükséges. A mobil vezetési pont folyamatos rendelkezésre állását mind műszakilag, mind szervezetenként (működtető személyi állományt) biztosítani kell, hogy szükség esetén az a lehető legrövidebb időn belül bevethető legyen.

Hivatkozások

- [1] C. Baubion, "OECD Risk Management: Strategic Crisis Management," *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 23, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1787/5k41rbd1lzt7-en>
- [2] „SVI Trucks gyártói honlap” *svitrucks.com*, [Online]. Elérhető: www.svitrucks.com/portfolio-items/saanich-bc-fdpd-command/?portfolioCats=12#iLightbox-gallery755/1 (Letöltve: 2019. 11. 11.)
- [3] D. A. Galliano, "European Module for Crisis Management A Crisis Room on the field," European Commission, Joint Research Centre (JRC) Technical Reports, European Union, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2788/287766>
- [4] R. K. Ackerman, "Mobile Command Center Controls First Responses," *Signal Magazine*, June, pp. 37–40, 2002.
- [5] J. A. Hanna, *Guidelines for the Design and Construction of Mobile Command Posts and Similar Emergency Response Vehicles*. Canada. Minister of Supply and Services, 1993.
- [6] „SVI Trucks gyártói honlap,” *svitrucks.com*, [Online]. Elérhető: www.svitrucks.com/portfolio-items/saanich-bc-fdpd-command/?portfolioCats=12#iLightbox-gallery755/3 (Letöltve: 2019. 10. 15.)

- [7] „SVI Trucks gyártói honlap,” *svitrucks.com*, [Online]. Elérhető: www.svitrucks.com/portfolio-items/edmonton-ab-pd-command/?portfolioCats=12 (Letöltve: 2019. 10. 15.)
- [8] „Mobile Command Center,” [Online]. Elérhető: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/188ce783/files/uploaded/Mobile%20Command%20Trailer%20FLYER.pdf> (Letöltve: 2019. 10. 15.)
- [9] Rims and Tires, “What Is Automatic Tire Chain System? How Do Automatic Tire Chains Work?” *Rims and Tires*, [Online]. Elérhető: www.rimsndtires.com/what-is-automatic-tire-chain-system-how-work (Letöltve: 2019. 10. 15.)
- [10] Nomad GCS, “Sprinter vans,” *Nomad GCS*, [Online]. Elérhető: www.nomadgcs.com/mobile-command-centers/sprinter-vans/ (Letöltve: 2019. 10. 15.)
- [11] Nomad GCS, “Tactical Command Vehicles (TCV + TCV-X),” *Nomad GCS*, [Online]. Elérhető: www.nomadgcs.com/tactical-command-and-communication/vehicles/ (Letöltve: 2019. 10. 31.)
- [12] Nomad GCS, “Ellsworth,” *Nomad GCS*, [Online]. Elérhető: www.nomadgcs.com/wp-content/uploads/2019/02/mobile-command-trailer_ellsworth-afb1.jpg (Letöltve: 2019. 10. 31.)
- [13] Nomad GCS, “Ellsworth,” *Nomad GCS*, [Online]. Elérhető: www.nomadgcs.com/wp-content/uploads/2019/02/mobile-command-trailer_ellsworth-afb2.jpg (Letöltve: 2019. 10. 31.)
- [14] L. MacGillivray, “The Benefits of Investing in a Mobile Command Center,” *Chicomm blog*, 17. 08. 2018. [Online]. Elérhető: www.chicomm.com/blog/the-benefits-of-investing-in-a-mobile-command-center (Letöltve: 2019. 10. 31.)
- [15] F. Maxén, “A comparative analysis of network approaches for tactical wireless communications, validated by Joint Communication Simulation System (JCSS) simulations: a Swedish Perspective,” Master’s thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California, 2011.
- [16] LDV USA, “Including exterior workstations in your mobile command center,” *LDV USA*, [Online]. Elérhető: www.ldvusa.com/news/including-exterior-workstations-in-your-mobile-command-center/ (Letöltve: 2019. 11. 05.)
- [17] J. Weiss, “Trends in Mobile Command Centers,” Hendon Publishing, [Online]. Elérhető: www.hendonpub.com/article-detail/?ArticleId=1334 (Letöltve: 2019. 10. 01.)
- [18] B. K. Rudel, “Mobile Command Post Technologies – improve field communications” *mutualink.net*, [Online]. Elérhető: www.mutualink.net/mobile-command-post-technologies-what-can-be-done-to-improve-field-communications (Letöltve: 2019. 10. 29.)
- [19] “Broadcast Microwave Services,” [Online]. Elérhető: www.bms-inc.com/wp-content/uploads/2012/07/MxDownlinks.pdf (Letöltve: 2019. 11. 06.)
- [20] Peplink, “Greenville County Sheriff’s Office – Real-Time Aerial Video,” *Peplink*, [Online]. Elérhető: www.peplink.com/solutions/greenville-sheriffs-department-real-time-aerial-video (Letöltve: 2019. 11. 06.)

Virágh Krisztián¹

A MIMO-technológia polgári és katonai alkalmazási lehetőségei

The Possible Civilian and Military Applications of the MIMO Technology

A MIMO²-t, azaz a több bemenettel és több kimenettel rendelkező rádiókommunikációs technológiát manapság egyre több területen alkalmazzák. Az újabb generációs mobilhálózatok – különös tekintettel a 4G LTE³-re és az 5G-re –, valamint még sok más RF-technológia (például WiMAX⁴, Wi-fi) élvezi a MIMO által szolgáltatott megnövekedett csatornkapacitás és a megbízhatóság előnyeit. Természetesen ezeket nemcsak a polgári életben lehet kihasználni, hanem a katonai felhasználások területén, például radar-, harcászati rádió- vagy pilóta nélküli légi jármű-rendszerek (UAS⁵) esetén is. A jelenleg is folyamatban lévő honvédelmi és haderőfejlesztési program jelentős anyagi forrásokat biztosít a Magyar Honvédség számára a technikai eszközrendszer modernizációjára, ugyanakkor a kommunikációs megoldások fejlesztéséről mostanáig nem sokat lehetett megtudni. Véleményem szerint a program célkitűzéseivel összhangban olyan irányú fejlesztések is indokoltak lehetnek, amelyek a MIMO-technológia minél szélesebb körű jövőbeni katonai alkalmazására irányulnak.

Kulcsszavak: MIMO, 5G, műholdas kommunikáció, radar, UAV

The MIMO, the so-called multiple input and multiple output radio communication technology, is used in more and more fields. The last generation of mobile networks, especially the 4G LTE and 5G and many other RF technologies (WiMAX, Wi-Fi), benefit from the increased channel capacity and reliability provided by MIMO. Of course there are not only civilian but also military applications of MIMO, for instance radar, military radio or unmanned aerial vehicle systems. The ongoing Zrínyi 2026 Defence

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi hallgató, e-mail: viragh.krisztian97@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4184-9492>

² Multiple-Input, Multiple-Output – Több bemenet, több kimenet.

³ Long Term Evolution – Hosszú távú fejlődés.

⁴ Worldwide Interoperability for Microwave Access – Mikrohullámú hozzáférés az egységes interoperabilitásért.

⁵ Unmanned Aerial System – Pilóta nélküli légi jármű-rendszerek.

and Armed Forces Development Programme provides the Hungarian Defence Forces financial support for the modernisation of technical equipment. However, the development of communication systems is not intended in the Programme so far. I think that in accordance with the goals of the Programme, the development of MIMO technology may be necessary because of the wide range of its possible military applications in the future.

Keywords: MIMO, 5G, SATCOM, Radar, UAV

Bevezetés

Globalizált világunkban az elektronikus hírközlés az egyik legfontosabb szegmens a magánéletben, az üzleti (vállalati), illetve állami szférában egyaránt, hiszen az információcsere sebessége alapjaiban határozza meg az igénybe vett szolgáltatások minőségét az élet minden területén. A világ fejlett részei évtizedek óta rendelkeznek mobilhálózati és internetes lefedettséggel, ahol a kialakított infrastruktúra mindig a kor technikai színvonalának megfelelő szinten biztosítja a legkülönbözőbb szolgáltatásokat. Az előfizetők (végpontok) számának folyamatos és jelentős ütemű növekedése eredményeképpen a hálózatok újra és újra elérik technológiai korlátjaikat, azaz nem képesek az emberek növekvő igényeinek tovább megfelelni. A vezeték nélküli kommunikáció területén erre a problémára kínál egyféle megoldást a több bemenetű és több kimenetű MIMO-technológia, ami képes kiszolgálni a szélessávú adatátvitel igényeit, a korábbinál kiterjedtebb lefedettséget és magasabb megbízhatóságot kínálva a felhasználóknak. Ezért tartom szükségesnek a MIMO-alapú perspektivikus megoldások vizsgálatát, amelyeknek várhatóan kulcsfontosságú szerep jut majd többek között az 5G-hálózatok vagy különböző katonai alkalmazások fejlesztése során.

A barlangrajzoktól a MIMO-ig

A hírközlés története egészen az emberi beszéd megjelenése előtti időkre nyúlik vissza, gondoljunk a barlangrajzokra, amelyeket az ősember egyfajta információközlési módszerként kívánt használni többi fajtársa felé (feltételezhetően nem a jövő embere számára kívánta megörökíteni a halászó, vadászó eljárásokat, vallási szokásokat). Az élet bizonyos területein azonban ez nem minősült hatékonynak egy-egy váratlan helyzetre való reagálás (ragadozó, táplálék megjelenése) esetében, ezért kénytelen volt áttérni egy alternatív közlési módszer használatára, amely a hangokhoz történő jelentéstársítást jelentette. Az évezredek során ezekből alakult ki a beszéd, a területi elszeparáltságnak köszönhetően pedig létrejöttek a különböző nyelvek. A civilizáció megjelenésével növekedett az igény az információ rögzítésére, ezért elkezdtek a kimondott hangokat kőtáblákra, fába, majd papiruszra és papírra vetni, így kialakult az írás. Az írást az egymás közti (akár majdnem valós idejű) információközlésre is alkalmazták, ami a futár- és postahálózat kialakulásához vezetett. A könyvek kezdeti megjelenésével azok nem tudtak széles körben elterjedni, hiszen az emberek többsége analfabéta volt, illetve nem álltak rendelkezésre nagy számban könyvek,

mivel a sokszorosításra egyedül a korábbi művek kézzel történő másolásával nyílt lehetőség, amely hosszadalmas folyamat volt. Ezzel kapcsolatosan áttörést jelentett a 15. században a könyvnyomtatás feltalálása, ami Johannes Gutenberg nevéhez köthető. Az első ténylegesen technikai eszközökkel megvalósított távközlési megoldásra egészen a 18. századig kellett várni, amikor 1787-ben Chudy József redőnyös optikai távíróját bemutatta Pozsonyban. Hozzá hasonlóan pár évvel később Claude Chappe sikeresen kiépített egy optikai távíró rendszert, amellyel 1794. augusztus 30-án sikerült jelentenie Párizsba Condé visszafoglalásának híret. A következő fontos találmány Samuel Thomas von Sömmerring munkája volt, aki 1809-ben megalkotta az első elektromos távíró. Rendkívül fontos mérföldkő volt a hírközlés történetében, amikor Samuel Morse megalkotta a saját elektromos távíróját, amelyhez egy sajátos kódnyelvet (Morse-kód) is kidolgozott. E találmányait 1837-ben szabadalmaztatta. Eddig írott szöveget már sikeresen tudtak továbbítani viszonylag rövid idő alatt, azonban a hang valós idejű továbbítására még várni kellett egészen 1876-ig. Ekkor Alexander Graham Bell megalkotta az első távbeszélőt (az első telefon feltalálójának személye még a mai napig vitatott, ugyanis több, a hang továbbítására alkalmas eszközt találtak fel Bell előtt). Ez idő tájt építették meg az első telefonközpontot is, amely Puskás Tivadar nevéhez köthető. Guglielmo Marconi 1895-ben megalkotta a mobiltelefonok őseit, amely egy általa feltalált vezeték nélküli távíró volt. A távközlés fejlődési üteme, mint minden más technológiáé, rohamosan felgyorsult a 20. században a második és harmadik ipari forradalom következtében [1], [2].

Bell távbeszélőjével és Marconi a távírójával rakta le a távközlés további fejlődésének szilárd alapjait. Újabb technológiai vívmányok megjelenésével később lehetővé vált a vezeték nélküli hangtovábbítás is. Az első rádióadás, amely emberi hangot továbbított, Lee de Forest nevéhez fűződik, aki 1910-ben a Metropolitan operaház egy előadását közvetítette. A hadsereg a rádiókban nagy lehetőségeket látott, így az első világháború idején már nagy számban alkalmazták azokat. A második világháborúig a rádiózás fejlődése főként katonai kereteken belül zajlott, majd azt követően egyre jobban átszivárgott a polgári életbe is [2]. 1945-ben megalkották a mobil rádiótelefont, amely a mobil telekommunikáció nulladik generációjának (0G) számított. 1973-ban Martin Cooper egy prototípus mobiltelefonnal végrehajtotta az első mobiltelefonhívást. A mai értelemben vett mobiltelefonok elődjének megjelenésére ugyanakkor csak az 1980-as években került sor. Az első vezeték nélküli, cellás rendszerek kiépítése ezzel párhuzamosan zajlott, amelyek jellegzetessége volt, hogy analóg jelek továbbítására voltak kifejlesztve. Ez volt az első generáció (1G). Az 1980-as évek végétől a második generációs (2G) rendszerek már digitális jelek továbbítására voltak alkalmasak, amit a GSM⁶-rendszerek kiépülése tett lehetővé. Ezután ezeket a rendszereket folyamatosan fejlesztették, amely a GPRS⁷- és az EDGE⁸-technológiák kialakulásához vezetett [3]. Ezt a 2G és a 3G közötti átmenetként, 2,5G-ként tartjuk számon. A 2000-es évek elején kezdték alkalmazni a 3G-t, amely az UMTS⁹-rendszerrel nem szorította ki teljesen elődjét, hiszen egymással párhuzamosan még ma is használják

⁶ Global System for Mobile Communications – Globális mobilkommunikációs rendszer.

⁷ General Packet Radio Service – Általános csomagkapcsolt rádiószolgáltatás.

⁸ Enhanced Data rates for GSM Evolution – Javított sebesség a GSM evolúciójáért.

⁹ Universal Mobile Telecommunications Systems – Egységes mobil telekommunikációs rendszer.

mindkettőt. Ezt követően is megjelentek átmeneti rendszerek, mint a 3,5G a HSDPA¹⁰ és HSDUA¹¹-val, a 3,75G a HSPA¹²-val, vagy a 3,9G az LTE nem végleges verziójával. 10 éven belül ugyanakkor már használatba álltak a következő, negyedik generációs (4G) mobil telekommunikációs rendszerek is az LTE végleges verziójával, ami teljesen IP-alapú, kis késleltetésű, nagyon gyors adatátvitelt tesz lehetővé [4]. Manapság zajlik a legújabb, 5G-s hálózatok fejlesztése is, amely minden eddiginél jobb képességekkel rendelkezik majd. Ebben kulcsfontosságú szerep jut a MIMO-technológiának is, amely habár csak nemrég került az érdeklődés fókuszpontjába, már sok évvel ezelőtt kigondolt technológia volt.

A MIMO története az 1970-es évekig nyúlik vissza. Igaz, ekkor főként az analóg távközlési rendszerek élték virágkorukat, de már ekkor foglalkoztatta a kutatókat a többcsatornás, digitális jelátvitel lehetősége [5]. Ekkor még nem célzottan a MIMO-technológiát kutatták, azonban az ekkor megteremtett matematikai apparátus is hozzájárult annak további fejlődéséhez. Ez a tendencia egészen az 1990-es évek elejéig volt jellemző, amikor egy fontos mérföldkőként jellemezhető technológiát, a térosztásos többszörös csatornahozzáférési (SDMA)¹³ módot dolgozták ki. Ez szolgált ténylegesen a MIMO-technológia alapjául [6]. A MIMO-technológia műszaki alapjainak kigondolására azonban még 1993-ig várni kellett. Ekkor Arogyaswami Paulraj és Thomas Kailath egy sajátos metódust dolgoztak ki arra, hogy hogyan növelhetik a szélessávú vezeték nélküli kommunikációs rendszerek csatornakapacitását, és ezáltal hogyan szolgálhatnak ki tömegesen felhasználói igényeket [7]. Nem sokkal ezután, 1996-ban Gregory Raleigh az ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés (OFDM)¹⁴ ötletét is megfogalmazta, amely szintén egyik fontos építőköve a MIMO-technológiának. Az első, kísérleti MIMO-rendszert még ebben az évben ő építette ki és tesztelte le néhány társával együtt [8]. 2003-ban az IEEE¹⁵ létrehozott egy feladatorientált csoportot, ahol a célkitűzés a felhasználók számára 100 Mbit/s adatátviteli sebesség biztosításának megvalósítása volt. Ezt az IEEE 802.11n szabvánnyal tervezték elérni, ami a MIMO-OFDM-en alapult. A csoportnak tagja volt többek között az Airgo Networks is. Nekik sikerült elsőként ezeknek a feltételeknek megfelelő MIMO-OFDM termékeket kifejleszteni 2004-ben. A MIMO-t ezek után a vezeték nélküli helyi hálózatokhoz (LAN)¹⁶, illetve a 3G/4G-s telefonrendszerekhez standardizálták, ugyanis segítségével ki tudták szolgálni a kiterjesztett sáv szélességű, zavarmentes adatátviteli igényeket, amire ezeknek a rendszereknek szükségük volt. Az IEEE 802.11n szabvány 600 Mbit/s adatátviteli sebességre lett képes hála a MIMO-OFDM-nek [9]. A 802.16e szabványon alapuló WiMAX kezdetben 30–40 Mbit/s sebességet tudott elérni, majd a 2011-es frissítéssel már 1 Gbit/s-ot, szintén a MIMO-OFDM használatával [10]. Az LTE adatátviteli szabvány is MIMO-OFDM-n alapul, ami 300 Mbit/s letöltési és 75 Mbit/s feltöltési sebesség biztosítására alkalmas [11].

¹⁰ High Speed Downlink Packet Access – Nagysebességű csomagletöltési hozzáférés.

¹¹ High Speed Uplink Packet Access – Nagysebességű csomagfeltöltési hozzáférés.

¹² High Speed Packet Access – Nagysebességű csomagkapcsolt hozzáférés.

¹³ Space-Division Multiple Access – Térosztásos többszörös csatorna-hozzáférés.

¹⁴ Orthogonal Frequency-Division Multiplexing – Ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés.

¹⁵ Institute of Electrical and Electronics Engineers – Villamosmérnökök szervezete.

¹⁶ Local Area Network – Helyi hálózat.

A MIMO-technológia alapjai

Működési alapelvek

A MIMO egy több bemenettel és több kimenettel rendelkező korszerű rádiókommunikációs technológia, amelynek gyakorlati megvalósításához többféle technikai megoldást lehet alkalmazni:

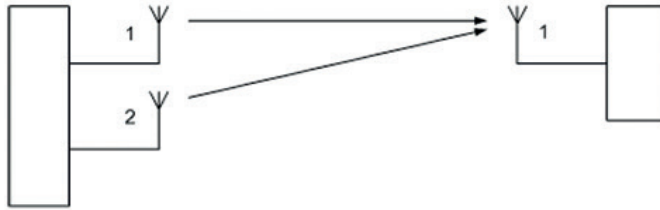
- térbeli diverziti;
- ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés (OFDM) és többszörös hozzáférés (OFDMA¹⁷);
- térbeli multiplexelés;
- nyalábformálás.

Térbeli diverziti

A térbeli diverziti bemutatása előtt szükséges egy másik jelenség, a fading ismertetése. Ez a rádióhullámok interferenciája miatt fellépő, jelszintingadozást okozó jelenség, amely hatással van a jel/zaj viszonyra, valamint digitális jelek esetén a bit/hiba arányra is. Az általa okozott hatások csökkentésének érdekében alkalmazzák a diverziti különböző formáit. A diverziti lényege, hogy az azonos modulációjú jelet valamilyen módon (időben, frekvenciában, térben) fel kell osztani és több átviteli útvonalon keresztül továbbítani a vevő felé. A jelet a különböző átviteli útvonalakon más-más hatás éri, így például ha az első jelnek az első fele értelmezhetetlen, akkor a második jelből még képes a vevő dekódolni a hiányzó jel többi részét. Ennek eredménye, hogy javul a jel/zaj viszony és a bit/hiba arány. A diverzitinak háromféle alaptípusa van [12]:

- időosztásos: ebben az esetben különböző időpontokban továbbítják a jeleket, ehhez használhatnak például időszeleteket, frekvenciakódolást;
- frekvenciaosztásos: ebben az esetben különböző frekvencián továbbítják a jeleket. Ehhez használhatnak különböző csatornákat, illetve olyan eljárásokat, mint az OFDM;
- térbeli: a fizikai térnek különböző pontjain helyezik el az antennákat, és az így kialakuló rádiócsatornákat különböző tulajdonságok fogják jellemezni. Két módját különítjük el:
 - adó-diverziti: az adó oldalon van több antenna (1. ábra),
 - vevő-diverziti: a vevő oldalon van több antenna (2. ábra).

¹⁷ Orthogonal Frequency-Division Multiple Access – Ortogonális frekvenciaosztásos többszörös hozzáférés.



1. ábra
Adó-diverziti [13]

Az 1. ábrán látható műszaki megoldás, amellyel, hogy bemutatja az adó-diverzítit, egy klasszikus példája a több bemenetű és egy kimenetű (MISO)¹⁸ távközlési rendszereknek.



2. ábra
Vevő-diverziti [13]

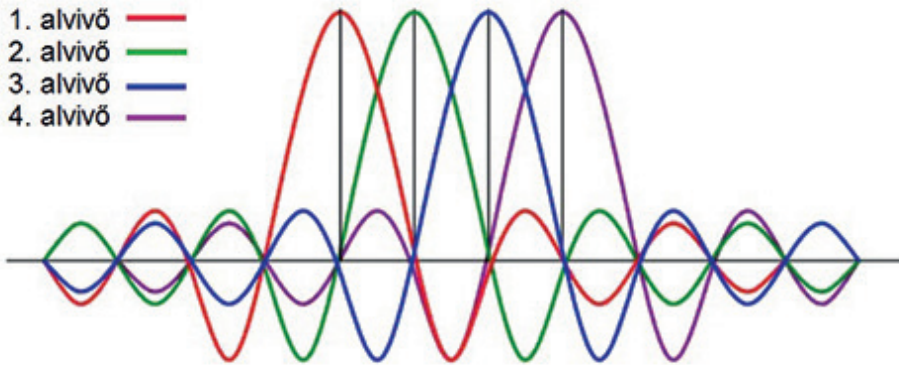
Az 2. ábrán látható műszaki megoldás pedig az egy bemenetű és több kimenetű (SIMO)¹⁹ távközlési rendszereknek egy jellegzetes példája.

OFDM/OFDMA

Az OFDM a frekvenciaosztásos diverziti egy módja. A vezetékes és vezeték nélküli mobil távközlésben egyaránt alkalmazzák. Alapgondolata az, hogy az adatátviteli csatornát sok, kisebb sávszélességű frekvenciasávra osztják fel, ahol az információt modulált alvívök továbbítják. Ezek a frekvenciasávok olyan sűrűn helyezkednek el, hogy köztük átlapolódás jön létre, amely alapesetben interferenciát okozna, azonban a frekvenciasávok alvívői ortogonálisak egymásra. Ez azt jelenti, hogy ahol az egyes alvívök maximumértéket vesznek fel, ott a többi alvívő értéke nulla, így nem jön létre interferencia (3. ábra) [14], [15].

¹⁸ Multiple-Input, Single-Output – Több bemenet, egy kimenet.

¹⁹ Single-Input, Multiple-Output – Egy bemenet, több kimenet.



3. ábra

OFDM-átvitel (a szerző szerkesztése [15] alapján)

Térbeli multiplexelés

A térbeli diverziti mellett az úgynevezett térbeli multiplexelési eljárást is alkalmazzák. A térbeli multiplexelés lényege több adó- és vevőantenna, valamint több adatfolyam használata. A vevőantennák jelében más-más súlytényezővel szerepelnek az egyes adóantennák jelei. Az adás előtt megfelelő előkódolást és a vételkor megfelelő jel-feldolgozást alkalmazva így több független adatfolyam is átvihető a csatornán [16].

Nyalábformálás

A nyalábformálás szintén egy MIMO-technikának tekinthető, amely az antennarendszer sugárzási iránykarakterisztikájának létrehozására szolgáló módszer. Alkalmazható minden antennarendszerben, így a MIMO-rendszerekben is. Többféle módja van, amelyből kettőt elterjedten alkalmaznak [13]:

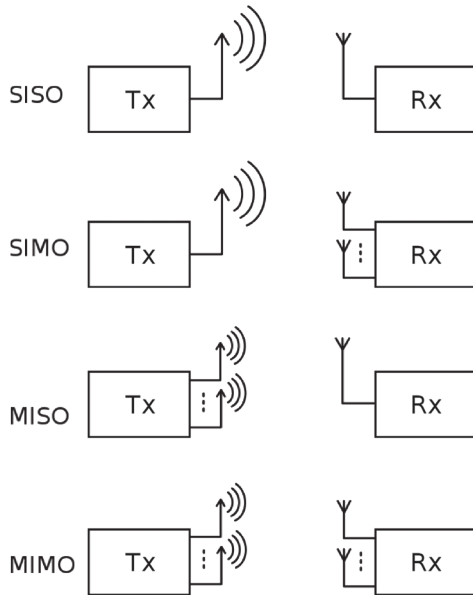
- kapcsolt nyalábformálás, véges számú sugárzási mintát biztosít;
- adaptív nyalábformálás [17], [18], végtelen számú sugárzási mintát biztosít, mindig a felhasználóhoz igazodva (komplexebb algoritmusokkal beazonosítja és követi a felhasználó jelét).

Műszaki megoldások

A MIMO-technológiának többféle műszaki megoldása létezik, amelyeket érdemes rendszerezni az átláthatóság érdekében. Legkézenfekvőbb az adó és vevő oldalon lévő

antennák száma szerint csoportosítani, ami alapján megkülönböztethetjük az alábbi konstrukciókat [13] [19]:

- az egy be- és egy kimenet (SISO),²⁰
 - az egy be- és több kimenet (SIMO),
 - a több be- és egy kimenet (MISO),
 - a több be- és több kimenet (MIMO).
- Egyantennás rendszer
 } Többantennás rendszerek



4. ábra
A MIMO csoportjai [20]

Az egyantennás rendszert nevezhetjük a hagyományos módszernek. Ez esetben mind az adó, mind a vevő oldalon az antennák száma egy-egy.



5. ábra
Egyantennás átvitel [13]

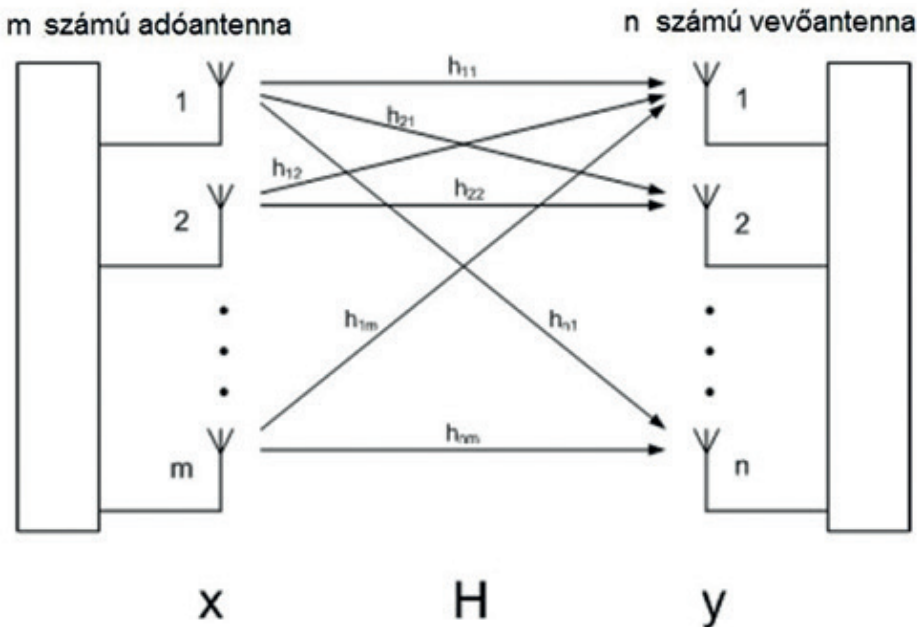
A Shannon–Hartley-tétel szerint az ilyen SISO-csatorna kapacitása (C) függ a sáv-
szélességtől (B) és a jel/zaj viszonytól (S/N):

²⁰ Single-input, Single-output – Egy bemenet, egy kimenet.

$$C = B * \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

Többantennás átvitelnél az adó és a vevő oldalon lévő antennák száma m és n . Mivel az antennák ugyanazt a csatornamátrixot (H) használják, így a vevőantennák nemcsak a saját, hanem más vevőantennáknak szánt jeleket is vesznek. Matematikailag a kapcsolatot kifejezve: y vektort (kimenet) megkapjuk, ha az x vektort (bemenet) a H csatornamátrixszal szorozzuk:

$$y = x * H \quad (2)$$



6. ábra

Többantennás átvitel (a szerző szerkesztése [21] alapján)

A csatornamátrixot elemezve megállapítható, hogy az első antennapár közötti kapcsolat leírására a h_{11} vektor szolgál, a második antennapár közötti közvetlen kapcsolat leírását a h_{22} vektor adja meg és így tovább. A korábbi gondolatmenet szerint azonban az első antennapár vevőantennájára nemcsak a vele párban lévő adóantenna, hanem a második antennapár adója (h_{12}), a harmadik antennapár adója (h_{13}) és az m -edik antennapár adója (h_{1m}) is hat [21]. Ez az összefüggés a MIMO típusú átvitel sajátossága. Matematikailag a következőképpen írható le a csatornamátrix:

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1m} \\ h_{12} & h_{22} & \dots & h_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{nm} & h_{n2} & \dots & h_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Mivel a továbbítani kívánt adatokat független adatfolyamokra osztjuk szét, így a korábban SISO-csatornára felírt matematikai összefüggés módosul. Bevezetésre kerül az E_n egységmátrix, a H csatornamátrix és annak H' transzponált konjugált mátrixa. Alkalmazva a Shannon–Hartley-tételt a MIMO-átvitelre az alábbi összefüggést kapjuk:

$$C = B * \log_2 \left(\det \left(E_n + \frac{S}{N} * H * H' \right) \right) \quad (4)$$

Egy konkrét példán keresztül szemléltetve megérthetővé válik a korábban leírtak jelentősége:

1. eset:

Induljunk ki egy hagyományos SISO kommunikációs csatornából, amely 1 MHz-es sávzélességen (B) üzemel, 24 dB-es jel/zaj viszonyal (S/N_{dB}). A Shannon–Hartley-tételt alkalmazva kiszámoljuk annak csatornkapacitását:

$$\frac{S}{N_{dB}} = 10 * \lg \frac{S}{N} \quad (5)$$

$$24 = 10 * \lg \frac{S}{N} \quad (6)$$

$$2.4 = \lg \frac{S}{N} \quad (7)$$

$$\frac{S}{N} = 10^{2.4} = 251 \quad (8)$$

$$C = 10^6 * \log_2^{(1+251)} \quad (9)$$

$$C = 10^6 * \frac{\lg^{252}}{\lg^2} \quad (10)$$

$$C = 10^6 * 7.977 = 8 \text{ Mbps} \quad (11)$$

$$C = 8 \text{ Mbps} \quad (12)$$

2. eset:

Most vizsgáljuk meg, hogyan alakul a csatornkapacitás, hogyha ugyanezen értékekkel egy 2×2 -es MIMO-rendszert üzemeltetünk.

$$(B = 1 \text{ MHz}, S/N_{\text{dB}} = 24 \text{ dB}, E_{2 \times 2} = H = H' = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix})$$

$$C = 10^6 * \log_2(\det(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + 251 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix})) \quad (13)$$

$$C = 10^6 * \log_2(\det(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 251 & 0 \\ 0 & 251 \end{bmatrix})) \quad (14)$$

$$C = 10^6 * \log_2(\det(\begin{bmatrix} 252 & 0 \\ 0 & 252 \end{bmatrix})) \quad (15)$$

$$C = 10^6 * \log_2(\det(\begin{bmatrix} 252 & 0 \\ 0 & 252 \end{bmatrix})) \quad (16)$$

$$C = 10^6 * \log_2(252 * 252 - 0) \quad (17)$$

$$C = 10^6 * \log_2(63504) \quad (18)$$

$$C = 10^6 * \frac{\lg 63504}{\lg 2} \quad (19)$$

$$C = 10^6 * 15.955 \quad (20)$$

$$C = 16 \text{ Mbps} \quad (21)$$

Látható, hogy a csatornkapacitás megkétszereződött. Ezenfelül azt is ki lehet jelenteni, hogy ideális körülmények között minél több antennát alkalmazunk, annál megbízhatóbb a folyamatos adatáramlás, és ezáltal javul a rádióösszeköttetés minősége. A fizikai és a rádiófrekvenciás környezet változatossága, valamint a mobilkommunikáció területén jelentkező technológiai korlátok miatt (például mobiltelefonok esetében az eszközök kis mérete) a MIMO-eljárások nem minden esetben realizálhatók optimálisan [19].

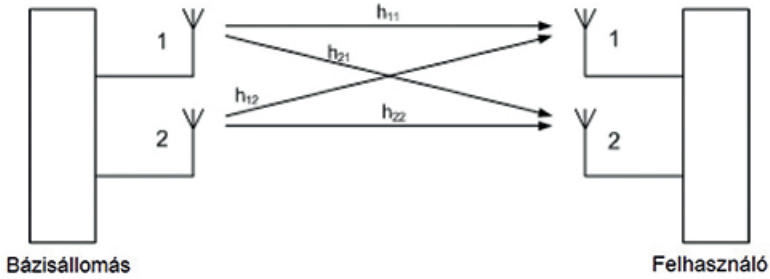
A MIMO-átvitelen belül kétféle típust különíthetünk el [20]:

- az egyfelhasználós (SU-MIMO)²¹
- és a többfelhasználós (MU-MIMO)²² átvitelt.

²¹ Single-user MIMO – Egyfelhasználós MIMO.

²² Multi-user MIMO – Többfelhasználós MIMO.

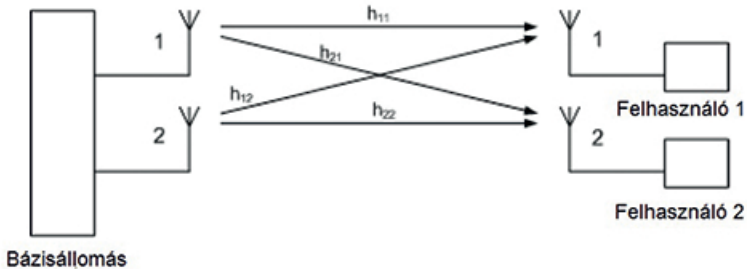
Előbbi esetben az adatfolyamok egy időben egy eszközbe áramlanak több antennán keresztül (7. ábra). A SU-MIMO tökéletesen alkalmazható akkor, hogyha egy eszköznek robusztusabb hírközlést kell biztosítani nagy adatsebességgel. A legfőbb probléma ezzel a típusú rendszerrel, hogy adott időben a teljes sáv szélességet lefoglalja, így több felhasználót csak időosztásos módon tud kiszolgálni [22], éppen ezért csak speciális területeken alkalmazzák.



7. ábra

2 × 2-es SU-MIMO-átvitel (a szerző szerkesztése [13] alapján)

Utóbbi esetben az adatfolyamok egy időben több eszközbe áramlanak egy vagy akár több antennán keresztül (8. ábra). A SU-MIMO-val ellentétben itt a sáv szélesség akár dinamikusan is felosztható a felhasználók között, így az igények tömeges kiszolgálása is lehetséges [22].



8. ábra

2 × 2-es MU-MIMO-átvitel (a szerző szerkesztése [13] alapján)

Mindenféleképpen megemlítenőd a masszív MIMO koncepciója. Az LTE maximum nyolc (8 × 8), szektorokba rendezett antennát alkalmaz a felhasználók kiszolgálására. A masszív MIMO akár 64-nél is több antennát foglal magában, rajtuk több száz antennaelemmel. Ez a korábbinál még nagyobb számú felhasználó egyidejű kiszolgálását biztosítja. Ezenfelül előfeldolgozással a megcélzott mobilkészülék felé koncentrálja a kisugárzott jelet, így csökkenti a kisugárzott teljesítményt is [23], [24].

Használatának előnyei és hátrányai

A MIMO-rendszerek jellemzőit érdemes pontokba gyűjteni, hogy áttekinthetővé váljanak azok előnyei és hátrányai egy SISO kommunikációs rendszerhez képest. Előnyei a működési alapelvek sajátosságaiból eredően [25]:

- csökken a fading hatása;
- javul a jel/zaj viszony;
- javul a bit/hiba arány;
- nő a csatornakapacitás;
- nő az adatátviteli sebesség;
- nő a lefedettség mértéke.

Hátrányai [25]:

- komplex a rendszer hardver- és szoftverszintű kiépítése;
- az eszközöket több antennával felszerelni költségesebb, növeli az eszköz tömegét, méretét;
- a fejlettebb hardver- és szoftvertechnológiai igények miatt nagy az erőforrásigénye;
- nagy a rendszer energiaigénye, hiszen komplex jelfeldolgozási algoritmusokat és digitális jelfeldolgozó processzorokat (DSP²³) kell alkalmazni.

Polgári alkalmazási lehetőségek

Ebben a fejezetben a MIMO két polgári alkalmazási módját ismertetem, amelyek a jövőben nagy jelentőséggel bírhatnak a civil szféra minden területén. Ez a két felhasználási lehetőség az:

- ötödik generációs mobil telekommunikációs rendszerek (5G);
- és a műholdas kommunikáció (SATCOM²⁴).

5G-rendszerek

Az ötödik generációs mobilkommunikációs hálózatok öt kulcsfontosságú alapvetésre épülnek. Ezek a [26]:

- milliméteres hullámtartomány;
- kis cellás hálózatok;
- masszív MIMO;
- nyalábformálás;
- kétirányú kommunikáció (Full duplex).

²³ Digital Signal Processor – Digitális jelfeldolgozó processzor.

²⁴ Satellite Communications – Műholdas kommunikáció.

A polgári életben a legtöbbször alkalmazott eszközök a 3 kHz és 6 GHz közötti frekvenciatartományban üzemelnek, azonban mára olyan sok eszköz működik ebben a frekvenciasávban, hogy elértük annak korlátait, így indokolt a frekvenciasáv kiszélesítése a milliméteres hullámtartományba, ami 300 GHz-ig terjed. Ezen frekvenciájú jelek azonban nem rendelkeznek jó terjedési tulajdonságokkal, nem tudnak áthatolni a terjedés útjában álló akadályokon és könnyen elnyelődnek például a növényzeten való szóródás vagy éppen a csapadékokban történő elnyelődés miatt. Ennek kiküszöbölése érdekében alkalmazzák a kis cellás hálózatokat, amelyek olyan mobilis, miniatürizált bázisállomásokból állnak, amelyek működtetéséhez minimális energiafelhasználás szükséges. A bázisállomásokat egy erősen átszegdelt terepen néhány tíz méterenként kell elhelyezni a megfelelő kommunikációs csatorna biztosítása érdekében, így enyhíthető a milliméteres hullámtartomány rossz terjedési tulajdonságából eredő nagy csillapítás [27].

A nagyszámú felhasználó egyidejű kiszolgálását masszív MIMO-val lehet realizálni a már korábban kifejtett elven. Az egyidőben forgalmazó nagyszámú felhasználó interferenciát okoz, ezt elkerülendő használnak különböző nyalábformálási technikákat. Különböző komplex algoritmusok segítségével [28] kiválasztják az adathordozó jelek számára az optimális útvonalat, és a megfelelő időben továbbítják azt. A nyalábformálás tovább növelheti a jelerősséget, ugyanis tűnyalábok használatával messzebbre tudjuk továbbítani a jelet, hiszen ugyanakkora energiának kisebb területre kell koncentrálnia, mintha minden irányba sugároznánk, így a milliméteres hullámtartományban a rossz terjedési tulajdonsága még tovább enyhíthető [29].

A Full-duplex (kétirányú kommunikáció) lényege, hogy az eszközök egyszerre tudnak adni és venni ugyanabban az időben, ugyanazon a frekvencián. Annak az 5G-be való integrálásával a vezeték nélküli hálózatok kapacitását meg lehet duplázni. Ez egy olyan áramkört igényel, amely szét tudja választani a kimenő és a beérkező jeleket, így azok nem keverednek, miközben az antenna üzemel. Ezt szilíciumtranzisztorokkal érik el, amelyek nagysebességű kapcsolóként viselkednek a rendszerben [26].

A fentieket figyelembe véve érdemes összegezni az 5G-technológia által biztosított előnyöket [3]:

- felhasználók egyidejű tömeges kiszolgálása;
- gigabites sávzélességű adatátviteli sebesség;
- magas letöltési és feltöltési sebesség;
- megbízható kommunikációs csatorna.

Ezekre alapozva kijelenthető, hogy az 5G akár ezerszer nagyobb adatforgalmat lesz képes majd lebonyolítani ugyanannyi idő alatt, mint a 4G LTE. Éppen emiatt egy HD-film letöltése néhány másodperc alatt megtörténhet. Olyan technológiák mindennapi életbe való szervezettebb integrálásához járul majd hozzá, mint a virtuális valóság (VR²⁵), önzetű járművek [30], a dolgok internete (IoT²⁶) vagy az egyre népszerűbbé váló mesterséges intelligencia (AI²⁷).

²⁵ Virtual Reality – Virtuális valóság.

²⁶ Internet of Things – Dolgok internete.

²⁷ Artificial Intelligence – Mesterséges intelligencia.

Műholdas rendszerek

A műholdas kommunikáció már 60 éve igen jelentős szerepet tölt be a kommunikációs hálózatok kiterjesztésében a világon. Ehhez különböző magasságokban lévő műholdakat alkalmaznak. Elkülönítjük [31]:

- az alacsony röppályájú műholdakat (LEO²⁸);
- a geostacionárius műholdakat (GEO²⁹);
- a közepes röppályájú műholdakat (MEO³⁰);
- és a nagy excentricitású, elnyújtott ellipszis röppályájú műholdakat (HEO³¹).

A távközlésben általában LEO és GEO műholdakat alkalmaznak. Ezek az alábbi frekvenciasávokat használják [31]:

- ultramagas frekvenciájú hullámok tartománya (UHF³²): a 300 MHz – 3 GHz közötti hullámtartományban, főként hang- és adattovábbításra alkalmazzák. A katonai műholdkommunikációban (MILSATCOM³³) elszeretettel használják kisméretű antennái, azok mobilitása és megbízhatósága miatt. A hagyományos MILSATCOM rendszerek e tartományban a 292–317 MHz közötti uplink és 244–270 MHz közötti downlink frekvenciasávokban működnek.
- L-sáv: a 1–2 GHz közötti hullámtartományban alkalmazzák műholdas mobil kommunikációs rendszereknél, például az Iridiumnál.
- S-sáv: a 2–4 GHz közötti hullámtartományban alkalmazzák, főként légtérelen-őrző rendszereknél, időjárás-előrejelző radaroknál vagy éppen kommunikációs célú műholdaknál.
- C-sáv: a 4–8 GHz közötti hullámtartományban alkalmazzák a műholdas televíziós műsorszóró hálózatoknál.
- X-sáv: a 8–12 GHz közötti hullámtartományban alkalmazzák. MILSATCOM rendszerek a 7,9–8,4 GHz közötti uplink és 7,25–7,75 GHz közötti downlink frekvenciasávokban üzemelnek.
- Ku-sáv: a 12–18 GHz közötti hullámtartományban alkalmazzák a kereskedelmi televíziós és egyéni műholdas műsorszórásnál.
- Ka-sáv: a 27–40 GHz közötti hullámtartományban alkalmazzák. MILSATCOM rendszerek a 30–31 GHz közötti uplink és 20,2–21,2 GHz közötti downlink frekvenciasávokban üzemelnek.

Műholdas MIMO-kommunikáció megvalósításához tipikusan az UHF hullámtartományt, az S, X, Ku és Ka sávokat használják. E frekvenciasávokban működő kommunikációs csatornákra az egyenes vonalú (LOS)³⁴ hullámterjedés jellemző, amelynek hátrányait az antennák földrajzi szeparációjával tudjuk orvosolni. Mivel állandó, stabil

²⁸ Low-Earth Orbit – Alacsony röppályájú műhold.

²⁹ Geostationary Earth Orbit – Geostacionárius műhold.

³⁰ Medium-Earth Orbit – Közepes röppályájú műhold.

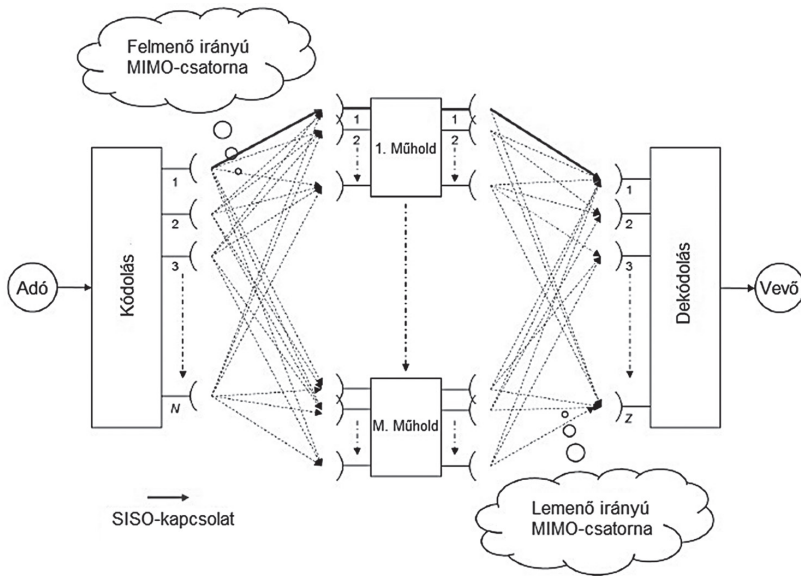
³¹ Highly Elliptical Orbit – Ellipszis röppályájú műhold.

³² Ultra High Frequency – Ultramagas frekvencia.

³³ Military Satellite Communications – Katonai műholdas kommunikáció.

³⁴ Line of Sight – Látótávolság.

kommunikációs kapcsolatra van szükség, így a geostacionárius műholdak alkalmazása indokolt MIMO-kapcsolat esetében, hiszen a Földdel szinkronban keringve folyamatosan ugyanabba a terjedési síkba néznek, így kiküszöbölhető a doppler-jelenség, ami felléphetne például egy LEO-pályás műhold esetében.



9. ábra
Műholdas MIMO-kommunikációs modell [31]

A műholdas MIMO-rendszerek működési elvének (9. ábra) értelmezése egyszerű, hiszen az eddigi több be- és több kimenetű kommunikációs modell bővült a műholdakkal mint közvetítő eszközökkel. Az adó fél által küldeni kívánt információ kódolása után az N számú adóoldali MIMO-antenna továbbítja a kódolt jeleket az M számú műholdaknak, amelyeket a Z számú vevőoldali MIMO-antennák fogadnak, majd erősítés és transzponálás után visszasugároznak a földre a címzett (vevő) felé.

Katonai alkalmazási lehetőségek

Ebben a fejezetben a MIMO két katonai alkalmazási módját ismertetem, amelyek a jövőben nagy jelentőséggel bírhatnak a katonai-biztonsági területen. Ez a két felhasználási lehetőség:

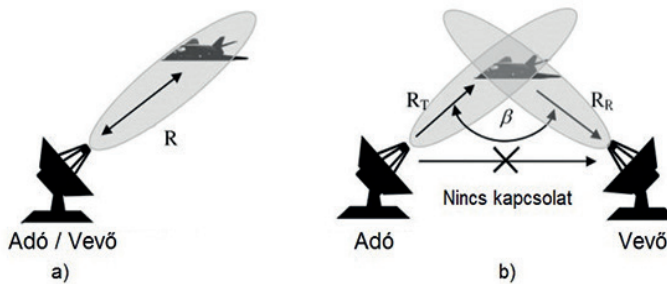
- a radarrendszerek;
- a pilóta nélküli légi járművek (UAV)³⁵.

³⁵ Unmanned Aerial Vehicle – Pilóta nélküli légi járművek.

Radarrendszerek

Azokat a fejlett, fázisvezérelt radarrendszereket, amelyek apertúráját digitális vevőkkel és hullámforma-generátorokkal ellátva alakítják ki, MIMO-radaroknak nevezzük. Egy hagyományos fázisvezérelt radarrendszerben további antennák és a hozzájuk köthető egyéb hardver telepítése szükséges a térbeli felbontás javításához. Ez a MIMO-radarrendszerekben is elérhető ortogonális jelek sugárzásával, további antennák és hardverek telepítése nélkül. Például egy 4×4 -es MIMO-antennakonstelláció esetén 16 féle jel választható szét a vevőben a kisugárzott jelek ortogonalitása miatt. Tehát egy 8 antennából álló MIMO-rendszerrel megalkottunk egy 16 elemes virtuális antennarácsot digitális vevőoldali jelfeldolgozással. Ezzel a megoldással az egyszerű fázisvezérelt radarrendszerekéhez képest jobb térbeli felbontást kapunk [32]. Ezenfelül ellenállóbbak a zavarokkal szemben is, valamint a jel/zaj viszony javulása miatt a felderítési képesség is növekszik [33]. A MIMO-radaroknak két fajtáját különböztük el:

- mono-statikus MIMO-radarok;
- bi-statikus MIMO-radarok.



10. ábra

Mono-statikus (a) és bi-statikus (b) radarrendszerek [34]

Mono-statikus MIMO-radarok

Ebben az esetben az összes adó- és vevőantenna nagyjából ugyanarra a helyre van telepítve. Az adóantennák elég közel vannak egymáshoz ahhoz, hogy a célpont radarkeresztszete minden antennaelemhez viszonyítva ugyanolyan legyen. Ez a rendszer hasonló a fázisvezérelt antennák egy olyan fajtájához, ahol minden adóantennának saját adóvevő modulja és A/D (analóg/digitális) konvertere van. A különbség a fázisvezérelt és a MIMO-antennarendszer között az, hogy míg a fázisvezérelt antennák esetében minden adóantenna csak a továbbítandó jel egy másolatát sugározza, amit egy központi hullámforma-generátor hoz létre, addig a MIMO-antennák esetében minden adóantennának saját hullámforma-generátora van, amelyek egyedi hullámformákat hoznak létre [32].

Bi-statiszikus MIMO-radarok

Ebben az esetben az adó- és a vevőantennák egymástól elkülönítve vannak elhelyezkedve. Pontosan emiatt mindegyik antennapár különböző szögben néz a célpont felé, ami más-más radarkeresztmetszetet eredményez, ezáltal az összes jel összehangolása összetettebb jelfeldolgozást igényel [32].

Pilóta nélküli légi járművek

Manapság rohamtempóban fejlődnek a személyzetet a fedélzetén nem hordozó járművek [35], [36]. Ezeknek egy csoportja a pilóta nélküli légi járművek, vagy másnéven az operátorok által távolról vezérelt repülőeszközök (RPA)³⁶. A különböző szintű katonai feladatok kivitelezéséhez rendkívül megbízható kommunikációs csatorna szükséges a légi járművek és az operátorok között. Ezt képes biztosítani a több bemenettel és több kimenettel rendelkező technológia [37].

Az UAV-k feladatrendszere mára rendkívül kiterjedt és képesek ellátni akár olyan feladatokat is, mint [38]:

- célpontok likvidálása;
- harci és felderítési információk megszerzése;
- célmegjelölés;
- hírszerzés;
- megfigyelés;
- harctéri kutatás és mentés;
- elektronikai és információs hadviselési feladatok.

Ilyen típusú feladatok kivitelezésénél a kommunikációs csatornán érzékeny információk mennek keresztül, így mindent meg kell tenni annak zavarása, lehallgatása elkerülésének érdekében. Kijelenthető, hogy kritikus tényezővé vált a katonai célra használt UAV-k kommunikációs csatornájának esetében a megbízhatóság és zavarellenálló-képesség. Csaknem ugyanilyen fontos tényező az, hogy nagy mennyiségű adatokat lehessen továbbítani a csatornán keresztül, hiszen több feladat magában foglalja nagyfelbontású fényképek, valós időben közvetített videók továbbítását, megjelenítését. Eddig a MIMO-technológia alkalmazása nem volt jellemző a légi járművek esetében, hiszen kimondottan átszegtelt terepen lehet hatékonyan alkalmazni ezeket a többutas hullámterjedés kihasználása miatt [39]. Vannak azonban olyan távolságok, ahol a többantennás rendszerrel hatékonyabban lehet kommunikációs csatornát létrehozni a földi irányítóállomás és az RPA között, mint az egyantennás rendszerrel [40]. Habár a MIMO-technológia alapvetően meg tud felelni az UAV-k feladatkörei által támasztott igényeknek, a gyakorlati alkalmazásokat több probléma is nehezíti [37]:

- a légtérben a többutas hullámterjedés során fellépő kedvező jelenségek kihasználása sok esetben körülményesebb, mint a földfelszíni összeköttetések esetén, hiszen vagy megfelelő reflektálóképességgel rendelkező bevonattal (például alumínium)

³⁶ Remotely Piloted Aircrafts – Távolról Vezérelt Repülőeszközök.

rendelkező UAV-t kell alkalmazni, és/vagy a földi vevőantennák környezetének jellegzetességeit kell hatékonyabban kihasználni;

- megfelelő reflektáló felület nélkül a LOS-hullámterjedés túlságosan lekorlátozza a lehetőségeket, hiszen az UAV-ken található antennák egyes elemei teljesen kívül eshetnek a csatornán;
- az UAV-k nagyfokú manőverezőképesége tovább nehezítheti a megbízható információátvitelt egyrészt az antenna nyereségének irányfüggése (illetve a hely- és irányváltozásokkal összefüggően annak folyamatos változása), valamint a fel-lépő dopplerjelenség miatt.

E terület tehát láthatóan tartalmaz még kiaknázatlan lehetőségeket, így az ilyen irányú kutatások folytatása napjainkban is indokolt. A felmerülő nehézségek ellenére évek óta zajlanak már a témában Magyarországon is UAV-k kommunikációs csatornájának MIMO-technológiával történő kialakítása érdekében gyakorlati fejlesztések, amelyek komoly eredménnyel kecsegtetnek [41].

Következtetések

Kutatásom során áttekintettem a távközlés rövid történetét, különös figyelmet fordítva a MIMO történeti hátterének ismertetésére. Bemutattam a technológia működési alapelveit olyan fogalmakra kitérve, mint a térbeli diverziti, ortogonális frekvenciaosztásos és térbeli multiplexelés, nyalábformálás. Rendszereztem a MIMO-antennarendszerek műszaki megoldásait az adó és vevő oldalon lévő antennák száma szerint. Ezzel kapcsolatosan egyszerű számításokat is végeztem, hogy rávilágítsak a MIMO-megoldások által biztosított előnyök mértékére. Az egyszerű átláthatóság érdekében pontokba szedtem a több bemenettel és több kimenettel rendelkező rádiókommunikációs technológia használatának előnyeit és hátrányait, majd kitértem annak polgári és katonai alkalmazási lehetőségeire. Polgári alkalmazásnál kettő területre fókuszáltam, az 5G-rendszerekre és a műholdas rendszerekre. Katonai alkalmazásnál szintén két területre koncentráltam, a radarrendszerekre és a pilóta nélküli légi járművekre. Általánosan megvizsgáltam az úgynevezett MIMO-radarok koncepcióját, majd a mono-statikus és bi-statikus MIMO-radarokkal is foglalkoztam. Röviden jellemeztem a pilóta nélküli légi járművek katonai feladatrendszerét, aztán ezekre alapozva megállapítottam a MIMO-technológia létjogosultságát e területen. Felvázoltam, hogy ez milyen problémákba ütközhet a gyakorlati megvalósítások esetén, és arra a következtetésre jutottam, hogy további kutatások szükségesek a MIMO-technológia pilóta nélküli légi jármű-rendszerekbe történő hatékony integrálása feltételeinek megteremtése érdekében. Összegzésként kijelenthető, hogy a MIMO-technológia a jövőben az emberek mindennapi életében is meghatározó szerepet játszó kommunikációs rendszerek fejlesztésének egyik meghatározó eleme lesz. Szintén nagy változásokat hozhat a katonai alkalmazások területén is, ami akár közvetetten hatással lehet majd a katonai műveletek egyes elemeire. Úgy vélem, hogy az ilyen típusú antennamegoldásokat a távközlés legtöbb területén fel lehet használni valamilyen formában, így a terület kutatása a Magyar Honvédség berkein belül is indokolt lehet a katonai rádiófrekvenciás rendszerek modernizálása során. Polgári részről javaslom

a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési (NIIF) Program keretében a MIMO-antennák alkalmazását azokon a területeken, ahol a jövőben nagy adatforgalmak kezelésével lehet számolni. Katonai szempontból pedig javasolom a honvédelmi és haderőfejlesztési program célkitűzéseire kapcsolódóan a MIMO-antennák alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát a stratégiailag fontos területeken zajló fejlesztésekkel összhangban.

Hivatkozások

- [1] Zs. Bödök, *Magyar feltalálók a távközlés történetében*. Dunaszerdahely: NAP Kiadó, 2005. [Online]. Elérhető: <http://mek.oszk.hu/04500/04500/04500.pdf> (Letöltve: 2019. 10. 03.)
- [2] Zs. Haig, *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2018, pp. 17–76. [Online]. Elérhető: https://akfi-dl.uni-nke.hu/pdf_kiadvanyok/web_PDF_Informacios_muveletek_a_kiberterben.pdf (Letöltve: 2019. 10. 11.)
- [3] A. U. Gawas, „An Overview on Evolution of Mobile Wireless Communication Networks: 1G-6G,” *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, Vol. 3, No. 5, pp. 3130–3133, 2015.
- [4] J. T. J. Penttinen, *The Telecommunications Handbook: Engineering Guidelines for Fixed, Mobile and Satellite Systems*. John Wiley & Sons Ltd, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118678916>
- [5] W. van Etten, „Maximum Likelihood Receiver for Multiple Channel Transmission Systems,” *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 24, No. 2, pp. 276–283, 1976. DOI: <https://doi.org/10.1109/TCOM.1976.1093265>
- [6] B. Ottersten és R. H. Roy III, „Spatial division multiple access wireless communication systems,” *Amerikai Egyesült Államok, Szabadalom száma: 5515378*, 1996. 05. 07.
- [7] A. Paulraj és T. Kailath, „Increasing capacity in wireless broadcast systems using distributed transmission/directional reception (DTDR),” *Amerikai Egyesült Államok, Szabadalom száma: 5345599*, 1994. 09. 06.
- [8] V. K. Jones és G. G. Raleigh, „Channel estimation for wireless OFDM systems,” In Proc. IEEE GLOBECOM 1998 (Cat. NO. 98CH36250), Sydney, New South Wales, Australia, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.1998.776875>
- [9] T. Koi, „Elfogadták a végleges 802.11n Wi-Fi szabványt,” *hsw.hu*, 2009. szeptember 14. [Online]. Elérhető: <https://www.hsw.hu/hirek/42931/ieee-wifi-wlan-wifi-wireless-radio-network-szabvany-802-11n-draft-n-wireless-n.html> (Letöltve: 2019. 10. 23.)
- [10] „WiMAX and the IEEE 802.16m Air Interface Standard – April 2010,” *WiMAX Forum*, 2010. április. [Online]. Elérhető: https://web.archive.org/web/20131207054411/http://www.wimaxforum.org/sites/wimaxforum.org/files/document_library/wimax_802.16m.pdf (Letöltve: 2019. 10. 23.)
- [11] M. Nohrborg, „LTE,” *3gpp.org*, 2013. október 29. [Online]. Elérhető: <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte> (Letöltve: 2019. 10. 23.)
- [12] „What is MIMO Wireless Technology,” *electronics-notes.com*, [Online]. Elérhető: <https://www.electronics-notes.com/articles/antennas-propagation/mimo/what->

- [is-mimo-multiple-input-multiple-output-wireless-technology.php](#) (Letöltve: 2019. 11. 09.)
- [13] Schindler, Schulz, *Introduction to MIMO*, Rohde & Schwarz, Application Note 1MA142, [cs.odu.edu](http://www.cs.odu.edu), 2009. [Online]. Elérhető: <https://www.cs.odu.edu/~nadeem/classes/cs752-S16/papers/mimo-005.pdf> (Letöltve: 2019. 11. 19.)
- [14] Á. Dárdai, „Ortogonalis frekvenciaosztású többszörös hozzáférés,” *Híradástechnika*, 59. évf. 4. sz., pp. 22–28., 2004.
- [15] I. Mészáros, *Triple Play szolgáltatás megvalósítás lehetőségei vezeték nélküli műsor szétosztás mellett*. Szakdolgozat, Elérhető: <http://vip.tilb.sze.hu/~wersenyi/MI.pdf> [Letöltve: 2019. november 20.]
- [16] J. M. Kim, S. H. Sohn, N. Han, S. Choi, C. Ahn, G. Hong and Y. Yun, „Chapter 16 – Cognitive Radio in Multiple-Antenna Systems,” in *Cognitive Radio Technology (Second Edition)*, B. Fette Ed., Academic Press, 2009, pp. 535–556, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374535-4.00016-3>
- [17] A. Németh és V. Folkmann, „Direction Finding Based on Adaptive Antennas,” in Proc. of Radioelektronika 2002, 12th International Czech-Slovak Scientific Conference, Pozsony, Műszaki Egyetem, Szlovákia, 2002.
- [18] A. Németh és V. Folkmann, „Íránymérés adaptív antennarendszerrel,” *Híradástechnika*, 59. évf. 3. sz., pp. 49–54., 2004.
- [19] A. Krumbein, *Understanding the Basics of MIMO Communication Technology*. Southwest Antennas, 2016. [Online]. Elérhető: <https://www.rfmw.com/data/swa-mimo-basics.pdf> (Letöltve: 2019. 11. 09.)
- [20] C. Hamby, „What is MIMO Technology?,” 2013. december 4. [Online]. Elérhető: <https://www.avalan.com/blog/bid/356942/What-is-MIMO-Technology> (Letöltve: 2019. 11. 15.)
- [21] B. Schulz, *LTE Transmission Modes and Beamforming*. Rohde & Schwarz, White Paper 1MA186_2e, 2015. [Online]. Elérhető: https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_application/application_notes/1ma186/1MA186_2e_LTE_TMs_and_beamforming.pdf (Letöltve: 2019. 11. 19.)
- [22] E. Geier, „MU-MIMO vs SU-MIMO Wi-Fi,” *techgenix.com*, 2015. [Online]. Elérhető: <http://techgenix.com/mu-mimo-vs-su-mimo-wi-fi/> (Letöltve: 2019. 11. 19.)
- [23] E. Luther, „5G Masszív MIMO tesztkörnyezet,” *elektro-net.hu*, 2015. [Online]. Elérhető: <https://elektro-net.hu/rendszerintegrator/6865-5g-massziv-mimo-tesztkornyezet> (Letöltve: 2020. 01. 11.)
- [24] T. L. Marzetta, „Massive MIMO: An Introduction,” *Bell Labs Technical Journal*, Vol. 20, pp. 11–22, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15325/BLTJ.2015.2407793>
- [25] D. A. Hall, „Understanding Benefits Of MIMO Technology,” *mwr.com*, 2009. [Online]. Elérhető: <https://www.mwr.com/markets/article/21846554/understanding-benefits-of-mimo-technology#close-olyticsmodal> (Letöltve: 2019. 11. 09.)
- [26] A. Nordrum és K. Clark, „Everything You Need to Know About 5G,” *spectrum.ieee.org*, 2017. [Online]. Elérhető: <https://spectrum.ieee.org/video/telecom/wireless/everything-you-need-to-know-about-5g> (Letöltve: 2020. 01. 13.)
- [27] C-X. Wang, F. Haider, X. Gao, X-H. You, Y. Yang, D. Yuan, H. M. Aggoune, H. Haas, S. Fletcher and E. Hepsaydir, „Cellular Architecture and Key Technologies for 5G

- Wireless Communication Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 52, No. 2, pp. 122–130, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736752>
- [28] A. Németh, „Adaptív antennarendszer hardverének realizációja,” *Bolyai Szemle*, 13. évf. 1. sz., pp. 75–83, 2004.
- [29] J. Rodriguez, *Fundamentals of 5G Mobile Networks*. John Wiley & Sons, Inc., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118867464>
- [30] A. Németh, E. Hegedűs, A. Wippelhauser és R. Simó, „A katonai alkalmazású terepi autonóm járművek fejlesztésének egyes kérdései I. rész,” *Haditechnika*, 53. évf. 4. sz., pp. 11–16., 2019. DOI: <https://doi.org/10.23713/HT.53.4.02>
- [31] B. Ramamurthy, „MIMO for Satellite Communication,” Ph.D Thesis, University of South Australia, Institute for Telecommunications Research, 2018.
- [32] D. J. Rabideau and P. A. Parker, „Ubiquitous MIMO multifunction digital array radar,” In Proc. of The Thirty-Seventh Asilomar Conference on Signals, Systems & Computers, Pacific Grove, CA, USA, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1109/acssc.2003.1292087>
- [33] J. Li and P. Stoica, *MIMO Radar Signal Processing*. John Wiley & Sons, Inc., 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470391488>
- [34] A.R. Nur Emileen, S. Asem, A. Noor Hafizah, O. Kama Azura, M.Y. H. Hazwan and R. A. Syamsul Azmir, „RCS analysis on different targets and bistatic angles using LTE frequency,” In Proc. of 16th International Radar Symposium (IRS), 2015. DOI: <https://doi.org/10.1109/irs.2015.7226397>
- [35] A. Németh, „Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses,” *AARMS*, Vol. 17, No. 3, pp. 149–163, 2018.
- [36] A. Németh, „UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I.,” *Hadmérnök*, 13. évf. 2. sz., pp. 37–60., 2018. [Online]. Elérhető: http://hadmernok.hu/182_04_nemeth.pdf (Letöltve: 2020. 11. 19.)
- [37] S. K. Jindal, „MIMO Systems for Military Communication/Applications,” *International Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 6, No. 4, pp. 22–33, 2016.
- [38] A. Németh, „UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II.,” *Hadmérnök*, 13. évf. 3. sz., pp. 68–86., 2018. [Online]. Elérhető: http://real.mtak.hu/87038/1/183_06_nemeth.pdf (Letöltve: 2020. 11. 19.)
- [39] A. Bolea Alamanac, P-D. M. Arapoglou, P. Burzigotti and R. De Gaudenzi, „Capacity potential of mobile satellite broadcasting systems employing dual polarization per beam,” In Proc. of 5th Advanced Satellite Multimedia Systems Conference and the 11th Signal Processing for Space Communications Workshop, Cagliari, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1109/asms-spssc.2010.5586911>
- [40] E. Bonek, N. Czink and H. Ozelik, „What makes a good MIMO channel model?,” In Proc. of IEEE 61st Vehicular Technology Conference, Stockholm, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1109/vetecs.2005.1543269>
- [41] Gy. Mikó és A. Németh, „SCFDM based communication system for UAV applications,” In Proc. of 25th International Conference Radioelektronika, Pardubice, Czech Republic, 21–22 April 2015, pp. 222–224. DOI: <https://doi.org/10.1109/RADIOELEK.2015.7129014>

Drilla Attila¹

A WRC–19 hatása a katonai spektrumhozzáférésre

The Effect of WRC-19 on Military Spectrum Access

Jelen cikk megírásával az a szándékom, hogy felhívjam a katonai közösség figyelmét egy olyan eseményre, ami alapvetően határozza meg a védelmi célú, azon belül is a katonai célú, rádióspektrumhoz történő hozzáférést, röviden spektrumhozzáférést. Ez az esemény nem más, mint az ITU-R Rádiótávközlési Világértekezlete. Az esemény fontosságát jól tükrözi a NATO-szövetségben a spektrumgazdálkodásért felelős Spektrumképesség Panel munkája, valamint az értekezletre történt felkészülési folyamat. Végül, de nem utolsósorban a világértekezlet azon napirendi pontjait mutatom be röviden, amelyek a NATO katonai rendszereinek működési frekvenciatartományait érintették, valamint az egyes napirendi pontok esetében elért eredményeket, hogyan befolyásolták a katonai spektrumhozzáférést, esetleg okozhatnak-e katonai spektrumeróziót.

Kulcsszavak: Rádiótávközlési Világértekezlet, NATO Spektrumképesség Panel, katonai spektrumhozzáférés, katonai spektrumerózió

By writing this article, I intend to draw the attention of military community to an event that basically determines defence radio spectrum access, more exactly military radio spectrum access, hereinafter referred to as spectrum access. This event is none other than ITU-R World Radiocommunication Conference. The importance of the event is well reflected by the work of the Spectrum Capability Panel, which is responsible for spectrum management within NATO, and by the workflow of its preparation for conference. Last but not least, I describe agenda items of the conference which concern operational frequency ranges of NATO military systems, together with outcomes achieved by agenda items, regarding how they influenced spectrum access or whether they can cause erosion of military spectrum.

Keywords: World Radiocommunication Conference, NATO Spectrum Capability Panel, military spectrum access, erosion of military spectrum

¹ Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, spektrumgazdálkodási és NATO-osztályvezető, e-mail: drilla.attila@nmhh.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6936-1651>

Bevezető gondolatok

A 38. Rádiótávközlési Világértekezletre (a továbbiakban: WRC²) 2019. október 28. és november 22. között került sor, aminek ezúttal az Egyiptomhoz tartozó Sínai-félsziget turistaparadicsomának számító Sarm es-Sejk adott otthont.

Az eseményen 165 igazgatás³ több mint 3400 képviselője, szakembere vett részt, mint ahogy azt az ITU-R Rádiótávközlési Irodájának igazgatója, Mario Maniewicz is megfogalmazta, ez volt minden idők legnagyobb értekezlete [1].

Az ITU-R a Nemzetközi Távközlési Egyesület⁴ Rádiótávközlési szektora, amely 3–4 évente Rádiótávközlési Világértekezlet keretében többek között áttekinti a Nemzetközi Rádiószabályzatot (a továbbiakban: RR⁵), [3] és megvitatja az értekezlet napi-rendi pontjait, amelyek új és újabb rádióalkalmazások rádiószolgáltatokba⁶ történő besorolását, további rádióspektrum allokálását⁷ célozzák meg, biztosítva a meglévő szolgáltatásokkal történő elektromágneses összeférhetőséget, ami gyakorlatilag az interferenciamentes üzemben tartás feltétele, lehetővé téve így új technológiák bevezetését az adott területen.

Az iroda igazgatója záróbeszédében is kiemelte, hogy a világ érdeklődve várta az értekezlet eredményeit, hiszen azok a jövőnket alapvetően fogják meghatározni, hatással lesznek a gazdasági növekedésre, a globális fejlődésre, biztonságosabbá teszik világunkat [1].

Ha megnézzük az egyes napirendi pontok témáit, mint például:

- nagy magasságú fedélzeti rádióállomás (HAPS⁸), ami többek között a fejletlen infrastruktúrával rendelkező területeken a nagysebességű adatátvitelt hivatott biztosítani, internet-hozzáférést vagy
- intelligens közlekedési rendszerek (ITS⁹),
- vonatok és pálya menti eszközök közötti vasúti rádiótávközlő-rendszerek (RSTT¹⁰),
- szuborbitális járműfedélzeti állomások (SoV¹¹),
- gépi típusú kommunikáció (MTC¹²), mint a gépek közötti (M2M¹³) vagy dolgok internete (IoT¹⁴),
- világméretű tengeri vész- és biztonsági rendszer (GMDSS¹⁵),

² World Radiocommunication Conference – WRC.

³ Igazgatás alatt a cikkben az ITU-tagországok azon szerveit kell érteni, amelyek a rádióspektrum-gazdálkodásért felelősek. Hazánkban ezt a feladatot önálló szabályozó szervként a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság látja el.

⁴ Az ITU-t (International Telecommunication Union) 1865. május 17-én alapították, ami az ENSZ szakosított szervezete.

⁵ Radio Regulation – státusza: államközi egyezmény.

⁶ Az elektronikus hírközlésről szóló 2003. évi C. törvény alapján a rádiószolgálat: a Nemzetközi Rádiószabályzattal összhangban levő jogszabályban meghatározott rádiótávközlési szolgálat, továbbá a rádiócsillagászati szolgálat.

⁷ Nemzetközi Rádiószabályzat 1.16 pont.

⁸ High Altitude Platform Stations.

⁹ Intelligent Transport Systems.

¹⁰ Railway Radiocommunication Systems between Train and Trackside.

¹¹ Stations on board sub orbital vehicles.

¹² Machine Type Communications, like M2M/IoT.

¹³ Machine to Machine.

¹⁴ Internet of Things.

¹⁵ Global Maritime Distress and Safety System.

- világméretű légiforgalmi vész- és biztonsági rendszer (GADSS¹⁶),
 - IMT¹⁷ 2020, ahogy az ITU az 5G-t azonosítja,
- és még folytathatnánk a sort a műholdas témákkal, látható, hogy egyáltalán nem túlzó a fenti kijelentés.

Ugyanakkor fontosnak tartom, hogy megvizsgáljuk a WRC–19 eredményeit egy olyan terület szemszögéből, ami biztonságunkhoz más formában járul hozzá, ez pedig a védelmi szféra, azon belül is a katonai oldal.

A tisztánlátás érdekében, a teljes képhez elengedhetetlen a világ meghatározó katonai szövetségének, a NATO spektrumgazdálkodásának a megértése, a NATO-ban a rádiófrekvenciás tartománnyal foglalkozó szervezetek ismerete.

A NATO rádióspektrum-gazdálkodása

A NATO-ban mind politikai, mind katonai vonatkozásban a legfelső döntéshozói szint az Észak-Atlanti Tanács (a továbbiakban: NAC¹⁸), amelynek alárendeltségében tevékenykedik a NATO C3 Board, azaz a Konzultációs, Vezetési és Irányítási Testület (a továbbiakban: NC3B), mint szakpolitikai kérdésekben kizárólagos joggal és felelősséggel felruházott bizottság [2]. A Testület feladata, hogy támogassa a NATO-konzultációt, -vezetést és -irányítást, biztosítva a megfelelő iránymutatást a C3-területen, ami nem azonos a fent említett konzultáció, vezetés és irányítás kifejezéssel, hanem a vezetés, irányítás és kommunikációra¹⁹ utal [3: 245–255]. Az NC3B alapvető feladata az információmegosztás megteremtése, az interoperabilitás elérése.

Az NC3B szakpolitikai kérdésekben a döntéshozói szintnek felel meg, amelynek munkáját az alárendeltségébe tartozó úgynevezett Képesség Panelek (a továbbiakban: CaP²⁰) támogatják megfelelően kidolgozott döntéstámogató javaslataikkal. A CaP-ek alatt további szint található Képesség Csoportok (a továbbiakban: CaT²¹) formájában, amelyek létrehozására a CaP-ek tesznek javaslatot az adott feladatok függvényében és a C3B hagy jóvá. A független CaT-ek, amelyek nem tartoznak egyetlen CaP alá sem, közvetlenül a C3B-nek tesznek jelentést.

A CaT-ek feladata a döntéstámogató tanácsadói szint (CaP) megfelelő információval történő ellátása, az adott témában a feladatok feldolgozása, a problémák megoldása érdekében a lehetséges alternatívák feltárása, dokumentumtervezetek kidolgozása.

Ebben az NC3B-struktúrában található meg a Spektrumképesség Panel (a továbbiakban: CaP3), ami katonai és polgári-katonai összetételben is ülésezik évente 2 alkalommal. A többi három CaP-hez képest a CaP3-nak kiemelt szerepe van, mivel a szövetségben belül a rádióspektrumhoz való hozzáférés érdekében, a rádióspektrum-gazdálkodás

¹⁶ Global Aeronautical Distress and Safety System.

¹⁷ International Mobile Telecommunication.

¹⁸ North Atlantic Council.

¹⁹ Command Control and Communications – C3.

²⁰ Capability Panel.

²¹ Capability Team.

terén egyedüliként jogosult a már említett polgári-katonai összetételű értekezleten döntéshozatalra, amit az NC3B nem kérdőjelez meg, feltétel nélkül elfogad, adott esetben legfeljebb megfontolásra visszaküldhet, így gyakorlatilag a CaP3 valójában döntéshozói szint. Sürgős, műveleti természetű kérdések esetén, amelyek a hatáskörébe tartoznak, a CaP3 közvetlenül a Katonai Bizottságnak (a továbbiakban: MC²²) jelent [2].

A CaP3 alapvető feladata a következő három pontban foglalható röviden össze [4]:

1. a NATO katonai erőinek a rádióspektrumhoz történő adekvát hozzáférés biztosítása a feladatok teljesítése érdekében,
2. a szövetségben belül a rádiófrekvenciák katonai használatának harmonizációja,
3. együttműködés az EACP²³-/PfP²⁴-nemzetekkel a közös rádióspektrumhasználat kialakítása érdekében.

A CaP3 alárendeltségében a fent megfogalmazott feladatok végrehajtása érdekében négy CaT található.

Az UHF Átszervezés Képesség Csoport²⁵ alapvető feladata a 225–400 MHz NATO-harmonizált sávban, a kor technikai színvonalához igazodva, az új hullámformák, üzemmódok nyújtotta zavarvédett kommunikáció és adatátvitel használatához, kihasználásához szükséges megfelelő sáv szélességek biztosítása, úgymond az adott sáv újraszervezése, csatornázása. A csoport jelenlegi neve az UHF sáv átszervezését követően Frekvenciakészletek Koordináló Csoport,²⁶ amelynek feladata a különböző frekvenciatartományokban kialakított, a NATO-tagországok területén és légtérében biztosított frekvenciakészletek felülvizsgálata, újrakoordinálása, lehetőség szerinti bővítése.

A Spektrumeszközök Konfiguráló és Ellenőrző Csoport²⁷ alapvető feladata a NATO-ban használt, a rádiófrekvenciák koordinációját elősegítő szoftver, a SMI-ROnline²⁸ fejlesztése, adatbázisának karbantartása, szükség szerint az adatbázis cseréjének biztosítása más szoftverekkel, mint például az amerikai fél által használt Spektrum XXI szoftverrel.

A Spektrumelemző Képesség Csoport (a továbbiakban: SPA CaT²⁹) alapvetően a NATO spektrumgazdálkodást érintő dokumentumainak felülvizsgálataért, a NATO Közös Polgári-katonai Frekvenciaegyezmény, röviden NJFA³⁰ kidolgozásáért, WRC-ket követően azok felülvizsgálataért, naprakésszé tételéért felel. Az NJFA kapcsán fontosnak tartom kihangsúlyozni, hogy ez az egyetlen és legfelsőbb szintű polgári-katonai egyezmény, ami békeidőben biztosítja a rádiófrekvenciás spektrum katonai célú harmonizált használatát, amit az NAC hagy jóvá.

²² Military Committee.

²³ Euro-Atlantic Partnership Council.

²⁴ Partnership for Peace.

²⁵ UHF Reorganisation CaT.

²⁶ NATO Pools Coordination CaT.

²⁷ Spectrum Tools Configuration Control Team.

²⁸ Spectrum Management Information Repository.

²⁹ Spectrum Analysis CaT.

³⁰ Nato Joint Civil and Military Frequency Agreement 2014.

Míg a Frekvenciakészleteket Koordináló Csoport és a Spektrumeszközök Konfiguráló és Ellenőrző Csoport csak katonai összetételben ülésezik, addig a SPA CaT polgári-katonai összetételben is.

A WRC-k nemcsak a mindennapi életünkre, de a katonai oldalra is hatással vannak, ezért kell a SPA CaT-nek a WRC-k eredményei alapján a Polgári-katonai Frekvenciaegyezményt felülvizsgálni, hogy szükséges-e annak módosítása, az adott frekvenciasávokban üzemelő katonai rendszerek spektrumhozzáférése továbbra is biztosított-e vagy a frekvenciasáv pontosításra szorul. A NATO-ban, amennyiben a spektrumhozzáférés csökken vagy esetleg megszűnik, akkor spektrumerózióról (spectrum erosion) beszélnek. Nem célolok a szó teljes körű értelmezése, de gondolom, azzal mindenki egyetért, hogy valaminek az elvesztéséről, pusztulásáról van szó, jelen esetben ez a katonai spektrumhozzáférés. A továbbiakban az angol kifejezés tükörfordításaként a spektrumerózió kifejezést fogom használni.

A spektrumerózióról szóló NATO-dokumentum is kihangsúlyozza, hogy a szövetség védelmi képességei alapvetően függenek a rádióspektrumhoz mint korlátos erőforráshoz való hatékony és megfelelő hozzáféréstől, ezért a további spektrumeróziót meg kell akadályozni [5].

Ahhoz, hogy ezt elérjük, a WRC-ken törekedni kell a katonai spektrumérdekek hathatós képviselőjére, amihez elengedhetetlen az egyes WRC napirendi pontok esetében a megfelelő NATO-álláspontok kialakítása. Ezzel el is érkeztünk a negyedik CaT-hez, ami nem más, mint a WRC CaT, amelynek feladata a mindig soron következő WRC-re a NATO-álláspont kidolgozása. Jelen esetben ez a WRC–19 CaT, hasonlóan a SPA CaT-hez szintén katonai és polgári-katonai összetételben ülésezik.

A katonai WRC–19 CaT feladata volt felmérni a katonai szempontból érintett frekvenciatartományokat, amelyekre a WRC–19 egyes napirendi pontjai hatással lehettek. Ez a felmérés alapvetően a NATO Polgári-katonai Frekvenciaegyezmény alapján történt, ami tartalmazza a NATO-szempontból fontos jelenlegi és jövőbeni frekvenciasávokat, az érintett katonai rendszereket. Ennek a felmérésnek az eredményeként született meg az úgynevezett NATO katonai helyzetértékelés, amely a napirendi pontokat prioritizálta, felállítva egyfajta fontossági sorrendet a napirendi pontok között, hogy melyik lehet nagyobb hatással a katonai spektrumérdekekre, katonai rendszerekre. A NATO katonai helyzetértékelést a polgári-katonai WRC–19 CaT-en ismertették, majd az egyes WRC–19 napirendi pontokra vonatkozóan kialakították a NATO-álláspontot. Fontos megjegyezni, hogy a NATO-álláspont elfogadása konszenzusos alapon történt, amennyiben ez nem sikerült, akkor csak katonai helyzetértékelésről beszélhettünk, álláspontról nem. A CaP3, amennyiben a NATO katonai helyzetértékelést és álláspontot elfogadta, azokat jóváhagyásra felterjesztette, a helyzetértékelést az MC, míg az álláspontot az NAC hagyta jóvá.

További lényeges és nem elhanyagolható tény, hogy a NATO nem rendelkezik szavazati joggal a WRC-ken, hiszen a rádiófrekvenciás tartomány feletti rendelkezés az országok kizárólagos, szuverén joga. Ezért különösen fontos, hogy a NATO-tagországok konszenzusos alapon tudjanak NATO-álláspontot kialakítani, amit a WRC-ken az adott országok igazgatásai képviselnek.

A NATO kérte az igazgatásokat, hogy lehetőség szerint az országok delegációiban legyen katonai rádióspektrum-gazdálkodási szakértő, aki figyelemmel kíséri, segíti

a WRC–19-en az egyes témákban a NATO-spektrumérdekek szem előtt tartásával a nemzeti álláspontok alakítását, úgymond finomhangolását. Természetesen az igazgatások már a WRC–19 előtt kialakították nemzeti álláspontjaikat, például a NATO európai tagországai figyelembe vették a CEPT³¹ mint regionális szervezet összefoglalóit, európai közös javaslatait és nem utolsósorban magát a NATO-álláspontot, ugyanakkor a WRC során az igazgatások álláspontjai a napirendi pontok helyzetének, várható kimenetelének alakulása függvényében módosulhatnak.

Nem szabad megfeledkeznünk arról a tényről, hogy a NATO két tagja Kanada és az USA az RR szerinti 2. körzetbe³² tartozik, ahol a regionális szervezet a CITEL,³³ ami földrajzilag Észak- és Dél-Amerikát foglalja magában, ez a NATO-álláspont kialakítását komplexebbé teszi.

A WRC–19-en volt lehetőségem az elejétől a végéig részt venni az egyes napirendi pontok megbeszélésein, megítélésem szerint a NATO kérésének a tagországok többsége maradéktalanul eleget tett.

A négy hét alatt a NATO heti rendszerességgel tartott katonai és polgári-katonai értekezleteket, ahol az egyes napirendi pontok témafelelősei, referensei helyzetjelentést adtak a fejleményekről, várható irányokról, nehézségekről. Megvitattuk, hogy az adott napirendi pontok esetében a részeredmények katonai szempontból kielégítő-e számunkra vagy milyen további lépések, egyeztetések, kezdeményezések szükségesek, hogy a szövetség spektrumérdekei ne sérüljenek, érvényesüljenek.

A WRC–19 egyes napirendi pontjainak eredményei, hatása a katonai spektrumhozzáférésre

A WRC–19 napirendi pontjai közül itt csak azokat a témákat említem a teljesség igénye nélkül, amelyek a NATO-spektrumgazdálkodás szempontjából kiemelten fontosak voltak, azaz a NATO Polgári-katonai Frekvenciaegyezményben foglalt sávokat érintették.

Az 1.1 napirendi pont témája volt az 50–54 MHz frekvenciasáv felosztásának megfontolása az amatőrszolgálat számára az 1. körzetben, a 658. (WRC–15) határozattal összhangban [6].

A Nemzetközi Rádióamatőr Szövetség (angol rövidítése IARU³⁴) azt szerette volna elérni, hogy a 2. és 3. körzethez hasonlóan az 1. körzetben is az 50–54 MHz sáv elsődleges jelleggel legyen felosztva az amatőrszolgálat számára, megteremtve így egyfajta globális spektrumharmonizációt az amatőrök számára.

NATO-szempontból az adott frekvenciatartomány a 30–88 MHz sáv része, ami katonai szempontból kiemelten fontos, hiszen a sávban többek között CNR³⁵-alkalmazások üzemelnek. Az 50–54 MHz sávot, ami a műsorszórás számára elsődleges jelleggel van felosztva, a NATO-tagországok többségében az RR 5.164 lábjegyzete alapján elsődleges jelleggel a földi mozgószolgálat számára is felosztották.

³¹ European Conference of Postal and Telecommunications Administrations.

³² A 3 körzet földrajzi határait a 7/2015. (XI. 13.) NMHH rendelet 1. melléklete tartalmazza.

³³ Inter-American Telecommunication Commission.

³⁴ International Amateur Radio Union.

³⁵ Combat Net Radio.

Fontosnak tartom tisztázni a szolgálat jellegét és a lábjegyzet értelmezését, mivel a későbbiekben többször említem, segítve ezzel a nem spektrumgazdálkodással foglalkozók számára a könnyebb értelmezést.

A rádiószolgálat jellege, pontos megfogalmazásban kategóriája lehet elsődleges vagy másodlagos. A megnevezés is sugallja, hogy az elsődleges szolgálati kategória elsőbbséget élvez a másodlagossal szemben, azaz a másodlagos rádiószolgálat nem okozhat káros zavarást az elsődleges rádiószolgálatnak, és nem tarthat igényt védelemre (káros zavarástól mentes üzem) az elsődleges rádiószolgálattal szemben [7], [8].

Az RR-frekvenciasávok felosztási táblázatának lábjegyzetei többek között lehetőséget adnak az országok igazgatásainak arra, hogy a felosztási táblázatban szereplő rádiószolgálattól eltérően, járulékos felosztásként más rádiószolgálat részére is allokálják az adott sávot, meghatározott feltételek mellett [7], [8].

Az amatőr témában a CEPT és a NATO álláspontja lényegében megegyezett, ha nem is a teljes sávot, de az 50–52 MHz felosztását nem ellenezték. Míg a CEPT a sáv másodlagos jelleggel történő felosztását támogatta, és az 50–50,5 MHz sávban az elsődleges felosztást az RR-ben külön lábjegyzet bevezetésével, addig a NATO-álláspont az elsődleges felosztást sem zárta ki feltéve, hogy a földi mozgószolgálat keretében üzemelő katonai rendszerek zavarmentes üzeme biztosított. A CEPT-től enyhébbnek tűnő NATO-álláspont azért alakult így, hogy egyáltalán legyen NATO-álláspont, mivel egyes NATO- és egyben CEPT-tagországok elsődleges felosztásban gondolkodtak.

A dolog érdekessége, hogy az orosz igazgatás a műsorszórási szolgálata és a sávban másodlagos jelleggel üzemelő szolgálatai védelme érdekében a sáv amatőrszolgálat részére történő felosztását nem támogatta, azt az ITU-R-tanulmányok alapján konkrét technikai feltételekhez kötötte, így gyakorlatilag a NATO-spektrumérdekek érvényesülését segítette elő.

A WRC–19-en végül az 50–50,5 MHz tartomány 14 európai országban, köztük Magyarországon is elsődleges jelleggel lett felosztva az amatőrszolgálat számára új RR-lábjegyzet bevezetésével, míg az 50–52 MHz sáv az 1. körzetben másodlagos jelleggel szintén RR-lábjegyzet bevezetésével. Az 1. körzetben sok afrikai országban a teljes 50–54 MHz sáv ugyanakkor elsődleges jelleggel lett felosztva szintén új RR-lábjegyzet bevezetésével.

Végeredményben a NATO-spektrumhozzáférés nem csökkent, hiszen a földi mozgószolgálat keretében üzemelő katonai rendszereink részére a sáv szintén elsődleges jelleggel van felosztva.

Nemzeti szempontból további sikerekről számolhatunk be, hiszen Magyarországnak sikerült végre elérnie, hogy csatlakozhatott az RR 5.164 lábjegyzethez, ami alapján a 47–68 MHz sáv elsődleges jelleggel a földi mozgószolgálat részére van felosztva, hiszen a műsorszórási CEPT-országok zömében, így Magyarországon is már megszűnt. Korábban Ukrajna mint szomszédos, érintett igazgatás nem támogatta a csatlakozásunkat, ugyanis ahhoz, hogy egy igazgatás fel tudja vetetni országának nevét egy adott lábjegyzetbe, ahhoz az érintett igazgatások hozzájárulása szükséges. Egyébként a többi szomszédunk már szerepel a lábjegyzetben, így részükről nem merült fel kifogás a csatlakozásunkat illetően. A teljességhez hozzátartozik, hogy az RR 5.163 lábjegyzetből ugyanakkor töröltettük Magyarország nevét az ellentmondások

elkerülése érdekében, mivel a lábjegyzet alapján az 47–48,5 MHz és az 56,5–58 MHz frekvenciasávok másodlagos jelleggel az állandóhelyű és a földi mozgószolgálat számára voltak felosztva.

Az 1.7 napirendi pont témája volt az űrbéli üzemeltetési szolgáltatón belül telemetriára, nyomon követésre és irányításra szolgáló N-GSO³⁶-műholdak rövid küldetési idejű³⁷ feladataira vonatkozó spektrumigények tanulmányozása, az űrbéli üzemeltetési szolgálat már meglévő felosztásának értékelése és szükség esetén új felosztás vizsgálata, a 659. (WRC–15) határozattal összhangban [6].

A téma aktualitását mutatja, hogy az elmúlt években a nano és piko műholdak száma jelentősen megugrott, amiben szerencsére magyar érdekltség is van, gondoljunk csak a teljes mértékben magyar építésű műholdjainkra, a MASAT-1-re vagy a legutóbb 2019. december 6-án fellőtt SMOG-P vagy ATL-1-re [9].

A vizsgált sávok között szerepelt a 137–138 MHz, a 148–149,9 MHz, a 150,05–174 MHz és 400,15–420 MHz tartomány, amelyek a NATO Polgári-katonai Frekvenciaegyezményben szereplő sávokhoz viszonyítva szomszédos (adjacent) tartományok, továbbá szerepelt a 272–273 MHz sáv, ami a NATO-harmonizált 225–400 MHz sáv része, ezért katonai szempontból a téma nyomon követése kiemelt feladat volt.

Az ITU-R-tanulmányok megállapították, hogy a 150,05–174 MHz és 400,15–420 MHz sávokban lényegében az összeférhetőség a meglévő szolgáltatásokkal nem biztosítható, eltekintve most a részletes eredmények alsávok bontásban történő ismertetésétől. Az eredmények a CPM³⁸-jelentésben [6] találhatóak. A tanulmányok végkövetkeztetése spektrumszükséglet tekintetében, hogy uplink irányban max. ~ 1 MHz, míg downlink irányban max. ~ 2,5 MHz spektrumra van szükség. Az ITU-R-tanulmányok alapján, a CEPT nem támogatta a 150,05–174 MHz és 400,15–420 MHz sávok, valamint a 272–273 MHz sáv vonatkozásában az RR módosítását. A NATO-álláspont a 272–273 MHz sáv kivételével nem ellenezte az űrbéli üzemeltetési szolgáltatón belül az N-GSO-műholdak rövid küldetési idejű használatát telemetriai, nyomon követési és irányítási célra, amennyiben a katonai alkalmazások spektrumvédelme, azaz zavarmentes üzeme biztosított.

A WRC–19 döntése értelmében a 137–138 MHz sávot űr-Föld irányban, míg a 148–149,9 MHz sávot Föld-űr irányban NIB³⁹-alapon használhatják rövid küldetési idejű feladatokra az N-GSO-műholdak.

NATO-szempontból a végkifejlet pozitívan értékelhető, hiszen a NATO Polgári-katonai Frekvenciaegyezményben szereplő sávokban a spektrumhozzáférést nem érintette.

Az 1.13 napirendi pont témája frekvenciasávok azonosításának megfontolása a nemzetközi mozgó távközlés (IMT) jövőbeni fejlődése céljából, beleértve további elsődleges allokációk lehetőségét is a mozgószolgálat számára a 238. (WRC–15) határozattal összhangban [6].

Ez a téma foglalkoztatta leginkább az igazgatásokat, hiszen a WRC–19 eredménye alapjaiban határozza meg az 5G jövőjét, ugyanis a napirendi pont a 24,25–86 GHz

³⁶ Non-Geostationary Satellite Orbit.

³⁷ A 659. (WRC 15) Határozatban a rövid küldetési idő alatt 3 évnél nem hosszabb időintervallum értendő.

³⁸ Conference Preparatory Meeting.

³⁹ Non Interference Basis.

közötti, szám szerint 12 frekvenciatartományt vizsgált és abból 7 sávot azonosított be az 5G számára kijelölhető frekvenciasávként [10].

Az 5G kapcsán érdemes tisztázni, hogy Európában a 6 GHz alatti sávok közül elsőként (pionír sáv) a 700 MHz (694–791 MHz), 3,4–3,8 GHz, míg 6 GHz felett a 26 GHz (24,25–27,5 GHz) sávokat azonosították 5G-re. Továbbá a vezeték nélküli mobilszolgáltatások részére már kijelölt és használatba vett frekvenciasávok egyben potenciális 5G-sávok is.

A magasabb frekvenciatartományok, mint például a WRC–19-en 5G-re azonosított 66–71 GHz, az urbanizációs környezetben a nagyszámú felhasználók nagy adatátvitelisebesség-igényét hivatottak biztosítani kisméretű (mikro, piko, femto) cellákkal.

Katonai szempontból a 26 GHz sávban van érdeklődése a NATO-nak, mivel a sáv felső 1GHz részében az állandóhelyű és mozgószolgálat keretében különböző katonai alkalmazásokat üzemeltetnek. A 26 GHz sávot a WRC–19 5G-re azonosította.

A napirendi pontban vizsgált 24,25–86 GHz frekvenciatartományban az 5G-re vizsgált sávok nagy része a NATO Polgári-katonai Frekvenciaegyezményben szereplő frekvenciasávok szomszédos sávjai, ezért volt a NATO számára is kiemelten fontos a téma nyomon követése, a NATO-spektrumérdekek képviselése.

A CEPT- és NATO-álláspont lényegében a 26 GHz sávot illetően tért el, míg a CEPT azt 5G-re azonosította, addig a NATO az állásfoglalásában úgy fogalmazott, hogy a sáv 5G-azonosítását elfogadja, ugyanakkor jelezte, hogy a felső 1GHz tartomány katonai célú használata továbbra is folytatódhat.

Végeredményben a NATO katonai célú spektrumhozzáférése továbbra is biztosított, figyelembe véve azt a korábbi WRC–15-ös eredményt, amelynek értelmében az 5G-célra vizsgálandó frekvenciasávokat a WRC–19-en az 1.13 napirendi pont keretében 6 GHz alatt nem vitatták, ahol jelentős számú és fontos katonai rendszerek üzemelnek.

Az 1.16 napirendi pont témája a rádiós helyi hálózatokat (WAS/RLAN⁴⁰) is magában foglaló vezeték nélküli hozzáférési rendszerekhez kapcsolódó kérdések vizsgálata az 5150 MHz és 5925 MHz közötti sávokban, valamint megfelelő szabályozási intézkedések megtétele, beleértve további spektrumfelosztási lehetőségeket a mozgószolgálat számára, összhangban a 239. (WRC–15) határozattal [6].

A téma kiemelten fontos volt a NATO számára, mivel az adott sávban a rádiólokáció-szolgálat keretében szárazföldi, légi járműfedélzeti és haditengerészeti radarok üzemelnek, amelyek nélkülözhetetlenek a védelmi képességek fenntartásában, mint például a NATINAMDS⁴¹ [11].

A téma vizsgálata során az 5151–5925 MHz frekvenciasávot 5 alsávra bontották a könnyebb kezelhetőség, átláthatóság érdekében.

Az 5250–5350 MHz, 5350–5470 MHz, 5850–5925 MHz sávok esetében nem következett be változás az RR-ben.

Az 5150–5250 MHz sávban lehetővé vált a WAS/RLAN használata vasúton és közúti gépjárművekben, valamint kültéren 200 mW e.i.r. p.⁴² jelszintig.

⁴⁰ Wireless Access Systems / Radio Local Area Network.

⁴¹ NATO Integrated Air and Missile Defence System.

⁴² equivalent isotropically radiated power.

Az 5725–5850 MHz frekvenciasáv tekintetében lényegében nem módosult az RR, de az 5.453 lábjegyzethez, annak módosításával nagyon sok, főleg afrikai ország csatlakozott, ami az 5650–5850 MHz sávot az állandóhelyű és mozgószolgálat számára, míg az 5725–5850 MHz sávot az állandóhelyű szolgálat számára elsődleges jelleggel osztja fel.

A NATO e napirendi pont esetében is pozitívnak könyvelheti el a WRC–19 eredményeit, mivel a változatlan RR biztosítja a jelenlegi helyzet fenntartását, elkerülve ezzel a további spektrumeróziót.

A 9.1.3 napirendi pont témája volt műszaki és üzemeltetési kérdések tanulmányozása, valamint szabályozási előírások új N-GSO műholdas rendszerek számára az állandóhelyű műholdas szolgálatra felosztott 3700–4200 MHz, 4500–4800 MHz, 5925–6425 MHz és 6725–7025 MHz frekvenciasávokban [6].

A napirendi pont katonai szempontból azért volt fontos, mivel az érintette a NATO-harmonizált 4400–5000 MHz frekvenciasáv részét képező 4500–4800 MHz sávot. A sávban az állandóhelyű és mozgószolgálat keretében számos katonai alkalmazással kell számolni, mint például a polgári életben is egyre több területen megjelenő UAV⁴³-k.

A CEPT- és NATO-álláspont a kérdést illetően megegyezett, azaz az RR módosítását nem támogatták. A WRC–19 az RR módosítását nem látta szükségesnek, ami a katonai spektrumhozzáférést továbbra is biztosítja a 4500–4800 MHz sávban.

A 9.2 napirendi ponttal összefüggésben az RR 5.441B lábjegyzet felülvizsgálata a Rádiótávközlési Iroda igazgatójának jelentése alapján [6].

Katonai szempontból ez volt az egyik legizgalmasabb, legtanulságosabb téma, amit az alábbi sorok véleményem szerint igazolnak.

Az RR 5.441B lábjegyzete a 4800–4990 MHz sávot érinti, ami szintén része a NATO-harmonizált 4400–5000 MHz sávnak. A lábjegyzet értelmében az adott sáv IMT-célra van előirányozva a 3. körzet 3 országában, név szerint Kambodzsában, a Laoszi Népi Demokratikus Köztársaságban és Vietnámban. Az IMT nem tarthat igényt védelemre a mozgószolgálat más alkalmazásainak állomásaival szemben, és nem okozhat káros zavarást ezen alkalmazásoknak. A zavarmentesség érdekében az IMT-állomásnak konkrét pfd⁴⁴-korlátozást írnak elő, ami a tengerparttól 20 km-re és tengerszint feletti 19 km magasságig nem haladhatja meg az 1 MHz-re vonatkoztatott -155 dB (W/m²) értéket [7], [8].

A napirend fókuszja elvileg a pfd-korlátozás felülvizsgálata volt, de a WRC–19 során további 37 ország (Braziliától eltekintve, Afrikai és Ázsiai országok) kérte a felvételét, amelynek eredményeként a lábjegyzetbe bekerült például Brazília, Dél-Korea, Kína, Oroszország stb., összességében most már 40 országnév szerepel a lábjegyzetben [10].

Az igazgatások között különbség mutatkozott a pfd-korlátozás alkalmazását, előírását illetően, ugyanis a lábjegyzetbe csatlakozó országok egy része, mint például Dél-Korea stb., elfogadták a korlátozást, míg például Kína vagy Oroszország stb. elleneztek az alkalmazását.

⁴³ Unmanned Aerial Vehicle.

⁴⁴ power flux density – felületi teljesítménysűrűség.

Ennek hatására olyan határozatmódosítás⁴⁵ született a WRC–19 eredményeként, ami lehetővé teszi, többek között Oroszország, Kína stb., szám szerint 11 igazgatás számára, hogy ne kelljen alkalmazniuk a pfd-korlátozást, ugyanakkor az IMT bevezetéséhez szükség van az érintett igazgatásokkal kötött megállapodásra [10].

A 4800–4990 MHz sáv IMT-, pontosabban 5G-célú azonosítása mellett kardoskodott legfőképp Oroszország és Kína. Oroszországban, a sávban a kormányzati célú felhasználás nem számottevő, ezért 5G-célú azonosítása kézenfekvő megoldásnak tűnik. Az ázsiai országok szintén ragaszkodtak a sáv 5G-célú azonosításához, mivel Kína a sávot már a China Mobile-nak ki is osztotta [12].

Katonai szempontból is fontos, érdekes különbségekre lehet figyelni, hiszen az európai igazgatások nagy része a 3,4–3,8 GHz sávot azonosította 5G-célra, míg Oroszország a CEPT tagjaként nem, mivel ez a sáv részükről katonai célra fenntartott. Az európai országok a NATO tagjaként a már említett 4400–5000 MHz sávot használják katonai célokra.

További érdekessége a témának, hogy Oroszország a 10. napirendi pont keretében, ami a következő WRC napirendi pontjait vizsgálja és állítja össze, javasolta, hogy a 4400–4800 MHz sávot IMT-célra vizsgálják, ami nagyon nem volt kedvező a NATO-nak.

A háttérben olyan megállapodás, mondhatni inkább alku született az ellenérdekelt felek között, hogy Oroszország a 10. napirendi pont keretében nem kezdeményezi a 4400–4800 MHz IMT-célú vizsgálatát, így a NATO-tagországok nem ellenzik az RR 5.441B esetén a pfd-korlátozás alóli kivételezést.

Ez a „package deal” tipikus példája.

Ezzel a történetnek koránt sincs vége, mivel a WRC–23 1.1 napirendi pontja foglalkozik az RR 5.441B lábjegyzetben szereplő pfd-korlátozás felülvizsgálatával, amelynek célja, hogy a mozgószolgálat keretében üzemelő alkalmazások állomásainak védelmét biztosítsák nemzetközi légtérben és vizeken.

A napirendi pont esetében felemás sikerről beszélhetünk, hiszen ha csak a számokat nézzük, a korábbi 3 igazgatás helyett már 40 igazgatás tervezi a 4800–4990 MHz sáv IMT-célú azonosítását, ami önmagában nem feltétlenül probléma, de a pfd-korlátozások alóli kivételezések, valamint a WRC–23-ra tervezett felülvizsgálat további figyelmet igényel katonai szempontból.

Összegzés

Végeredményben kijelenthetjük, hogy a katonai rendszerek spektrumhozzáférése a WRC–19 eredményeit figyelembe véve és kiértékelve továbbra is biztosított, az nem csökkent, de mint látható, bizonyos frekvenciatartományok esetében osztoznunk kell a rádiófrekvenciás spektrumon a polgári felhasználókkal.

A NATO spektrumhozzáférési érdekeit összevetve a hazai katonai spektrumérdekekkel lényegében azonosak. A NATO katonai rendszerei úgymond nagyobb halmazt

⁴⁵ Resolution 223 (REV.WRC–19) Additional frequency bands identified for International Mobile Telecommunications.

képviselnek, így nemzeti katonai szempontból értékelve a WRC–19 eredményeit, nincs különbség, habár eltérések a nemzeti sajátosságoknak megfelelően lehetnek.

A WRC–19 döntései alapjaiban határozzák meg a különböző rádiós alkalmazások jövőjét, ugyanis a következő, WRC–23 napirendi pontjait véglegesítik az értekezleten, továbbá az azt követő értekezlet, WRC–27 napirendi pontjait is előzetesen meghatározzák, ami az adott eszközök, rendszerek várható piaci megjelenését, alkalmazhatóságát is előrevetíti. Ez a fajta előrelátás, tervezhetőség a polgári és katonai oldal számára egyaránt fontos. A polgári oldalnak a méretgazdaságosság, a piaci profit, a katonai oldalnak a stratégiai célú, hosszú távú tervezés miatt.

Láthatjuk, hogy a rádiófrekvenciás spektrum és az ahhoz történő hozzáférés korunk információs társadalmában, mikor napról napra újabb és újabb rádiós alkalmazások jelennek meg és azok széles körű alkalmazása tervezett az élet különböző területein mennyire felértékelődik, meghatározó a polgári és a katonai területen egyaránt.

Fontosnak tartom kihangsúlyozni, hogy a feladatunkat részben teljesítettük, de készülnünk kell a következő fordulóra, azaz a WRC–23-ra, hiszen ez egy véget nem érő küldetés. A NATO CaP3 és munkacsoportjainak munkája folyamatos figyelmet igényel, hiszen a fejlődésnek nem lehet és a katonai oldal nem is akar gátat szabni, de a katonai alkalmazások interferenciamentes üzemét az új technológiák és alkalmazások bevezetése mellett biztosítanunk kell.

Ahhoz, hogy a különböző spektrumigényeket megfelelő szinten ki tudjuk elégíteni, elengedhetetlen a konzultáció, amit a NATO-ban a polgári-katonai összetételben üléselőző CAP3 testesít meg, és az ezen a szinten megszülető döntéseket a tagországok nemzeti delegációi viszik tovább, képviselik a rádióspektrum-gazdálkodás legmagasabb szintű szervezetének, az ITU rádiótávközlési szektorának rádiótávközlési világértekezletein.

Hivatkozások

- [1] M. Maniewicz, „Closing Remarks,” World Radiocommunication Conference 2019 (WRC–19) Sharm el-Sheikh, Egypt, 22 November 2019. [Online]. Elérhető: www.itu.int/en/ITU-R/Director/Documents/Speeches/Maniewicz/2019-11-22%20WRC-19%20-%20Closing%20Remarks%20Director%20BR%20-%20Sharm%20el-Sheikh.pdf (Letöltve: 2019. 11. 25.)
- [2] NATO, „AC/322-D(2016)0046 (INV) Consultation, Command and Control Board (C3B) Administrative and Working Practices of the Consultation, Command and Control Board (C3B),” NATO, 10 Nov 2016. [Online]. Elérhető: <https://nhqc3s.hq.nato.int/Pages/Reference.aspx> (Letöltve: 2020. 02. 07.)
- [3] J. Szép, „A NATO és a Magyar C3. Azonos rendeltetésű szervezeti elemek összehasonlítása,” Kommunikáció 2002. Nemzetközi szakmai tudományos konferencia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2002, pp. 245–255.
- [4] NATO, „NC3INFO,” NATO, [Online]. Elérhető: <https://nhqc3s.hq.nato.int/default.aspx> (Letöltve: 2020. 02. 07.)
- [5] MCM-0206-2018 Erosion of Military Spectrum, North Atlantic Military Committee, 28 November 2018, [Online]. Elérhető: <https://nhqc3s.hq.nato.int/Pages/Reference.aspx> (Letöltve: 2020. 02. 07.)

- [6] International Telecommunication Union, „Report of the CPM on technical, operational and regulatory/procedural matters to be considered by the World Radiocommunication Conference 2019,” 2nd Session of the Conference Preparatory Meeting for WRC–19, *International Telecommunication Union*, 2019. [Online]. Elérhető: www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-CPM-2019-PDF-E.pdf (Letöltve: 2020. 02. 07.)
- [7] International Telecommunication Union, „Radio Regulations Articles,” *International Telecommunication Union*, Edition of 2016. [Online]. Elérhető: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.en.101.pdf> (Letöltve: 2020. 02. 07.)
- [8] 7/2015. (XI. 13.) NMHH rendelet a nemzeti frekvenciafelosztásról, valamint a frekvenciasávok felhasználási szabályairól
- [9] „SMOG-1,” *gnd.bme.hu*, [Online]. Elérhető: <http://gnd.bme.hu:3443/#satelite> (Letöltve: 2020. 02. 07.)
- [10] International Telecommunication Union, „World Radiocommunication Conference 2019 (WRC–19) Provisional Final Acts,” *International Telecommunication Union*, 2019. [Online]. Elérhető: www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.13-2019-PDF-E.pdf (Letöltve: 2020. 02. 07.)
- [11] C-M(2015)0050 NATO Joint Civil and Military Frequency Agreement (NJFA) 2014, North Atlantic Council, 3 July 2015, [Online]. Elérhető: <https://nhqc3s.hq.nato.int/Pages/Documents.aspx>
- [12] M. R. Marti, WRC–19 identifies 4.8 GHz for IMT in surprise move. *policytracker.com*, Dec. 09, 2019. [Online]. Elérhető: www.policytracker.com/wrc-19-identifies-4-8-ghz-for-imt-in-surprise-move/

Jasztrab Péter János,¹ Istók Róbert²

A világítás katonai vonatkozásai 2/1. rész

A harctéri világítás, a látás és látáskorlátozás eszközei

The Military Aspects of Lighting, Part II/1.

The Battlefield Lighting and Equipments of Vision or Vision Limitation

A cikksorozatunk második részében folytatjuk az előzőekben megkezdett fény és világítás katonai aspektusainak tárgyalását, amely a téma nagysága miatt három különálló alfejezetre tagolódik. Az elsőben a harctéri látást befolyásoló környezettel és eszközökkel, csoportosítással foglalkozunk. Ezt követően a követelményekkel, előírásokkal és a felszerelésről lesz szó, hogy a záró alfejezetben egy történelmi áttekintést nyújtunk a témában, amelyben a fénybiztosítással is foglalkozunk. Összességében három különálló, egymásra épülő egységben járjuk körbe a legdinamikusabb és a legnagyobb kihívást jelentő körülmények között végrehajtott szolgálati feladatok nehézségeit, lehetőségeit és előírásait. Egy rövid történelmi áttekintés keretén belül bemutatjuk a korlátozott vizuális viszonyok között végzett műveleteket, valamint a látási képességet befolyásoló eszközöket.

Kulcsszavak: harctéri világítás, korlátozott láthatóság, vizuális és optikai hadviselésre szolgáló fegyver

The second article of our series presenting the military aspects of light and visibility continues the previous topic with the related conditions, circumstances, means and requirements of the battlefield. Due to the extension of the topic, we present it in three separate subchapters. The first deals with the environment and the tools that influence battlefield vision, and their grouping. The requirements, specifications and equipment will be discussed in the second part. The third subchapter will consist of a historical overview of the subject, dealing also with light insurance. In this separate article we will show the tools and regulations, the dynamism and challenges of the area and its difficulties and opportunities. The article explains, on the one hand,

¹ PPG Trilak Kft., EHS, gépészmérnök, munkavédelmi szakmérnök, szakértő, e-mail: jasztrab@ppg.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4162-427X>

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

operation and actions that are limited in terms of visibility, and on the other, tools affecting our vision.

Keywords: battlefield lighting, limited visibility, groupings for visual and optical warfares

Bevezetés

A folyóirat korábbi számában már szó esett a harctéri környezet minimális látási követelményeiről és eszközeiről, amelyek széles körű alkalmazása és aktualitása napjainkban is vitathatatlan. Számos példa hozható fel, mikor sikeresen implementálták a vizuális képesség befolyásolásának eredményeit bevetések alkalmával is, mivel a hadműveleteknél előforduló pusztító tűzerő még fontosabbá tette az éj leple alatt és a korlátozott látási viszonyok között végzett cselekményeket, úgymint a manővereket, a tűz irányítását vagy akár a rajtaütéseket. A látást korlátozó tényezők – az esti sötétség kivételével – kiszámíthatatlan és nem kikalkulálható helyzetet teremtenek.³ Az érzékszervünk korlátozása bizonytalanságot, nem tervezett, váratlan események bekövetkezését eredményezi, illetve növeli a véletlen valószínűségét. A feladatot nehezítő tényezőkkel hatékonyan megbirkózni csak az ilyen körülményekre is felkészült egységek képesek.

A használt eszközök jellemzői és szerepük

Tagadhatatlan, hogy a külvilágról, azaz a minket körülvevő környezetünkről alkotott információk döntő részét a szemünkön keresztül észleljük. A harcászati „megfigyelés” mint vizuális információszerezés az összes szakág feladata. Folyamatos tevékenység végrehajtása érdekében a láthatóság megteremtése vagy a rejtés része a művelettervezésnek. Ezért a döntéshozóknak számolniuk kell a láthatóság csökkenésével, a pontatlanságok számának növekedésével és a cselekvési idő elnyújtódásával. Az érzékelt vizuális környezet minősége függ a napszaktól és a rontó tényezőktől, amelyek lehetnek mesterséges vagy természetes eredetűek. A látótérben bekövetkező ilyen nemű váratlan változás az érzékszervünk biofizikai folyamataival és a várható pszichés válaszreakciókkal jár, viszont érdemes megjegyezni, hogy az eszközeink limitált lehetőséggel, hatékonysággal rendelkeznek [1],[2].

A terepbevilágító és a látást biztosító eszközök egyidejű kombinációja vagy akár egyedi felhasználása sikeresen illeszthető az adott feladathoz. Alkalmazása lehet a konfliktusra tekintettel közvetlen vagy közvetett. Használhatók felügyeletre és a célok megszerzésére, támogatására egyaránt [1]. A médiában megjelenő kutatások alapján várható, hogy a technológia a jövőbeli hadviselésnek szerves részét képezi, és jelentős előnyt biztosít a közelharcban.

³ Az időjárás katonai szempontból leglényegesebb aspektusai közé tartozik a látási viszonyokra gyakorolt hatása [5].

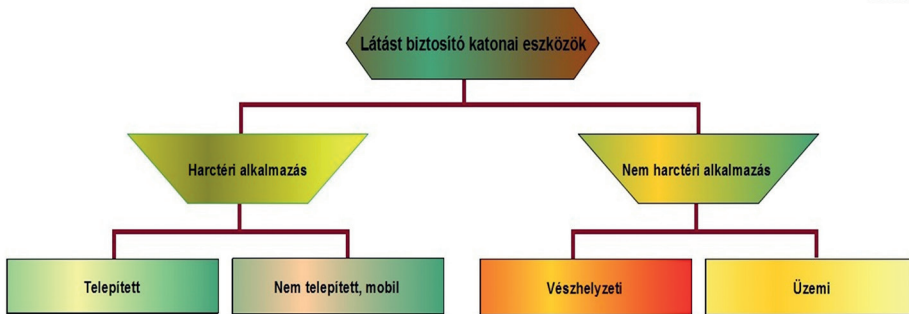
A használt eszközök rövid történeti áttekintése

A háborúban mindig szerepe volt a taktikai fortélynak, hogy annak segítségével befolyással lehessenek az ellenségre, és a saját csapataik föléjük kerekedhessenek, amely a hadviselés alapvető tulajdonsága. Szun-ce⁴ úgy tartotta, hogy úgy kell „megtörni az idegen sereget, hogy nem vívunk csatát vele” [3] és Carl von Clausewitz⁵ is úgy fogalmazott, hogy szükséges egy olyan eszköz a „a túlsúly elnyeréséhez”, [4] amivel az ellenre „az akaratunkat rákényszeríthetjük” [4].⁶

A látással összefüggésben a taktikákat és trükköket a bevetések során különböző módon használták, és ennek függvényében is terjedtek el. Legkönnyebben a gyakorolt hatásuk szerint lehet őket csoportosítani, mint a látást rontó vagy a látást segítő típusok. Továbbá kategorizálhatók a működési elvük alapján, figyelembe véve, hogy háborús vagy nem háborús körülmények között és milyen céllal használják fel [1].

A korábbi számban szereplő, látást biztosító katonai eszközök egyik felosztását az 1. ábra tartalmazza. Azonban létezik egy felhasználáscentrikusabb kategorizálási lehetőség is, amely számol a napjainkban rendszeresített technika képességeivel és gyakorlati jelentőséggel is bír. Ebben az esetben a vizuális képességre gyakorolt hatást vesszük figyelembe. Azonban sokszor érdemes csak a fényforrások katonai szabályozás szerinti felosztását alkalmazni, de ezzel az értelmezési tartományt is leszűkítjük, ezért mi a továbbiakban tágabb csoportosítási lehetőséget választva mutatjuk be a használt eszközöket egy rövid történelmi kitekintés segítségével.

Jasztrab



1. ábra

A látást biztosító katonai eszközök lehetséges csoportosítása [1]

⁴ Ókori kínai író, filozófus és hadvezér.

⁵ Carl Philipp Gottlieb von Clausewitz porosz hadtörténész.

⁶ Mozcáscentrikus vagy anyagcentrikus katonakultúra-fejlesztással való magyarázat helyett inkább adott művel- és súlypontfüggő. Ha a „meglepetés” vagy „csel” sikeres, akkor „az ellenfélnél zavar és csüggedtség keletkezik” [4].

Látást és láthatóságot rontó, korlátozó eszközök, pusztítófegyverek

A látás mint érzékszerv kiesése korlát az ellenség számára és szövetséges a háborúban. A technika fejlődésével addig nem ismert fenyegetések jelentek meg. A célpontok és a károk csökkentése érdekében a sötétítés bizonyult a legjobb védekezésnek. Ilyen intézkedések voltak a 20. században, a légi hadviselés hajnalán a bombázók előtt a polgári lakosság körében a rejtés megteremtésére hozott rendeletek, amelyek betartása minden honpolgár kötelessége lett, és őrséget állítottak fel ennek ellenőrzésére [6].

A látást korlátozó eszközök közé sorolhatók a pirotechnikai eszközök, a ködgenerátorok vagy füstöt, gázt, esetleg diszperzrendszerrel termelő gránátok⁷ is, legyenek azok a lőfegyverből kilöve vagy gránátként eldobva. Továbbá ide tartoznak a speciális kezeléssel, bevonattal ellátott eszközök, valamint a nagy erősségű fényforrások is [2].

A rejtésnek már az ókorban is egyik eszköze a látást korlátozó füst volt.⁸ Az első feljegyzett felhasználás a Makaóért vívott dán–portugál háború alatt történt. „A szükséges mennyiséget nedves löporral állítottak elő” [7].⁹ Az első és második világháborúban továbbfejlesztették a módszert. Napjainkban előfordulnak lőszer, gránátok töltetében, de előállítják generátorokkal vagy éghető közeg nem tökéletes elégetésével is, mint például a dízelnek a jármű kipufogójába injektálása, valamint nem ritka az alkalmazásuk kombinálása más anyagokkal. Az első világháborúban a bevetés során mérgező anyagot kevertek bele a „ködbe”, hogy pszichés félelmet váltsanak ki a katonákban. Továbbá a felderítések korlátozásában is fontos szerepük lehet, amely képesség a többségében az adott hullámtartomány által meghatározott szemcseméretű adalékok hozzáadásával növelhető. A levegőbe juttatott diszperz anyagok használatakor a légkör állapota és áramlásának iránya nagy befolyással bír, ezért tervezésekor a negatív hatást minimalizálni kell. A legkörültekintőbb vizsgálat ellenére is mindig előfordulhatnak nem várt események, ezért alkalmazásuk kockázatos [8].

Kínában tűntek fel az első gránátok,¹⁰ amelyek a Szung-dinasztia alatt továbbfejlesztettek, de csak a modern korban terjedtek el. A „lövészárk hadviselése alatt megítélés megváltozott”, mert segítségével „egy maréknyi tűzseréget adtak minden közlegény kezébe.”¹¹ A villanógránátokat először a brit SAS¹² vetette be az 1970-es években. Mára a városi környezetben az egyik legelterjedtebben használt eszköz, amely hagyományos társai helyett egy alternatív megoldást kínál ott, ahol más a saját egységre vagy az épületre is veszélyt jelentene. Hatása kápráztatás és diszorientáció. A beavatkozó egységek a kezdeti zavartságot használják ki, ami körülbelül 5 vagy valamivel több másodperc is tarthat [10], [11], [12].

⁷ Ködöt létre lehet hozni például cink-kloriddal, klór-kénsavval, foszforral, szulfonsavakkal, titánium-tetrakloriddal stb.

⁸ Az angolszász irodalomban „smoke”-nak hívják, és 7 típust különböztetnek meg [9].

⁹ 1622. június 22–24. [7].

¹⁰ Fekete löporral töltött bambuszrudak [18].

¹¹ A gránát szó feltehetőleg francia eredetű. A 17. században elit csapatok voltak a gránátosok, de a közelharcból kiszorultak. Újra csak az orosz–japán háborúban találkozhatunk a közelharcban gránáttal. Az elő világháborúra mind a németek és a britek, illetve az USA is kifejlesztette saját típusát [19].

¹² Special Air Service – Brit Királyi Haderő Különleges Légi Szolgálata.



2. ábra

Gránátok és füstgenerátorok. (a–c) Manchesteri Birodalmi Háborús Múzeum kiállítási darabjai a) német, első világháborúban használt gránát, b) lakosság számára készített harci gázok ismertető táblázat, c–e) füstgránátok és lövedékek, f) második világháborús amerikai füstgenerátor, illetve g) brit füstgenerátor-osztag (a szerzők szerkesztése [13], [14], [15] alapján)

A lézertechnológia¹³ közel 60 éves,¹⁴ de gyors fejlődés jellemzi. Számos katonai alkalmazást fejlesztettek ki annak ellenére, hogy korlátozás és tiltás van a használatukra. Feltételezhetjük, hogy a lézerfegyverek elterjedése alapjaiban változtatja meg a hadviselést. Az alacsony energiájú típusok látást érintő hatásának morális jelentősége is van, és a következmények kezelésére az orvosi szolgálatnak fel kell készülnie. Már vannak olyan kombinált lőfegyverek, amelyek fel vannak szerelve ilyen vakító készülékkel. 2016–2018 között az orosz–ukrán konfliktusban Donyecnél szemkárosító eszközöket vetettek be [16], [17].

Két típust különíthetünk el használatuk szerint. Az alacsony és a magas energiájú lézert (LELW, HELW).¹⁵ Az utóbbira jó példa a 2017-ben hadrendbe állított Athena „lézergyű” hadihajóra szerelt változata.¹⁶ A tudósításokból tudjuk,¹⁷ hogy a második generációs típusok várhatóan rakétaelhárításban is részt vesznek majd¹⁸ (lásd a 3. ábrát) [16], [23], [24], [25].

¹³ Érdemes megjegyezni, hogy az elmélet Niels Bohrhoz köthető, amely alapján az Albert Einstein által felvetett fénykibocsátást 1928-ban R. Ladenburg bizonyította be. Az első működő lézert Theodore Maiman építette meg az 1960-as években [16].

¹⁴ Az 1950-es évek lézerfejlesztését világszerte a hadsereg szponzorálta [16].

¹⁵ Angol rövidítés Low-Energy Laser Weapon és High-Energy Laser Weapon.

¹⁶ A német kormány a 2020–2021. évekre kívánja kifejleszteni ezt a képességet, és a Boeing kompakt lézerrendszeréről tett bejelentést, amelyet a pilóta nélküli repülőgépek fenyegetésének kezelésére találtak ki [20], [21].

¹⁷ Itt elég gondolni a német Rheinmetall fejlesztésére és a brit Dragonfire projektre is [22].

¹⁸ 2018-ban a híradások a kínai Xian Intézet által kifejlesztett hordozható ZKZM-500 nem-halálos lézerfegyverről számoltak be, amely 1000 lövés leadására képes. Jelenleg kísérleti stádiumban van. Egy lövés 2 másodperc és lítiumelem tárolja az energiát. Ezenkívül 2014-ben a kínai Low Altitude Guard (LAG) rendszerről olvashattunk [33], [34].



3. ábra

Az amerikai hadsereg „Athena” lézérágyúja [26]

Hasonló elven működik a stroboszkópfegyver. Ebben az esetben a letalítás helyett és az irreverzibilis szemkárosodást megelőzendő a zavaráson, ideiglenes harcképesség-csökkentésen van a hangsúly. Így ezek az eszközök a nem-halálos fegyverek közé tartoznak, és használatuk nem vet fel morális kérdéseket, mint a lézer esetében.¹⁹

Az első stroboszkópfegyvert a második világháború után kezdték fejleszteni, és a LED²⁰ megjelenése adott újabb lendületet.²¹ Alapvetően a látási képességet rontja. Bizonyos típus a kék és piros szín váltakozó hatásán alapul, amely az agyba küldött üzeneteket zavarja. A fejlesztések még a természetes megvilágítás mellett is használhatóvá tették [27], [28], [29].

2007-ben jelentek meg cikkek a bűnüldözéshez megalkotott stroboszkópfegyverekről, amikor a sokkolóknál kevésbé veszélyes eszközt igyekeztek találni. Ebben az évben adott az Amerikai Egyesült Államok hadserege megbízást drónra szerelhető változatra. Ez a prototípus a mai napig nincs rendszeresítve, csak a gépjárműre szerelt változata²² [30], [31].

A vakításra használt első fegyver a fényvető volt, amelyről a látást segítő fejezetben is lesz szó. Petzval József nevéhez köthető ez a fejlesztés. Hatásmechanizmusa, hogy az ellenséget a sokszor megszakitott és hirtelen újra felvillanó fénnel annyira elvakíthatja, hogy annak tájékozódását, menetét vagy munkáját lehetetlenné is teheti. Különösen a lovakat vadítja meg az ilyen szokatlan fényhatás. Egyik leírás szerint, amikor Przemysl várát az oroszok hevesen ostromolták, az, hogy éjszakai támadásaik meghiúsultak, legfőképp a fényvetőknek volt köszönhető [50].

Egy érdekes eszközt kell még megemlíteni, a vakítást lehetővé tevő amerikai és brit CDL (Canal Defense Light) harcokcsit. Nem vetették be a háború nagyrészében, csak 1945 májusában használták rövid ideig csatában, mint például a Rajnán való átkelésnél. Az ellenség megbénítására szolgált. A feltalálók először a franciáknak mutatták

¹⁹ Először egyezményt a lézerefegyverekről „a hidegháború” időszaka alatt 1989-ben Moszkvában írt alá az USA és a Szovjetunió, és ezt követően 1995-ben több ország is ratifikálta tiltását vagy korlátozását a CCW-egyezmény IV. kiegészítéseként [16], [35], [36], [37].

²⁰ Light Emitted Diode.

²¹ QDLED az egyik lehetséges nagy áttörés. 2018-ban nagyobb hatékonyságú típusról jelent meg cikk [38].

²² Itt CROWS II Escalation of Force [39].

be, de ők túl törekenynek tartották a bevetésekhez. Nagy-Britannia és az Amerikai Egyesült Államok a második világháború alatt kezdte el a fejlesztést, de csak valamivel később szerelték fel a M4 Sherman tankokra is. A britek a Matilda II-t, a Churchillt és Valentine-t látták el ilyen eszközökkel (lásd a Matilda és a Sherman tankot a 4. ábrán). Fehér vakító fénye volt, illetve átalakítással infravörös és borostyánsárga tartományban is képes volt működni [40].



4. ábra

A CDL a Matilda és a Sherman tankon, annak működése, illetve az ívlámpa felépítése, ahol látszik az ivgenerátor, a parabolatükör és a fényvető rés is. A CLD 12,8 millió candelát bocsátott ki. (a szerzők szerkesztése [40], [41], [42] alapján)

Napjainkban a Rostech és az orosz állam közös holding vállalata, a Roselektronikához tartozó Integrál „Opütnij Zavod”²³ által kifejlesztett új nem halálos eszkörről hallhatunk. Az 5P-42 Filin (eagle owl)²⁴ nevű vizuális optikai interferencia elvén működő fegyver képes a látást, de még az éjjellátó, irányzóeszközöket is zavarani. A vállalat 1997-ben alakult és 2018 végén mutatták be először. Egyelőre két fejlett orosz fregatot kísérleti jelleggel, az „Admiral Gorskovot” és az „Admiral Kaszatanovot” szerelték fel. Az eszköz az ellenség vizuális képességeit zavarja, az idegrendszerét stimulálja fényerősség változásával, és reverzibilis rendellenességet okoz. Az 5P-42 Filin hatótávolsága eredetileg 500–700 m és 100–150 m a szélessége, a telepített katonai rendszeré pedig 5000 m [43], [44], [45].

A fényt használó eszközöknél, mint az alacsony energiájú lézereknél a védekezés könnyen megvalósítható szűrőkkel, ami függ az átfogott tartománytól és a behatás idejétől. A Nap erős sugarai szintén a fényvető vagy a stroboszkóp hatékonyságát csökkentik a szem automatikus alkalmazkodásának köszönhetően.

²³ Kísérleti Üzem.

²⁴ Fülesbagoly (uhu) [44].



5. ábra

5P-42 Filin kiállításon és telepítve, működés közben (a szerzők szerkesztése [45] alapján)

Ezenfelül az érdekesség kedvéért említjük meg az egyik futurisztikus eszközt, a látható sugárzást módosító és színes fényt vagy képet kibocsátó hajlékony álcázó takarót, amelynek az organikus LED (OLED) és a nanotechnológia fejlődése nagy lendületet adott. Mindig cél volt a látás teljes korlátozása, úgynevezett „láthatatlanság” elérése. Egyik ilyen kiemelkedő lehetőségről 2018-ban a Michigan Egyetem jelentett be eredményeket, mint a „láthatatlan köpenyről,” azaz álcaruháról. Ezt eddig csak kísérleti stádiumnak tekinthetjük, mégis nagyok az elvárások vele kapcsolatban [46], [47], [48].

A látást rontó, korlátozó eszközök és pusztító fegyverek területe izgalmas fejlesztések előtt áll. Számos tiltott fejlesztés is létezik, 1995-ben a Human Rights Watch legalább 10 különféle agresszív lézeres vakítóprogramot azonosított [49].

Látást segítő, fokozó és láthatóságot növelő eszközök

A látást segítő eszközök közé sorolhatók a terepbevilágítók, éjjellátók, de itt is megemlíthetünk néhány korábban felsorolt eszközt, mint például a fényvetőket,²⁵ amelyekről a feltalálója úgy tartotta, hogy kitűnő szolgálatokat tehetnek a saját csapatainknak, az utak vagy az ellenséges céltárgyak megvilágításában, ahogy korábban írtuk a légvédelmi felhasználásuknál. Azonban így nem teljes a lista. A kategória széles spektrumát vizsgálva idetartoznak az optikai célirányító-vezető eszközök, a jelzőberendezések, illetve a természetes környezet rontó hatásait mérséklő eszközök, mint az erős napfény vagy sivatagos területen a homok ellen védő felszerelések, távolságmérők, távcsövek, spektívek.²⁶ Néhány közelmúltbeli katonai alkalmazását a 6. ábra mutatja²⁷ [50].

²⁵ Fényvetőket használtak a légvédelmi tűzérség támogatására a repülőket felfedésében, és még a jelzéstechikában is volt szerepe, amelyeket hajókra szereltek és redőnyökkel látták el, hogy annak mozgásával fényjelek segítségével kommunikáljanak [32].

²⁶ Tehát binokulár, monokulár, keresőtávcső is. A távcső ennek ellenére, hangsúlyozzuk, nem egyenlő a rádiótávcsövekkel, ha a teleszkóp és a messzelátó között hasonlóság is van.

²⁷ A nappali bevetésnél a fényt összegyűjtő, erősítő eszközök használata van túlsúlyban, jó fényviszonyok és tiszta időjárás mellett.



6. ábra

Katonai eszközök (Manchester-i Birodalmi Háborús Múzeum kiállítási darabjai) a) Berlini falon telepített fényvető b) és tengerészeti jelzőpisztoly c) Irakban és Afganisztánban használt védőszemüveg d) első világháborúban használt petróleumos fényvető e) és lövészárkokban rendszeresített teleszkóp f) optikai távolságmérő készülék [a szerzők szerkesztése és felvételei]

Az igazán elterjedt éjszakai eszközök²⁸ az éjjellátók.²⁹ Először a második világháborúban vetették be őket, és széles körben az amerikai–vietnámi háború során terjedtek el. A passzív éjszakai látás eszközeit az 1960-as évekre állították hadrendbe és az 1970-es évekre megalkották a hőérzékelő típust.³⁰ Az iraki Sivatagi Viharban fontos szerep jutott már a továbbfejlesztett változatnak.³¹ Az afganisztáni háborúban a tálibok³² is használták már, és számos rajtaütést, szabotázszt hajtottak végre segítségükkel. A mai modern típusok többsége hibrid.³³ A tervezett következő fejlesztési irány a képmegeosztás létrehozása [62].

Az éjjellátás magyar vonatkozása Tihanyi Kálmánhoz köthető. 1929-ben³⁴ szabadalmaztatta harcászati használatra – infravörös tartományban működő – éjjellátó felszerelését. Már 1941-ben a német haditengerészet számára a „Seehund” tengeralattjáróra raktak infrateleszkópot, volt repülőgépre szerelt változata, de az első „hírhedt” bevetése az 1944-es német ardenneki offenzíva során volt. A háború vége felé a Párduc³⁵ harcocsit³⁶ és löfegyvert³⁷ is alkalmassá tették esti műveletekre. Budapest alá ilyen éjjellátókkal rendelkező páncélos alakulat érkezett, és a csatákban részt is vettek, de nem használták az időjárás miatt, leszerelték őket [52], [53], [54], [55], [56].

Ma minden korszerű reguláris hadsereg rendelkezik ilyen képességekkel. Libanont az Amerikai Egyesült Államok látta el ilyen eszközökkel, és a szír polgárháborúban a kormányközeli alakulatok orosz eszközökkel harcoltak [57], [58], [59], [60].

²⁸ Itt értsd a nem könnyen vagy egyáltalán nem felfedezhető fényforrásokat. De fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy már használatuk az őskorban is megjelent, mint a tűz (fáklya, gyertya, mécses, izzó).

²⁹ NVG – Night Vision Goggle és FLIR – Forward Looking Infrared. Itt együtt tárgyaljuk, de nem kívánjuk egybe-mosni. Fő különbség a működésükből adódik.

³⁰ Meg kell itt említeni, hogy az Apache (AH-64A) helikopterekre 1984-ben szerelték fel [51].

³¹ „Mi uraljuk az éjszakát” – amerikai katonai szlogen.

³² Itt értsd a második afgán háború iszlamista és szeptarista fegyveres ellenállóit.

³³ Például kombinált hőérzékelő és fényerősítő típusok.

³⁴ Dr. Vladimir K. Zworykin nevéhez fűződik az első kereskedelembe is kapható típusok kifejlesztése [68].

³⁵ Itt Panther.

³⁶ Az FG 1250 típusú éjjellátó rendszer (Spanner) parancsnoki kupolára szerelt 200 Watt teljesítményű infrafény-szóró, de repülőkre és hajókra szánt német prototípusok is léteztek [56].

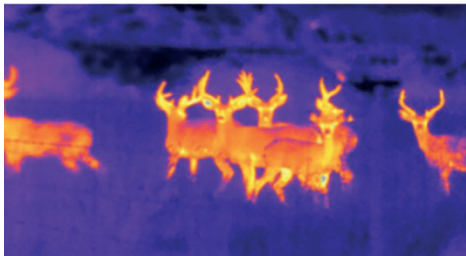
³⁷ „Vámpír” ZG 1229 [57].

Híradások szerint, a Magyar Honvédség Modernizációs Intézete is „éjjellátóval és infratávcsővel ellátott ballisztikai számítógéppel kombinált tűzvezető rendszer” kifejlesztésén dolgozik. Az amerikai fejlesztések az ENVG családdal olyan képességgel kívánják ellátni az egységeket, amely szenzorok segítségével éjjel-nappal egyaránt megfigyelést³⁸ és – vezetékek nélküli kapcsolattal szállított kép alapján (fedezék mögül) – közvetett célzást tesznek lehetővé, amelyet a tervek szerint 2021-re rendszeresítenek [61], [62], [63].

Napjainkban sok híradás szól a harctér látáskorlátozó körülmények között végrehajtott, ezt leküzdő eszközökkel megvalósított műveletekről. Az ukrán–orosz konfliktust a második minszki békeszerződést követően alacsony intenzitású cselekmények, úgynevezett „lopakodó offenzíva” jellemzi, amiben nagy szerep jut ezen eszközöknek. „A nehézfegyverzet helyett az ukrán erők a meglepetésre és a mozgékonyagra építenek. Több esetben is éjszaka hajtották végre az előrenyomulást, kihasználva, hogy a szeparatista erők sem kiképezve, sem felszerelve nincsenek éjszakai harcra” [64].

Hogy mennyire előkelő helyen vannak a műveletek során, más nem is mutatja jobban, mint hogy a San Diego-i Core Systems vállalat éjjellátó szemüveggel nézhető, Raptor–RLC2001 névre keresztelt rugged³⁹ laptopot fejlesztett ki [65].

A Rezvani az első a nagyközönség számára is elérhető olyan gépjármű, ami rendelkezik ezzel a képességgel (lásd a 7. ábrát) [66].



7. ábra

Rezvani gépjármű tank modellje kereskedelmi forgalomban kapható. Felszerelhető éjjellátó és rejtési képességgel [67], [69]

³⁸ Itt az ENVG-III. Korábbi generáció korlátait kiküszöböli, mint köd, eső [62].

³⁹ Terepi használatra tervezett típus.

Az éjjellátók sikere abban van, hogy különösen hatékonyak a közelharcban és a városi környezetben. A járművezetők és a támogató csapatok is használják ezt a berendezést, hogy úgy végezhessek el éjszaka a manővert, mintha azt nappal tennék.

A cikk terjedelmi korlátai miatt a félvezető képkalkotásról és a CCTV⁴⁰-kameráról pár szót említünk meg csak. Folyamatos fejlődésük ellenére⁴¹ a nagy előrelépést a félvezetők⁴² és a digitális technika, illetve az internet technikai vívmányai hozták el ennél az eszköznél. Első használata a rakéták tesztelése során történt 1942-ben, Németországban.⁴³ A kilövések megfigyelésére alkalmazták őket. Az Amerikai Egyesült Államokban 1949-ben kerültek kereskedelmi forgalomba. Használatuk hamar elterjedt a rendvédelemben és a forgalomirányításban.⁴⁴ Távfelügyeletet tesznek lehetővé és kiegészítő digitális technikákkal együtt számtalan lehetőség rejlik bennük⁴⁵[70], [71].

A látás közvetett területéhez tartozó célzást segítő eszközökről pár szót kell ejtenünk a lézertechnológia gyors fejlődésének köszönhetően, amely a fénytartományon kívüli érzékelést tette lehetővé a célok érzékelésében. A távolságmérők lehetnek sztereoszkópiusak vagy koincidenciásak, elektronikai vagy optikai működési elvűek, illetve lézer- és infravörös fényvel is működhetnek. Lényeges különbség nincs közöttük. Ennek a technikának⁴⁶ lényeges szerepe jut a pontos célzás szempontjából. A taktikai egységek fel vannak szerelve ezen eszközökkel, sok esetben be vannak építve az éjjellátókba. Napjainkban használatuk elterjedt a térbeli modellezésnél is, illetve a mesterséges intelligenciával rendelkező eszközök fejlesztésében jut szerep számukra [72].

A szemüvegek régóta ismertek. Már a 19. században a maihoz hasonló kerettel rendelkező típusok készültek, de a hadsereg számára nagy mennyiségben a világháborúk alatt kezdték gyártani. A légierőnek és a repüléshez speciális típusokat fejlesztettek ki. Kiemelkedően népszerűek voltak az űrhajósoknak készült prototípusok. A polarizált lencse⁴⁷ az 1980-as évek divattermékévé vált.

A védelmet tekintve az UV elleni⁴⁸ eszközként már 1913-ban szabadalmaztaták.⁴⁹ Mára a helyi viszonyokhoz igazított típusok a felszerelések részei. Ilyen az Irakban használt speciális brit szemüveg, amelyet a sivatagi porviharra terveztek (lásd a 6. c) ábrát) [74].

Számos fejlesztési irány mutatja, hogy ezek a képességek fölényt biztosítanak. A legkorszerűbb hadsereggel rendelkező ország, az USA is célul tűzte ki, hogy az éjjellátók területén elvesztett hegemóniát visszaszerzi.

Sok országban prioritás a légi forgalmi bűncselekmények visszaszorítása és a védelmi rendszer korszerűsítése, amelynek oka az észlelés és a lopakodó technológiák közötti

⁴⁰ Closed-circuit Television.

⁴¹ Thomas Edison és William Dickson találmányának köszönhetően már 1893-ban sor került mozgókép bemutatására [72].

⁴² Charge-Coupled Device és Complementary Metal-Oxide Semiconductor.

⁴³ Siemens AG.

⁴⁴ Itt Vericon vállalat.

⁴⁵ Ezekben az érzékelőkben rejlő lehetőségeket még csak most kezdjük kihasználni. Ezalatt értjük a robotlátást is [73].

⁴⁶ Itt range finder, target designator, beam rider.

⁴⁷ 1940-ben már piacra került [74].

⁴⁸ UV- és nem teljes infravédelemmel rendelkezik.

⁴⁹ Sir William Crookes találmánya.

véget nem érő verseny. Ezt a drónok és a katonai távolságmérők, céljelölők fejlesztése és elsősorban a lézer iránti növekvő igény generálja.

Összefoglalás

A harctéri világítás és látás katonai aspektusai nem egy végletekig kitárgyalt, kiforrott terület, hanem még napjainkban is dinamikusan fejlődő alfejezet. 2018-ban és 2019-ben is számtalan újtásról olvashattunk. Jelenleg széles körben elterjedt a látást biztosító és korlátozó eszközök alkalmazása, készségi szintű használata hozzátartozik a korszerű harcászati ismeretekhez. Az irodalom a látást korlátozó, rontó és a látást elősegítő eszközöket a jövőben is fejlődő területnek tartja nemcsak a klasszikus harcászatanban, hanem alacsony intenzitású műveletek során is. Kedveltsége a rendfenntartó alakulatoknál egyre nagyobb. Széles körű szerepét figyelembe véve ismertettünk egy csoportosítási koncepciót, amely könnyen alkalmazható, és segíti a rendszerezést a szakemberek számára, mivel ezzel a potenciális lehetőséggel rendelkező és fejlődő területtel érdemes foglalkozni az operatív, de még a hadművelleti területen kívül a biztosító vagy katasztrófaelhárításban részt vevő egységeknek is a feladatok sikeres végrehajtása érdekében.

Hivatkozások

- [1] P. J. Jasztrab és G. Gúth, „A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete I. rész,” *Hadmérnök*, 10. évf. 1. sz., p. 259., 2015.
- [2] P. J. Jasztrab és G. Gúth, „A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete II. rész,” *Hadmérnök*, 10. évf. 4. sz., pp. 6–13., 2015.
- [3] Szun-Ce, „A hadviselés törvényei,” (fordította: Tőkei Ferenc), [Online]. Elérhető: <http://mek.oszk.hu/01300/01345/01345.htm> (Letöltve: 2019. 06. 01.)
- [4] C. Von Clausewitz, *A háborúról*. Budapest: Athenaeum Irodalmi és Nyomdai R.-T., 1917, pp. 91., 97., 161–165.
- [5] S. Munk, „A helyzetértékelés során felhasznált tudásösszetevők a katonai vezetésben,” *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6. évf. 1. sz., pp. 95–112., 2002.
- [6] A. Löffken, „Zweckmäßigkeit und Sicherheit des Luftschuttraumes im Keller”, *Gasschutz und Luftschutz*, Vol. 10. No. 2. 21–38., 1940. [Online]. Elérhető: <http://download.gsb.bund.de/BBK/BBKNV194002.PDF> (Letöltve: 2016. 12. 10.)
- [7] Wikipedia the free encyclopedia, „Battle of Macau,” *Wikipedia the free encyclopedia*, 2019. [Online]. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_Macau (Letöltve: 2019. 07. 01.)
- [8] Wikipedia the free encyclopedia, „Smoke screen,” *Wikipedia the free encyclopedia*, 2019. [Online]. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Smoke_screen (Letöltve: 2019. 08. 01.)
- [9] Headquarters Departments of the Army, Navy, and the Air Force and Commandant MCMC, „Treatment of Chemical Agent Casualties and Conventional Military Chemicals Injuries,” Field Manual No. 8–285., *Headquarters Departments of the*

- Army, Navy, and the Air Force and Commandant MCMC* 1995. [Online]. Elérhető: www.public.navy.mil/surfor/documents/p_5041.pdf (Letöltve: 2019. 07. 01.)
- [10] Wikipedia the free encyclopedia, „Stun grenade,” *Wikipedia the free encyclopedia*, 2019. [Online]. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Stun_grenade (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [11] Physicians for Human Rights and INCLO, „Disorientation Devices Flash-Bang/Stun Grenades,” *Physicians for Human Rights and INCLO*, 2019. [Online]. Elérhető: www.inclo.net/pdf/lethal/DDfactsheet.pdf (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [12] C. Gage, „Chapter 9: Smoke,” *tothosewhoserved.org*, 2016. [Online]. Elérhető: tothosewhoserved.org/usa/ts/usatsc02/chapter09.html (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [13] US National Archive Catalog, „Soldiers of the 161st Chemical Smoke Generating Company, U.S. Third Army, move a barrel of oil in preparation to refilling an M-2 smoke generator, which spews forth a heavy cloud of white smoke. These men are engaged in laying a smoke screen to cover bridge building activities across the Saar River near Wallerfangen, Germany,” *US National Archive Catalog*, [Online]. Elérhető: <https://catalog.archives.gov/id/531229> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [14] Evike.com, Inc., „G&G M18 Dummy Smoke Grenade BB Can Set. (Red/Yellow),” *Evike.com, Inc.*, [Online]. Elérhető: www.evike.com/products/29933/ (Letöltve: 2019. 08. 10.)
- [15] M. Dorosh, „Images,” *boardgamegeek.com*, 2014. [Online]. Elérhető: <https://boardgamegeek.com/image/2251328/michael-dorosh> (Letöltve: 2019. 08. 01.)
- [16] B. Anderberg és M. L. Wolbarsht, *Laser weapons: the dawn of new military age*. New York: Plenum, 1992, pp. 1–2, 6–7, 12–13., 43., 214.
- [17] I. Ponomarenko, „Another blinding laser attack on Ukrainian soldier reported in Donbas war zone,” *Kyiv Post*, 2018. [Online]. Elérhető: www.kyivpost.com/ukraine-politics/another-blinding-laser-attack-on-ukrainian-soldier-reported-in-donbas-war-zone.html (Letöltve: 2019. 08. 10.)
- [18] J. Levy, *Ötven fegyver, ami megváltoztatta a világot*. Budapest: Kossuth Kiadó, 2015.
- [19] The Editors of Encyclopaedia Britannica, „Grenade,” *Encyclopaedia Britannica, Inc.*, 2019. [Online]. Elérhető: www.britannica.com/technology/grenade (Letöltve: 2019. 07. 26.)
- [20] M. Peck, „The German Navy Is Building A Laser Cannon,” *The National Interest*, 09 08 2019 [Online]. <https://nationalinterest.org/blog/buzz/german-navy-building-laser-cannon-66531> (Letöltve: 2020. 07. 22.)
- [21] Army Recognition Group, „Boeing new laser gun proves its ability to counter USA threats,” *armyrecognition.com*, 2019. [Online]. Elérhető: www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/boeing_new_laser_gun_proves_its_ability_to_counter_uas_threats.html (Letöltve: 2019. 10. 08.)
- [22] D. Nagy, „Az Egyesült Királyság lézerfegyvereket használna rakéták és drónok megsemmisítésére,” *raketaezred.hu*, 2019. [Online]. Elérhető: www.raketaezred.hu/index.php/hirek/szakmai-hirek/1176-az-egyesult-kiralysag-lezerfegyvereket-haszalna-raketak-es-dronok-megsemmisitesere (Letöltve: 2019. 08. 10.)
- [23] HVG, „Lézerfegyvert szerel fel katonai repülőgépeire az USA – videón mutatjuk, hogyan működik,” *HVG*, 2018. [Online]. Elérhető: <https://hvg.hu/tudo>

- [many/20180321_amerikai_legiero_lezerfegyver_teszteles_usaf](#) (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [24] CNN Twitter, „CNN got exclusive access to a US Navy live-fire test of the world's first laser weapon,” *CNN Twitter*, 2017. [Online]. Elérhető: <https://twitter.com/cnn/status/887180857127129088> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [25] J. Scitutto és D. van Heerden, „CNN witnesses US Navy's drone-killing laser,” CNN, 2017. [Online]. Elérhető: <https://edition.cnn.com/2017/07/17/politics/us-navy-drone-laser-weapon/index.html> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [26] CNN, „Watch the US Navy's laser weapon in action,” CNN, 2017. [Online]. Elérhető: <https://edition.cnn.com/videos/politics/2017/07/17/us-navy-active-laser-weapon-orig.cnn/video/playlists/mobile-digital-features/> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [27] J. Winger, „Strobe Function in a Flashlight for Law Enforcement,” *tacticalogy.com*, 2017. [Online]. Elérhető: www.tacticalogy.com/strobe-function-flashlight-for-law-enforcement/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [28] T. Bartha, „A nem halálos fegyverek és alkalmazásuk lehetőségei a Magyar Honvédség egyes nem háborús katonai műveleteiben,” Doktori értekezés, ZNME, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2005. pp. 37–38., p. 62.
- [29] R. J. Bunker, „Nonlethal weapons: Terms and References,” *INSS Occasional Paper 15*, Colorado: USAF Institute for National Security Studies, USAF Academy, 1997.
- [30] D. Hambling, „The Long, Weird History of Strobe Weapons,” *popularmechanics.com*, 2019. [Online]. Elérhető: www.popularmechanics.com/military/weapons/a26253652/history-strobe-weapons/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [31] S. R. Gourley, „'Green Eyes' Provides Escalation of Force Capabilities for CROWS,” *defensemedianetwork.com*, 2011. [Online]. Elérhető: www.defensemedianetwork.com/stories/ausa-2011-green-eyes-provides-escalation-of-force-capabilities-for-crows (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [32] S. Wagner, „Warum der Mensch das Licht braucht,” *bleiben-sie-sicher.de*, 2016. [Online]. Elérhető: www.bleiben-sie-sicher.de/weitere-themen/warum-der-mensch-das-licht-braucht/ (Letöltve: 2019. 07. 30.)
- [33] S. Chen, „China brings Star Wars to life with 'laser AK-47' that can set fire to targets a kilometre away,” *scmp.com*, 2018. [Online]. Elérhető: www.scmp.com/news/china/diplomacy-defence/article/2153310/china-brings-star-wars-life-laser-ak-47-could-set-fire (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [34] G. Hegmann, „Sofortige Verkohlung” – So brutal ist Chinas Laser-Kalaszchnikow,” *welt.de*, 2018. [Online]. Elérhető: www.welt.de/wirtschaft/article178741776/ZKZM-500-So-brutal-ist-Chinas-unglaubliches-Laser-Gewehr.html (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [35] H. Coynash, „Russian-controlled militants reportedly use blinding laser weapons against Ukrainian border guards,” 2018. [Online]. Elérhető: <http://khpg.org/en/index.php?id=1539047261> (Letöltve: 2019. 08. 23.)
- [36] International Committee of the Red Cross, „New Protocol on Blinding Laser Weapons,” *International Committee of the Red Cross*, 1996. [Online]. Elérhető: www.icrc.org/en/doc/resources/documents/article/other/57jn4y.htm (Letöltve: 2019. 08. 23.)

- [37] International Committee of the Red Cross, „Protocol on Blinding Laser Weapons (Protocol IV to the 1980 Convention),” 1995. [Online]. Elérhető: <https://ihl-databases.icrc.org/ihl/INTRO/570> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [38] S. Sadeghi, B. G. Kumar, R. Melikov, M. M. Aria, H. B. Jalali és S. Nizamoglu, „Quantum Dot White LEDs with High Luminous Efficiency,” *Optica*, Vol. 5. No. 7. pp. 793–802., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1364/OPTICA.5.000793>
- [39] K. Doell, „Army sees 10,000 CROWS manufactured,” *army.mil*, 2012. [Online]. Elérhető: www.army.mil/article/76421/army_sees_10000_crows_manufactured (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [40] M. Nash, „Canal Defence Light (CDL) Tanks,” tanks-encyclopedia.com, 2017. [Online]. Elérhető: www.tanks-encyclopedia.com/canal-defence-light-cdl-tanks/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [41] Youtube, „Camp Bouse, La Paz County, AZ, World War II base,” *Youtube*, 2014. [Online]. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=xZFNXjpGp2U (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [42] Youtube, „Tank Chats #53 Matilda Canal Defence Light,” *Youtube*, 2018. [Online]. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=7wfGX_kYmK0 (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [43] Rostec, „Новый «Филин» Ростеха ослепит правонарушителей,” *Rostec*, 2018. [Online]. Elérhető: <https://rostec.ru/news/novyiy-filin-rostekha-oslepit-pravonarushiteley> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [44] Origo, „Nem öli meg az ellenséget, de hallucinációt okoz a fényfegyver,” *Origo*, 2019. [Online]. Elérhető: www.origo.hu/tudomany/20190207-nem-oli-meg-az-ellenseget-de-hallucinaciot-okoz-egy-ultramodern-orosz-fegyver.html (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [45] Youtube, „Служу России. Эфир 10.03,” *Youtube*, 2019. [Online]. Elérhető: www.youtube.com/watch?time_continue=353&v=ztuNnWpgrmgw (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [46] A. Arbor, „Nanoparticles could spur better LEDs, invisibility cloaks,” *news.umich.edu*, 2017. [Online]. Elérhető: <https://news.umich.edu/nanoparticles-could-spur-better-leds-invisibility-cloaks> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [47] European Commission, „Now you see it, now you don't! Invisibility cloak closer to becoming a reality,” European Commission, [Online]. Elérhető: <https://cordis.europa.eu/news/rcn/128564/en> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [48] Youtube, „New Technology Makes Troops Invisible,” *Youtube*, 2012. [Online]. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=Rqi3jpBSyCc (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [49] D. J. Drollette, „Blinding them with science: Is development of a banned laser weapon continuing?,” *thebulletin.org*, 2014. [Online]. Elérhető: <https://thebulletin.org/2014/09/blinding-them-with-science-is-development-of-a-banned-laser-weapon-continuing> (Letöltve: 2019. 08. 23.)
- [50] Vasárnapi könyv, „A tábori fényvető magyar feltalálója,” 1914. [Online]. Elérhető: <https://sites.google.com/site/azidoharcokatujraz/home/fegyvernemek/a-harc-ter-megvilagitasa> (Letöltve: 2019. 08. 01.)
- [51] O. Tsimhoni and P. Green, „Night vision enhancement system for ground vehicles: The human factor literature,” University of Michigan, Transport Research Institute, Technical Report UMTRI-2002-05, 2002, pp. 1–2, 9.

- [52] T. Miklós, „Legendák és túlzások nélkül – Páncélosok a Dunántúlon,” *újkor.hu*, 2016. [Online]. Elérhető: <http://ujkor.hu/content/legendak-es-tulzasok-nelkul-pancelosok-a-dunantulon> (Letöltve: 2019. 08. 01.)
- [53] „Párducok a harcmezőn,” *crowland.uw.hu*, 2008. [Online]. Elérhető: <http://crowland.uw.hu/images/haboru/parduc.html> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [54] T. Tihanyi, „Ezekben a napokban szörnyű páncéloscsata dült Zámolynál,” *feol.hu*, 2019. [Online]. Elérhető: www.feol.hu/hetvege/ezekben-a-napokban-szornyu-panceloscsata-dult-zamolynal-2780965/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [55] E. Matchar, „Seeing in the Dark: The History of Night Vision,” *smithsonianmag.com*, 2017. [Online]. Elérhető: www.smithsonianmag.com/innovation/seeing-dark-history-night-vision-180963357/?page=4 (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [56] I. V. Hogg, *German Secret Weapons of World War II: The Missiles, Rockets, Weapons, and New Technology of the Third Reich*. New York: Skyhorse, 2016.
- [57] Wikipedia the free encyclopedia, „Night-vision device,” *Wikipedia the free encyclopedia*, 2019. [Online]. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Night-vision_device (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [58] Wikipedia the free encyclopedia, „Zielgerät 1229,” 2017. *Wikipedia the free encyclopedia*, [Online]. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Zielger%C3%A4t_1229 (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [59] „Orosz technikával felszerelt éjjellátó távcsöveket használnak a terroristák,” *honvedelem.hu*, 2017. [Online]. Elérhető: https://honvedelem.hu/cikk/63196_orsz_tehnikaval_felszerelt_ejjellato_tavcsoveket_hasznalnak_a_terroristak (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [60] „Az Egyesült Államok új katonai felszerelést szállított a libanoni hadsereg számára,” *orientalista.hu*, 2019. [Online]. Elérhető: <https://orientalista.hu/az-egyesult-allamok-uj-katonai-felszerelést-szallított-a-libanoni-hadsereg-számára> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [61] Gy. Haraszti, „Szuperfegyver kifejlesztésén dolgozik a Magyar Honvédség,” *magyarnemzet.hu*, 2019. [Online]. Elérhető: <https://magyarnemzet.hu/belfold/szuperfegyver-kifejlesztésén-dolgozik-a-magyar-honvedseg-6970148> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [62] T. South, „This advanced night vision goggle is headed to Army and Marine units sooner than you think,” *armytimes.com*, 2018. [Online]. Elérhető: www.armytimes.com/news/your-army/2018/10/10/this-advanced-night-vision-goggle-is-headed-to-army-and-marine-units-sooner-than-you-think/ (Letöltve: 2019. 08. 10.)
- [63] N. Adde, „New Wave of Night Vision Tech to Boost Soldier Lethality,” *national-defense-magazine.org*, 2019. [Online]. Elérhető: www.nationaldefense-magazine.org/articles/2019/1/11/new-wave-of-night-vision-tech-to-boost-soldier-lethality (Letöltve: 2019. 08. 10.)
- [64] A. Rácz, „A 2017. január végi kelet-ukrajnai eszkalációpolitikai és hadműveleti háttere,” *Nemzet és Biztonság*, 10. évf. 1. sz., p. 55., 2017.
- [65] Technokrata, „Milyen egy katonai laptop? Például éjjellátó kompatibilis,” *Technokrata*, 2007. [Online]. Elérhető: www.technokrata.hu/kutyuk/smart-home/2007/07/18/milyen-egy-katonai-laptop-peldaul-ejjellato-kompatibilis/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)

- [66] I. Lakatos, „Civileknek készített katonai terepjáró lett a Rezvani Tank,” *hu.motor1.com*, 04 10 2017. [Online]. Elérhető: <https://hu.motor1.com/news/182379/civileknek-keszitett-katonai-terepjaro-lett-a-rezvani-tank/> (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [67] Rezvani Motors, „Vehicles Reinvented,” *Rezvani Motors*, 2019. [Online]. Elérhető: www.rezvanimotors.com/rezvani-tank-1#rezvani-tank-features (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [68] Wikia org., „Night vision device,” [Online]. Elérhető: https://military.wikia.org/wiki/Night_vision_device#cite_note-3 (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [69] M. Moghaddam, „6 Ridiculously Cool Features Of The Rezvani Tank,” *drivingline.com*, 2019. [Online]. Elérhető: www.drivingline.com/articles/6-ridiculously-cool-features-of-the-rezvani-tank/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [70] I. Jenkins, „A Brief History and Origin of CCTV Camera Systems,” *engineerinc.in*, 2017. [Online]. Elérhető: <https://engineerinc.in/history-origin-cctv-systems/> (Letöltve: 2019. 06. 14.)
- [71] D. Strumpf, „Army Rips Out Chinese-Made Surveillance Cameras Overlooking U.S. Base,” *The Wall Street Journal*, 2018. [Online]. Elérhető: www.wsj.com/articles/army-rips-out-chinese-made-surveillance-cameras-overlooking-u-s-base-1515753001 (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [72] R. Delgado, „From Edison to Internet: A History of Video Surveillance,” *B2C*, 2013. [Online]. Elérhető: www.business2community.com/tech-gadgets/from-edison-to-internet-a-history-of-video-surveillance-0578308 (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [73] Nokia Bell Labs, „Charge Coupled Device,” *Nokia Bell Labs*, [Online]. Elérhető: www.bell-labs.com/about/history-bell-labs/stories-changed-world/charge-coupled-device/ (Letöltve: 2019. 07. 17.)
- [74] AO Eyewear, „History,” *AO Eyewear*, [Online]. Elérhető: <https://aoeyewear.com/history> (Letöltve: 2019. 07. 17.)

Óze Zoltán¹

A vegyi fegyverek és az igazságos háború

Chemical Weapons and Just War

Az ABV-fegyverek jelentette fenyegetés évek óta növekszik a technológiai fejlődés és a változó politikai környezet hatására. A nukleáris fegyverek terjedése és a vegyi fegyverek folyamatos felbukkanása a fegyveres konfliktusokban rávilágított a nemzetközi biztonsági garanciák törékenységére [1]. A tömegpusztító fegyverek megszerzésére törekvő államok egyfajta elrettentő erőként, biztonsági garanciaként tekintenek ezekre a fegyverekre. Lehet-e igazságos egy háború, amelyben a tömegpusztító fegyverek áldozatai főként ártatlan civilek? Igazolhatja-e a jogos önvédelem e fegyverek alkalmazását? Belefér-e a Katolikus Egyház igazságos háborúról alkotott nézeteibe a vegyi fegyverek alkalmazása?

Kulcsszavak: vegyi fegyverek, igazságos háború, Katolikus Egyház perspektívája

The threat posed by CBRN weapons has been increasing for years as technology advances and the political environment changes. The proliferation of nuclear weapons and the continued emergence of chemical weapons in armed conflicts have highlighted the fragility of the safety measures of international conventions. States seeking to acquire weapons of mass destruction see these weapons as a form of deterrent, a guarantee of security. Can a war in which the victims of weapons of mass destruction are mainly innocent civilians be fair? Can legitimate self-defense justify the use of these weapons? Does the use of chemical weapons fit into the Catholic Church's views on just war?

Keywords: chemical weapons, just war, Catholic Church perspective

Bevezetés

Kétségtelen, hogy a háború az államok kapcsolatában az egyik legrégebbi intézmény, sőt az államok háborúindítási joga, a *ius ad bellum* a 20. századig politikailag és jogilag

¹ Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Tanfolyamszervező Intézet, kiemelt főtiszt, e-mail: ozezoltan@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4959-0294>

nem is volt vitás. Az 1907. évi harmadik hágai egyezmény is csak alaki feltételt szabott: a háború megindítását hadüzenetnek vagy ultimátumnak kell megelőznie [2].

A háborúindítás jogát ugyan az igazságos háború eszméje próbálta nehezíteni, amelyet Szent Ágoston fogalmazott meg (4. század), és Aquinói Szent Tamás (13. század) foglalt rendszerbe. „Bár Szent Tamás is mint teológus szól a kérdéstről, mégis abban a cikkelyben, amelyben a jogos háború három feltételét megállapította, tulajdonképpen a természetjoghoz tér vissza [...]” [3: 14]. Az eszmét H. Grotius még a 17. században is elfogadta. E felfogás szerint a háború akkor igazságos, ha azt „az Isten parancsának végrehajtására vagy önvédelem és jogsértés megtorlására indítottak” [4].

A cikk a vegyi fegyverek és az igazságos háború eszmerendszerét vizsgálja.

Az igazságos háború fogalma

Az igazságos háború régi (vallási) elméletének alapja egyfelől a skolasztikus filozófia és a kánonjog; másfelől, (inkább a gyakorlat és a jus in bello oldaláról) a római jog és a lovagi hadviselés szabályai. Szent Ágoston az igazságos háborút a felebarát szeretetéből vezette le, alapparadigmáját a támadó – áldozat – (keresztény) szemlélő háromszögben mutatja be [2]. Szerinte akkor kell igazságos háborút indítani és viselni az eretneknek és általában a bűnösök ellen, ha a háború illeszkedik Istennek a megváltást elősegítő szándékaihoz, illetve akkor lehet igazságos háborút viselni, ha a háború vívása során a háborút vívó katonák szándéka az isteni szándékot tükrözi. Ennek a koncepciónak az alapja Isten megváltó szándéka és a megváltás terve [5]. Mivel a szemlélő szereti az áldozatot, ezért megvédi; de mivel a támadót is szereti, csak abban a mértékben használ vele szemben erőszakot, amennyiben ez ártalmatlanná tétele érdekében szükséges: ez egyszerre ad eligazítást a jus ad bellumra és a jus in bello-ra vonatkozóan. A harc jogossága a felek álláspontjainak az isteni igazsághoz való közelségüktől függött. Ennek mércéjét Aquinói Szent Tamás állította össze a Summa Theologicában; alapvető kritériumai az igazságos ok, a helyes szándék, és a legitim hadviselő hatóság. Más középkori források további kritériumként említik, hogy a háború célja a béke legyen, csak végső esetben indítsák, és arányos legyen az elérendő céllal (összességében). Már ekkor megjelennek a későbbi jus in bello alapelvei, az arányosság és a megkülönböztetés [2].

Az „igazságos háború” hagyományos elmélete három fő kérdés köré épül: a háború indításának joga, a hadviselés szabályai, valamint a háború utáni rendezés szabályai, avagy a skolasztikus szóhasználatban: *jus ad bellum*, *jus in bello* és *jus post bellum*. Mostanság azonban mindenekelőtt a középső fogalomra, azaz a *hadviselés szabályaira* irányul a figyelem. Ezen belül határozhatók meg legkönnyebben az egyértelmű jogsértések, még ha oly ritkán kerülnek is nyilvánosságra, és még ritkábban sújtják őket büntetéssel. A *jus in bello* két alapszabálya a harcban részt vevők és a harcban részt nem vevők megkülönböztetése (amely utóbbiakat a lehető legnagyobb mértékben kímélni kell), illetve az arányosság, vagyis erőszakot csak abban a mértékben lehet alkalmazni, amennyiben az előmozdítja a háború sikeres befejezését [6].

Ezen alapelvek tartalma és értelmezése változó volt. Az igazságos ok jelenthetett beavatkozást az ártatlanok védelmében (Szent Ágoston), az isteni büntetés eszközt (Aquinói Szent Tamás), önvédelmet (bár ezt Ágoston nem fogadta el, a bűnös

önszeretet jelének tekintette), vagy – a kereszténységen kívüli ellenfél esetében – szabályok nélküli „szent háborút” (például a keresztes hadjáratok esetén). A helyes szándék egyértelműen a jóhiszeműséggel, egy kívülről nehezen bizonyítható fogalommal azonos. A legitim hatalom eredetileg a fejedelmet, majd jóval később a szuverén államot jelentette: állam alatti szereplők számára először Kálvin vindikálta a zsarnok elleni felkelés jogát. Az utolsó lehetőség és az általános arányosság követelménye az erőszak-alkalmazást kívánja korlátozni minden esetben, az igazságos béke a háború igazságosságának kérdését a háború utáni politikai rendre is kiterjesztette [2].

Hangsúlyozandó, hogy az igazságos háború inkább eszmeáramlat, mintsem egységes elmélet, ez is magyarázza végső soron totális alkalmatlanságát a jus ad bellum területén bármilyen szabályozás létrehozására. „Az igazságos háború bármely elméletében csak az egyik félnek lehet igaza, »amint hogy egy per sem lehet ilyen [t. i. mindkét félre nézve igazságos]«, „az ellenségre rábizonyítani igazságtalan voltát viszont rendkívül nehéz [...]” [2]. Az igazságos háború tana azonban nehezen értelmezhető korunk fegyveres konfliktusaiban, hiszen – erősen kétséges hatékonysága mellett – a háború okának megállapítása eleve szubjektív. Homlokegyenest más érthető az „igazságos” kifejezés alatt, és egyébként is csak a Civitas Christiana-hoz tartozó államokra volt érvényes. Például Francisco de Vitoria lényegében elfogadta az Újvilág meghódítását a civilizáció terjesztése érdekében [4].

A Katolikus Egyház álláspontja a háborúról

A világban egyre terjedni látszó háborús konfliktusok, és különösen a Szíriában zajló háború közepette számos katolikus gondolkozhat azon, vajon az egyház milyen útmutatást ad az ilyen helyzetek kezelésére. A Katolikus Egyház a következőket tanítja a háború és béke kérdésében [8], [9]:

1. „A támadó háború önmagában erkölcstelen” [8].
2. „Az erkölcsi törvény háború alatt is érvényben van” [8].
3. „Igazságosan háborúba bocsátkozni szigorú feltételekhez kötött” [8].
 - A támadó fél által indukált veszteség tartós, súlyos és minden kétséget kizáró kell, hogy legyen [8].
 - A károkozás abbahagyására használt minden eszköz használhatatlannak vagy hatástalannak kell, hogy bizonyuljon [8].
 - „A sikerhez szükséges feltételek meg kell, hogy legyenek” [8].
 - „A fegyveres erő alkalmazása nem okozhat súlyosabb kárt, mint maga a megszüntetendő rossz. A modern pusztító eszközök hatékonysága nagyon súlyosan esik latba e feltétel mérlegelésében (vö. A Katolikus Egyház Katekizmusa, 2309.)” [8].
4. „A nem harcolókat, a sebesült katonákat és a hadifoglyokat tisztelni kell és emberségesen kell velük bánni” [8].
5. „Ezeket az elveket körültekintő mérlegeléssel kell alkalmazni” [8].
A hívő katolikusok saját értékítéletük alapján mérlegelhetik az adott szituációban, hogy fennáll-e az igazságos háború feltétele.
6. Egyes személyek radikális erőszakmentességre rendeltettek.

„Akik lemondanak az erőszakos és véres tettekről és az emberi jogok biztosítására a védekezésnek a leggyengébbek számára is hozzáférhető eszközeihez folyamodnak, az evangéliumi szeretetről tanúságot tesznek, föltéve, hogy ez megtehető a többi ember és a társadalom jogainak és kötelességeinek kára nélkül. Törvényesen tanúsítják az életet és tárgyakat pusztító erőszakhoz folyamodás fizikai és erkölcsi veszedelmének súlyosságát. (A Katolikus Egyház Katekizmusa, 2306.)” [8].

A háború nem szerepel Isten tervében, az a bűn, a bűnbeesés következménye, amely a megváltás után is tapasztalati tény marad.

A történelem folyamán az ágostoni gondolatokból a Katolikus Egyház több elemet elvetett, illetve nem tartott aktuálisnak, a 20. század során a háborúk egyik radikális ellenzőjévé és a béke határozott védelmezőjévé vált. Elméletileg és teológiailag fenn-tartja ugyan az igazságos háború lehetőségét, de azt csak a tisztán honvédő háború esetében látja megvalósulni, mégpedig az arányos védelem elvei alapján. A Katolikus Egyház nem az egyes fegyveres konfliktusok megítélésével foglalkozik, hanem minden erejével a békét kívánja előmozdítani.

Vegyi fegyverek szerepe a fegyveres konfliktusokban

A vegyi fegyverek újra reneszánszukat élik. A közelmúltban, a legnagyobb mennyiségben a szíriai konfliktusban bukkantak fel ezek a tömegpusztító fegyverek, mind az ágensek száma, mind a célba juttatás eszközeinek változatos formája megdöbbentő. A felhasználók között ugyanúgy megtalálhatók az állami, mint a nem állami szereplők. Az ENSZ Vegyi fegyver Tilalmi Szervezete (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (UN-OPCW) Joint Investigative Mechanism (JIM) döntő szerepet játszott mind a felhasznált anyagok, mind az elkövetők beazonosításában.

Az ABV-fegyverekkel végrehajtott támadásokat elemezve egyértelműen kiderül, hogy a fenyegetettség spektruma tágult. A Közel-Keleten olyan első világháború korabeli vegyi fegyvereket is bevetettek, mint a mustárgáz, ugyanakkor volt példa jóval szofisztikáltabb ideggáz alkalmazására is. Szíriában kis túlzással majdhogynem olyan méreteket öltött a vegyifegyver-alkalmazás, mint szilveszterkor a tűzijáték, lőtték rakétával, ledobták hordóban, helikopterről. Előszeretettel használták a kormányerők és a különböző terroristaszervezetek is, a skála a gyártáshoz nagy szaktudást igénylő szarintól kezdve az iparban széles körben használt, így könnyen hozzáférhető klórig terjedt.

A vegyi fegyverek megítélése a Katolikus Egyház szerint

A tömegpusztító fegyverek általános megítéléséről a Katolikus Egyház Katekizmusa 2314 nyújt iránymutatást: „Minden olyan háborús cselekmény, mely egész városoknak vagy széles területeknek és lakosságuknak különbségtétel nélkül való elpusztítását célozza, bűncselekmény Isten és ember ellen, amit következetesen és habozás nélkül kárhoznatni kell.” A modern háború azzal a kockázattal jár, hogy alkalmat nyújt ilyen büntények elkövetésére azoknak, akik tudományos fegyverek, különösen atom-,

biológiai vagy vegyi fegyverek birtokában vannak. Erről elég sok deklaráció született, például legutóbb Ferenc pápa Japánban tett látogatása alkalmával.

Bernardito Auza érsek szentszéki ENSZ-megfigyelő 2017. március 15-én az ENSZ Biztonsági Tanácsának New York-i ülésén felhívta a figyelmet arra, mennyire könnyen kerülnek a tömegpusztító fegyverek a terroristák kezébe, és élesen elítélte a jelenséget, amely elősegíti és meghosszabbítja az erőszakos konfliktusokat [10].

A vegyi fegyverekről konkrétan pedig Ferenc pápa 2018-ban a következőket mondta: „Szíriából bombázásokról érkeznek szörnyű hírek, több tucat áldozat van, köztük sok nő és gyermek. Arról is szólnak a hírek, hogy sok embert a bombákban lévő vegyi anyagok pusztító hatása sújtotta. Imádkozunk az összes elhunytért, a sebesültekért, a szenvedő családokért! Nincs jó vagy rossz háború, és semmi, de semmi sem igazolhatja ezeknek a megsemmisítő eszközöknek a használatát védtelen emberekkel és népekkel szemben. Imádkozunk, hogy a politikai és katonai vezetők a másik utat, a tárgyalás útját válasszák, hiszen az az egyedüli út, amely olyan békét tud hozni, amely nem a halál és a pusztítás békéje” [11].

Ezen irányelvekből egyértelműen levonható a következtetés, hogy a vegyifegyveralkalmazás nem tartozik az igazságos háború eszmerendszerébe.

Összegzés

A háborúról szóló katolikus tanítás olyan felismerésekből indul ki, amelyek a népek általános tapasztalatában, illetőleg a Biblia világában már a kereszténység előtt is jelen voltak [12]. A 20. és a 21. században főként az kívánt új hangsúlyokat a Katolikus Egyház részéről, hogy addig soha nem ismert hatású tömegpusztító fegyverek jelentek meg, elsősorban a vegyi, a nukleáris és a biológiai fegyverek [13]. Noha az egyházi tanítás alapelvei az igazságos háborúról érvényben maradtak, belőlük kiindulva új irányelveket is megfogalmaztak [14], [15]. Az igazságos háború kifejezés nem a háborúk igazolását jelenti. Az alapvető törekvés az, hogy az ilyen konfliktusok megakadályozására minden lehetőséget fel kell használni. A háború során – még ha az igazságos volna is – nem válik minden megengedetté az ellenséggel szemben. Különösen az új fegyverek tömegpusztító hatása, amely szinte elháríthatatlanul sújtja a polgári lakosságot is, általános erkölcsi elutasító álláspontot váltott ki főleg a nukleáris fegyverekkel szemben [12]. Eszerint ezeknek a hatása ellenőrizhetetlen, és ezért a használatuk erkölcsileg egyáltalán nem megengedett [12]. A háború igazságosságának végső alapja a jogos önvédelem, a tömegpusztító fegyverek, beleértve a vegyi fegyvert azonban a tapasztalatok alapján olyan mértékű pusztítást okoznak a civil lakosság körében, amelynek egyenes következménye, hogy ilyen fegyverek gyártása és birtoklása erkölcsileg elfogadhatatlan.

Hivatkozások

- [1] N. Kiglics szerk., „II. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Tanulmánykötet,”

2017. [Online]. Elérhető: www.uni-pen.hu/files/konferencia/2017/Teljes_konf_tanulmánykotet.pdf (Letöltve: 2019. 12. 15.)
- [2] P. Szigeti, „Jus ad bellum normák a jelenkori fegyveres konfliktusokban,” *debrecenijogimuhely.hu*, [Online]. Elérhető: www.debrecenijogimuhely.hu/archivum/otdk_kulonszam/jus_ad_bellum_normak_a_jelenkori_fegyveres_konfliktusokban/ (Letöltve: 2019. 12. 05.)
- [3] G. Péterffy, „Szent Tamás tanításának patrisztikus forrásai – A Háború,” Budapest, 1941. [Online]. Elérhető: http://mtdaportal.extra.hu/books/peterffy_gedeon_a_haboru.pdf (Letöltve: 2020. 01. 07.)
- [4] J. Bruhács, *Nemzetközi Jogl.* Budapest: Dialóg Campus Kiadó – Nordex Kft., 2014, p. 176.
- [5] L. Újházi, „Szent Ágoston »háborúelméletének« korai forrásai,” in *A Természetjog Napja II.*, Budapest: Pázmány Press, 2019, pp. 239–259.
- [6] G. Wills, „Mi az igazságos háború?,” *beszelo.c3.hu*, 2004. [Online]. Elérhető: <http://beszelo.c3.hu/cikkek/mi-az-igazsagos-haboru> (Letöltve: 2019. 12. 04.)
- [8] Katolikus Válasz, „6 dolog, amit minden katolikusnak tudnia kellene az »igazságos háború« elvéről,” *Katolikus Válasz*, 2017. [Online]. Elérhető: https://katolikusvalasz.blog.hu/2017/04/10/6_dolog_amit_minden_katolikusnak_tudnia_kellene_az_igazsagos_haboru_elverol (Letöltve: 2019. 12. 03.)
- [9] Magyar Kurír, „Ferenc pápa üzenete a béke 50. világnapjára,” *Magyar Kurír*, 2016. [Online]. Elérhető: www.magyarkurir.hu/hirek/ferenc-papa-uzenete-beke-50-vilagnapjara (Letöltve: 2019. 12. 05.)
- [10] Magyar Kurír, „A szentszéki ENSZ-megfigyelő felemelte hangját a fegyver- és emberkereskedelem ellen,” *Magyar Kurír*, 2017. [Online]. Elérhető: www.magyarkurir.hu/kitekinto/a-szentszeki-ensz-megfigyelo-felemelte-hangjat-fegyver-es-emberkereskedelem-ellen (Letöltve: 2019. 12. 04.)
- [11] Magyar Kurír, „Ferenc pápa vasárnap délben: Semmi sem igazolhatja vegyi fegyverek alkalmazását!,” *Magyar Kurír*, 2018. [Online]. Elérhető: www.magyarkurir.hu/hirek/ferenc-papa-vasarnap-delben-semmi-sem-igazolhatja-vegyi-fegyverek-alkalmazasat (Letöltve: 2019. 12. 04.)
- [12] P. Erdős, „Hadviselés és háború a Katolikus Egyház tanításában,” *Magyar Sion*, 53. évf. 2. sz., pp. 269–281.
- [13] L. Újházi, „A nukleáris elrettentés a katolikus egyház megnyilatkozásainak a fényében,” *Hadtudományi Szemle*, 12. évf. Klmsz., pp. 339–359., 2019. DOI: <https://doi.org/10.32563/hsz.2019.1.ksz.23>
- [14] Az Igazságosság és Béke Pápai Tanácsa, „Az Egyház társadalmi tanításának compendiuma,” [Online]. Elérhető: www.vatican.va/roman_curia/pontifical_councils/justpeace/documents/rc_pc_justpeace_doc_20060526_compendio-dott-soc_hu.html (Letöltve: 2019. 12. 06.)
- [15] L. Újházi, „Az »igazságos háború« tan elemeinek tovább élése a jelenkori fegyveres konfliktusoknál,” in *Az igazságos háború elvétől az igazságos békéig*, I. Gócze szerk., Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2017, pp. 21–41.

Beregi Alexandra Lilla¹

Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája (2012) a mai biztonságpolitikai kihívások tükrében

Hungary's National Security Strategy (2012) in the light of Current Security Policy Challenges

A tanulmány célja, hogy bemutassa Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiáját (2012) a mai biztonságpolitikai trendek tükrében. A dolgozat tézise szerint a stratégiában szereplő, Magyarországot meghatározó biztonságpolitikai környezet, biztonságpolitikai érdekek, biztonsági fenyegetések, kihívások és azok kezelése, valamint a stratégia végrehajtásának eszközrendszere a globális biztonságpolitikai trendek hatására elavult és idejétmúlt. Napjaink legmeghatározóbb biztonságpolitikai kihívásai a (1) globalizáció; (2) digitalizáció; (3) globális felmelegedés és a (4) nyersanyagforrások kimerülése. Ezért szükséges egy olyan új stratégia megírása, amely összhangban áll a globális, kiváltképp az európai biztonsági trendekkel, amelyek mentén meghatározhatók Magyarország biztonságpolitikai kihívásai és azok kezelésének lehetőségei.

Kulcsszavak: biztonságpolitika, stratégia, biztonsági kihívások, globális kihívások

The purpose of the study is to present Hungary's National Security Strategy (2012) in the light of current security policy trends. The thesis of the article is that the security policy environment, security interests, security threats, challenges and their management, as well as the tools used to implement the Strategy following the global security policy trends, are obsolete and outdated. The most pressing security policy challenges today are (1) globalisation; (2) digitisation; (3) global warming and (4) depletion of raw material resources. Therefore, it is necessary to write a new Strategy, which is in line with the global, especially European, security trends, and along which Hungary's security policy challenges and their solutions can be identified.

Keywords: security policy, strategy, security challenges, global challenges

¹ Honvédelmi Minisztérium, titkárságvezető, e-mail: beregi@uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0436-4875>

Bevezetés

Napjaink legmeghatározóbb biztonságpolitikai kihívásai a (1) globalizáció; a (2) digitalizáció; a (3) globális felmelegedés és a (4) nyersanyagforrások kimerülése [1]. Az Európát érintő biztonságpolitikai trendek meghatározzák Magyarország biztonságpolitikai kihívásait, törekvéseit és céljait. A globális trendek mellett az európai biztonságot ma leginkább (1) az illegális migráció és annak következményei; (2) a terrorveszélyeztettség; (3) a regionális konfliktusok és azok eszkalálódásának lehetősége; valamint (4) az európai hatalmi dominancia érdekében folyó európai uniós és külső küzdelem határozza meg.

Napjaink rendkívüli dinamikájú és komplex folyamatai közepette a biztonságpolitika egyik alapvető feladata, hogy leegyszerűsítse, rendszerezze és meghatározza azokat a legfontosabb tényezőket, amelyek minimálisan, viszont elégségesen szükségesek a biztonság aktuális folyamatainak megértéséhez.

A globális trendek:

- I. a globalizáció és a transznacionalizmus,
- II. a digitális-technológiai forradalom,
- III. a létszükségletek, a nyersanyagok és erőforrások kimerülése és
- IV. a globális éghajlatváltozás.

A biztonsági kihívások:

1. a globális érték- és identitásválság állandósulása,
2. a hatalmi és piaci dominanciáért folyó küzdelem,
3. az integráció és dezintegráció,
4. a regionális válságok és konfliktusok,
5. az erőszak, szervezett bűnözés és terrorizmus eluralkodása,
6. a kritikus demográfiai viszonyok,
7. a globális migráció,
8. a fegyverkezési verseny fokozódása, valamint
9. az európai válság elmélyülése.

A négy trend éppúgy hat egymásra, mint a kihívásokra, illetve a kihívások is nagyban befolyásolják a trendek alakulását, jóllehet a kihívások egyértelműen nem domináns faktorok. Az is megállapítható, hogy e négy trend korunkban, ha nem is állandó, de mindenképpen hosszú távú jelenség, míg a kihívások inkább ideiglenes vagy változó tényezőkként aposztrofálhatók. A kihívások – a trendek elsődlegessége mellett – bonyolult hatásmechanizmus szerint alakítják egymás természetét [1].

A szerző egyetért azzal, hogy a 4 globális biztonsági trend a (1) globalizáció; (2) digitalizáció; (3) globális felmelegedés és a (4) nyersanyagforrások kimerülése, azonban a globális- és európai biztonsági kihívások közül napjaink legmeghatározóbb tényezői (1) a terrorizmus, (2) a migráció, (3) a nyersanyagforrások kimerülése különös tekintettel (4) az édesvízre, (5) az energiabiztonság, (6) a demográfiai változások, (7) az éghajlatváltozás és következtében (8) a fertőző betegségek megjelenése, valamint (9) a digitalizáció és (10) a kibertámadások.

A tanulmány célja, hogy a fenti 4 biztonsági trenden keresztül és a szerző által felállított 10 biztonsági kihíváson keresztül bemutassa Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiáját (a továbbiakban: Stratégia) a mai biztonságpolitikai trendek tükrében.

A dolgozat tézise, hogy a Stratégiában szereplő, Magyarországot meghatározó biztonságpolitikai környezet, biztonságpolitikai érdekek, biztonsági fenyegetések, kihívások és azok kezelése, valamint a Stratégia végrehajtásának eszközrendszere a globális biztonságpolitikai trendek hatására elavult és idejétmúlt. Ezért szükséges egy olyan új Stratégia megírása, amely összhangban áll a globális, kiváltképp az európai biztonsági trendekkel, amelyek mentén meghatározható Magyarország biztonságpolitikai környezete, nemzeti érdekei, kihívásai és azok kezelésének lehetőségei.

A tézis igazolásaképp a tanulmány először bemutatja a 2012-es Stratégia 4 fő fejezetét, majd értékeli és elemzi azokat az aktuális kihívások tükrében. A dolgozat amellettt érvel, hogy egy új Nemzeti Biztonsági Stratégia készítése – az időközben bekövetkezett jelentős változások miatt – nem odázható tovább.

Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája (2012)

Magyarország első nemzeti biztonsági stratégiáját az első Orbán-kormány ideje alatt dolgozták ki [2]. A stratégia a végrehajtás egyik eszközeként határozta meg a honvédség feladatait, valamint a 2001-es terrortámadások következtében jelentős hangsúlyt fektetett a nemzetközi terrorizmus leküzdésére.

Ezt követően 2004 tavaszán váltotta fel az első stratégiát Magyarország második nemzeti biztonsági stratégiája [3]. A stratégiai dokumentum legfőbb vezérfonala az volt, hogy a honvédség hazai és nemzetközi katonai tevékenységének irányait meghatározza, és azok konkrétumait ágazati, katonai stratégiaként dolgozza ki. Mindemellettt egyfajta iránytűként szolgált a honvédség missziós feladatainak meghatározásához a tekintetben, hogy kitért a katonai eszközökkel kezelhető biztonságpolitikai kihívásokra, veszélyekre és a földrajzilag érintett területekre.

Az ország első nemzeti katonai stratégiáját végül 2009-ben fogadták el [4]. A második Orbán-kormány időszaka alatt, 2012-ben jelent meg az utolsó ismert nemzeti biztonsági stratégia, amely mára, 2020-ra aktualitását veszítette, ezért egy naprakész, új stratégia kidolgozása szükséges [5].

Ez a fejezet a jelenleg is hatályos 2012-es stratégiát mutatja be.

A Stratégia 4 részből áll, amelyek az alábbiak [6]:

- I. Magyarország biztonságpolitikai környezete.
- II. Magyarország helye és biztonságpolitikai érdekei a világban.
- III. A Magyarországot érintő biztonsági fenyegetések, kihívások és azok kezelése.
- IV. A Nemzeti Biztonsági Stratégia végrehajtásának eszközrendszere.

A Stratégia magában foglalja azokat a célokat, feladatokat és eszközöket, amelyek meghatározzák Magyarország biztonsági érdekeit.

Az első fejezet bemutatja Magyarország biztonságpolitikai környezetét különös tekintettel a biztonság fogalmának változására, a globalizáció és nemzetközi integráció folyamatának hatásaira, a hazánk és a szomszédos országaink ellen irányuló

hagyományos fegyverekkel végrehajtott támadás lehetőségére és annak következményeire; a globalizáció okán kialakuló veszélyekre, az átfogó megközelítés és a nemzeti együttműködés fontosságára, valamint a pénzügyi válság negatív hatásaira.

A 21. században a biztonság átfogó értelmezése szerint a politikai, katonai, gazdasági, pénzügyi, társadalmi és környezeti biztonságot együttesen szükséges kezelnünk. A globalizáció és nemzetközi integráció folyamata a fenyegetések és veszélyek hatásaival szemben is sebezhetőbbé tesz. Hazánk és a szomszédos országaink, szövetségeseink ellen irányuló hagyományos fegyveres konfliktus lehetőségére kevés az esély, azonban nem zárható ki, hogy egy regionális konfliktusban a katonai erő kap szerepet. A globalizáció hatására a biztonsági kihívások gyorsan terjednek és ennek következményeként gyors választ követelnek. A terrorizmus, a tömegpusztító fegyverek és hordozóeszközök proliferációja, a régiók fegyverkezése mind egyre növekvő veszélyt jelentenek. Ennek okán a globalizáció kezelése globális szemléletet és átfogó megközelítést igényel, amely a katonai-civil együttműködésben és a nemzetközi szereplők együttműködésének erősítésében nyilvánul meg. A globális pénzügyi-gazdasági válság gyengíti a biztonsági intézményrendszert, a nemzetközi szervezetek kohézióját és csökkenti a biztonság stabilitására elkülöníthető források felhasználásának lehetőségét.

Összességében megállapítható, hogy a Stratégia első fejezete egy egyetemleges képet mutat a biztonságpolitikát meghatározó tényezőkről, azonban a címmel ellentétben a szakasz nem feltétlenül tükrözi a tartalmat. A fejezet inkább bemutatja azokat a főbb pozitív-negatív hatásokat, amelyek mentén a biztonságpolitika egy adott országban az aktuális trendeknek megfelelően formálódik, azonban konkrét magyarországi elemzéssel nem érvel. Mindezek tükrében a szakasz jó keretet ad a Stratégiának, de nem tér ki a címben jelzett Magyarország biztonságpolitikai környezetének ismertetésére.

A második fejezet az alábbiak mentén elemzi Magyarország helyét és biztonságpolitikai érdekeit a világban: nemzetünk a vitás kérdéseket az ENSZ Alapokmányának elveivel és a nemzetközi jog normáival rendezi; a biztonság átfogó értelmezése adja biztonságpolitikai érdekeinket és céljainkat.

Hazánk kiemelten kezeli a multilaterális szervezetekkel történő együttműködést, kiváltképp az ENSZ és az EBESZ tekintetében. Biztonságpolitikánk alapját a NATO- és EU-tagságunk adja. Ennek következtében, az Észak-atlanti Szerződés 5. cikke alapján hazánknek kötelessége a kollektív védelemhez és biztonsághoz való hozzájárulás. Az EU-tagságunkból adódó biztonságpolitikai törekvés az azonos külpolitikai érdekeken, valamint a közös biztonság- és védelempolitikán alapszik. Magyarország aktív szerepet vállal a NATO és az EU válságkezelő tevékenységében, mindezt a képességek fejlesztésével, a katonai és civil képességek erősítésének érdekében teszi. Az ország fellép az emberi jogok megsértése és a népiirtás ellen, mindezt az ENSZ Alapokmányával összhangban és a nemzetközi jogi normák tiszteletben tartásával teszi. Az Amerikai Egyesült Államokkal fenntartott jó kapcsolat és együttműködés stratégiai érdeket szolgál, tekintettel az Egyesült Államok európai elkötelezettségének fenntartására. Biztonságpolitikai kapcsolataink erősítése érdekében jelentős a harmadik országokkal, különösen a feltörekvő Ázsia-, Dél-Amerika-, Közel-Kelet-, Afrika-érdekeltségű hatalmi erőközpontokkal és regionális szervezetekkel történő kapcsolattartás. A keletről

és délről szomszédos országok stabilitása jelentős hatást gyakorol hazánk biztonsági helyzetére, ezért aktív külpolitikai tevékenységet igényel, amely szövetségeseink támogatását bírja. A határon túli magyarság sorsának megfelelő gondozása szintén kiemelt szerepet kap az ország biztonságpolitikája szempontjából.

A 2012-ben elfogadott Stratégia a kulturális sokszínűség tiszteletét szintén biztonságpolitikai szempontnak tartja. A Stratégia 22. pontja szerint „[a] különböző kultúrák hagyományos együttélésének sikeres biztosítása, a sokszínűség, a közösségi identitások megőrzése, mint közös értékek felismerése és megóvása a hosszú távú stabilitás megteremtésének egyik kulcseleme a világban és Magyarország közvetlen szomszédságában is” [6]. A Stratégia szerint ez azt jelenti, hogy az EU határain belül olyan politikát szükséges kialakítani, amely tiszteletben tartja az egymás mellett élő, különböző kultúrájú, eltérő etnikumú közösségek megővését.

A Stratégia második része tehát számba veszi azokat a nemzetközi normákat, amelyek alapján országunk kialakítja a kül- és belpolitikáját, meghatározva ezáltal biztonságpolitikai céljainkat és törekvéseinket. Górcső alá veszi – az aktív külpolitikai tevékenység jegyében – azokat a nemzetközi szervezeteket, amelyekkel szövetségben és koalícióban együttműködünk a stabil biztonságpolitika kialakítása és fenntartása érdekében.

A Stratégia harmadik része a Magyarországot érintő biztonsági fenyegetéseket, kihívásokat és azok kezelésének lehetőségeit elemzi. A fejezet először összefoglalja az ország biztonsági helyzetét, valamint a szövetségi szerepvállalásunkból adódó biztonsági körülményeket, és bemutatja a hatékony fellépés eszközeit. A továbbiakban az alábbiak mentén mutatja be a hazánk szempontjából releváns biztonsági fenyegetéseket, kihívásokat: regionális konfliktusok; tömegpusztító fegyverek és hordozóeszközei elterjedése; terrorizmus; pénzügyi biztonság; kiberbiztonság; energiabiztonság; globális éghajlat- és környezetváltozás, nyersanyagok és természeti erőforrások kimerülése; természeti és ipari katasztrófák; szervezett bűnözés; kábítószer-kereskedelem; migráció; szélsőséges csoportok.

A Stratégia harmadik nagy blokkja is kiemeli, hogy Magyarország biztonsági helyzete alapvetően szilárd, azonban a szomszédos országok, Európa országai és a szövetséges országok tekintetében számolhatunk olyan biztonsági kihívásokkal és fenyegetésekkel, amelyek stratégiai kihívást jelenthetnek számunkra. A szövetségi szerepvállalásunkból adódóan nemcsak az Észak-atlanti Szerződés 5. cikkelye szerinti kollektív védelem előnyeiben részesülünk, hanem szövetségi tagságunkból adódóan a biztonsági kockázatoknak és fenyegetéseknek is fokozottabban vagyunk kitéve. A hagyományos fenyegetések és az új típusú biztonsági kihívások hatékony kezelése érdekében egyrészt a nemzeti önerő, másrészt a kollektív védelmi együttműködés együttes megvalósulása szükséges.

A hagyományos (fegyveres) fenyegetések mértéke hazánk szempontjából inkább elenyésző. A NATO- és az ezzel járó kollektív védelemben való részvétel, valamint az EU-tagságból fakadó közös elkötelezettségen és kölcsönös szolidaritáson alapuló együttműködés is szerepet játszik a katonai összecsapások ellen. Ugyanakkor a regionális konfliktusok hatása, amely fakadhat a régiókban jelentkező instabilitásból, szegénységből, demokrácia-deficitből, vallási és etnikai konfliktusokból, nagymértékben megmutatkozhat országhatáron belüli erőszak, fegyveres konfliktus vagy akár

határokon kívüli fenyegetésekhez, szélsőségeség, terrorizmus, fegyverkereskedelem, kábítószer- és emberkereskedelem formájában. Magyarország szövetségi segítséget nyújt az érintett régiókban kialakuló válsághelyzetek kezelésében.

Hazánk biztonsága szempontjából a biológiai, radiológiai és nukleáris tömegpusztító képességek elterjedése és fokozott megjelenése veszélyforrást jelent. A nemzetközi béke, valamint biztonság fenntartása érdekében Magyarország fellép és küzd a tömegpusztító fegyverek és hordozóeszközök elterjedése ellen.

A terrorizmus a globalizáció megjelenésével egyre nagyobb teret hódít, térben és időben eltérő és változó módon jelenik meg. Magyarország terrorveszélyeztetettségi szintje alacsony, ugyanakkor a külföldi terrorcselekmények gazdasági és biztonsági hatással bírhatnak hazánkra. Az ország részt vesz a terrorizmus elleni nemzetközi fellépésben, a nemzetközi terrorellenes szervezetrendszer fejlesztésében, az ENSZ, az EU és a NATO által támogatott kötelezettségek végrehajtásában.

Magyarország gazdasági és pénzügyi rendszerének stabilitása fontos nemzeti érdek és jelentős biztonságpolitikai szempont. Az ország pénzügyi stabilitása a 2008-as gazdasági világválság hatására nagymértékben felértékelődött.

A kiberbiztonság [7] a terrorizmushoz hasonlóan nem ismer határokat, és a globalizáció hatására egyre inkább terjed. A számítástechnikai rendszerek működtetik a társadalmakat. A tudomány és technológia valamennyiünk részére elérhetővé válik, ezért számolnunk kell a váratlan, kibertérben történő támadásokkal. Megfelelő módon szükséges védekezni a kibertérben bekövetkező támadások ellen, mint például az információs és kommunikációs rendszerek vagy a kormányzati gerincháló rendeltetésszerű működésének megzavarása. Kiemelkedő hangsúlyt kell fektetni a kibervédelemre és a nemzetközi kritikus infrastruktúra biztosítására.

Magyarország energiabiztonsága szintén kulcsfontosságú, mert a lakosság és a magyar energiagazdaság ellátása szempontjából fontos a stabil és versenyképes áron beszerezhető energiaellátás. Kiemelt szerepet kap a hazai fosszilis energiahordozók fellendítése és kiaknázása.

A globális éghajlatváltozás [8] és az ezzel járó környezetváltozás, a szélsőséges időjárás hatásai, a nyersanyag és természeti erőforrások kimerülése, a tiszta ivóvízhez jutás és a szerte a világban jelentkező élelmezési problémák rendkívül hangsúlyos biztonsági kérdésként jelennek meg, mert a lokális, regionális és globális konfliktusok okozóivá válhatnak. Magyarország ebből a szempontból kiemelt szerepet kap, mert földrajzi adottságai miatt fokozottan ki van téve a környezeti és civilizációs ártalmaknak, árvizeknek, a víz- és levegőszennyezésnek. A mindezekből való védelemben szerepet játszik a környezeti biztonság megteremtése, a vízbázisok és a termőföldek védelme, egészséges ivóvízzel és étellemmel való gazdálkodás, a járványok elleni közegészségügyi rendszer kialakítása és fenntartása.

A természeti és ipari katasztrófák közül az ipari, biológiai, vegyi és nukleáris létesítményekben végbemenő folyamatok nehéz ellenőrzöttsége veszélyezteteti és károsítja az egészséget, a környezetet és az élet- és vagyonbiztonságot. Hasonló kockázatot jelent a veszélyes áruk közúti, vasúti, vízi, légi és csővezetékes szállítása. A fenti veszélyhelyzetek prevenciójában és kezelésében a katasztrófavédelemnek, a katasztrófavédelemben érintett szervezeteknek és az önkéntes és civil szervezeteknek, valamint a lakosságnak is szerepe van.

A szervezett bűnözés [9] a társadalom, a rendvédelmi szervek és az igazságügyi szektor növekvő kihívásaként jelen lévő nemcsak lokális, hanem globális probléma. A szervezett bűnözés elleni fellépésben szükséges a bűnüldöző szervek, a rendvédelmi szervek, az igazságszolgáltatás és a nemzetbiztonsági szolgálatok együttműködése különös tekintettel a jogi szabályozás kialakítására. A kábítószer-bűnözés tekintetében a rendvédelmi szerveken kívül hangsúlyos szerepet kap a társadalmi szerepvállalás a prevenció kapcsán.

A migráció [10] gazdasági és demográfiai előnyöket hordoz magában, ugyanakkor közbiztonsági és nemzetbiztonsági kockázatokat rejt magában. Magyarország az illegális migráció tekintetében elsősorban tranzitország, de megvan az esélye annak is, hogy hosszú távon célországként tekintenek majd hazánkra. Az illegális migrációval szemben országunk fellép a szervezett bűnözés, az emberkereskedelem elleni küzdelem fokozása és a kiutasítási, hazatérési, valamint a visszafogadásra irányuló politika fejlesztésének eszközeivel.

A harmadik fejezet a Stratégia leghosszabb fejezete. Felsorolja a hazánkat érintő biztonsági fenyegetéseket és kihívásokat, és javaslatot tesz azok kezelésének lehetőségeire. A 2012-ben meghatározott biztonsági kihívások mára már részben idejé múltnak tekinthetők. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ne lennének továbbra is aktuálisak, és ne kellene velük szemben fellépniük. 2020-ra a „rég” fenyegetések újabb elemekkel bővültek ki, és egyes elemek hangsúlyosabban vannak jelen az új kihívásokkal teli világban. Ezért szükséges meghatározni azokat a biztonsági kihívásokat, amelyek a globalizáció, a globális felmelegedés, a digitalizáció és a nyersanyagforrások kimerüléséből fakadóan meghatározzák a világ, Európa és Magyarország biztonságát.

A Stratégia negyedik szakasza összefoglalja a Nemzeti Biztonsági Stratégia végrehajtásának eszközrendszerét. A Stratégia szerint hazánk biztonságának alapja a szilárd gazdaságon nyugszik, ezért a gazdasági és pénzügyi stabilitást biztonságpolitikai törekvésként fogalmazza meg. E cél az eurózónához való csatlakozással, a külső és belső adósságállomány és a devizaadósság csökkentésével érhető el. Magyarország biztonságának stabilitásában fontos szerepet játszik a társadalmi és demográfiai problémák megfelelő kezelése, a mélyszegénység és a társadalmi kirekesztődés csökkentése, a szegénység kialakulásának megelőzése és az okainak a kezelése. Magyarország biztonságpolitikai stabilitásában szerepet játszik az aktív külpolitikai tevékenység, amelyet a politikai, gazdasági stabilitásra, a szilárd belpolitikára, valamint az aktív szomszédságpolitikára épít. A Stratégia hangsúlyozza, hogy az új típusú biztonsági fenyegetések leküzdése hazánk számára összkormányzati megközelítést igényel. A Magyar Honvédség feladatai közé tartozik hazánk biztonságának garantálása és a kollektív védelemhez való hozzájárulás. A honvédség részt vesz az ENSZ, NATO, EU és EBESZ béketámogató, stabilizációs és humanitárius műveleteiben. A polgári válságkezelő és további civil szerepvállalással összhangban való részvétel a civil-katonai együttműködés erősítésének jegyében történik. Hazánk törekszik a politikai, gazdasági és társadalmi fejlődés elmaradásának kezelése érdekében a nemzetközi donorközösség, az EU és az OECD által meghatározott fejlesztési tevékenységre igénybe vehető források növelésére és annak hatékony felhasználására. A Stratégia kitér a felderítési és elhárító-képességek fejlesztésére, a szövetséges államok hírszerző és elhárító szervezeteivel való együttműködésre, a nemzetközi kapcsolatok keretében

az új bűnügyi trendek, az új bűnözési jelenségek feltérképezésére és a legjobb gyakorlatok átvételére a terrorizmus, a szervezett bűnözés, az aszimmetrikus fenyegetések, valamint egyéb globális és regionális kihívások leküzdése, a politikai, katonai és gazdasági információk megvédése érdekében. Magyarországnak rendelkeznie kell olyan komplex megelőzési rendszert működtető képességekkel, amelyek lehetővé teszik a gyors és hatékony reagálást a természeti és ipari katasztrófák esetén. Összegzésképp megjeleníti, hogy a Stratégia által meghatározott kihívások és feladatok kapcsán valamennyi kormányzati és nem kormányzati szerv is érintett.

A 2012-ben megjelent Stratégia összességében szilárd alapokra helyezi a hazánk biztonságpolitikai környezetét meghatározó elemeket, a biztonságpolitikai helyünket és érdekeinket. A Stratégia fejezetei jó keretet adnak a Magyarországot érintő biztonsági kihívások kezelésének lehetőségeihez. Felvázolják azokat a hazai és nemzetközi alapelveket, amelyek mentén a Stratégia végrehajtásának eszközrendszere elhelyezhető. Mindezek tükrében fejt ki a Stratégia második fejezete azokat a sarkalatos kihívásokat, amelyek meghatározzák hazánk biztonságpolitikájának vezérelveit.

A Stratégia tehát alapjaiban jó kiindulási pontot képez egy új, az aktuális globális és európai trendek mentén behatárolható Nemzeti Biztonsági Stratégia elkészítéséhez. A napjainkban is hangsúlyos elemek közül kitér a terrorizmus, a kibernetikus-kiberbiztonság-kibervédelem, az energiabiztonság, a globális éghajlatváltozás és migráció kérdéskörére, azonban nem fektet kellő hangsúlyt és mélységet egy-egy téma kifejtésére, aktualitására és a fenyegetések elleni nemzeti és nemzetközi megoldások együttes bemutatására.

Fontos megemlíteni, hogy a hazánkat érintő biztonsági fenyegetések és kihívások köre és azok megoldásának lehetősége az évek során bővült, amelyeket a következő fejezet mutat be.

A biztonságot meghatározó globális és európai biztonsági kihívások

Véleményem szerint a globális és európai biztonsági kihívások közül napjaink legmeghatározóbb tényezői a terrorizmus, a migráció, a nyersanyagforrások kimerülése, különös tekintettel az édesvízre, az energiabiztonság, a demográfiai változások, az éghajlatváltozás és következtében a fertőző betegségek megjelenése, valamint a digitalizáció és a kibertámadások. A nyersanyagforrások kimerülésének következtében az ásványkincsek és az édesvízkészlet, az energiabiztonság tekintetében a fosszilis energiahordozók kimerülése okozza a legnagyobb problémát. A globalizáció végtermékeként a demográfiai robbanás, a globális felmelegedés hatására éghajlatváltozás, valamint az ezzel járó fertőző betegségek elterjedése a jelentős, míg a digitalizáció következtében a kibertámadások elkövetése hangsúlyos a globális biztonsági kihívások közül.

A dolgozat második fejezete a fentiek mentén bemutatja azokat a biztonsági kihívásokat, amelyek hatással vannak a mai Magyarország biztonságára, és amelyekkel szemben szükséges meghatározni a hatékony fellépés eszközrendszerét.

A terrorizmus elleni küzdelem kiindulásának a 2001. szeptember 11-ei Amerikai Egyesült Államok elleni terrortámadásokat tekintjük. Az esemény rámutatott a kritikus infrastruktúrák védelmének fontosságára, és az USA felvette a harcot a terrorizmussal szemben. A 2004-es madridi vonatbombaadások következtében a terrorizmus

Európát is elérte. Mindezek hatására 2008-ban az Európa Tanács kiadta a kritikus infrastruktúrák védelméről szóló Zöld Könyvet, amelyben a tagállamok 2011-ig kaptak határidőt a terrorizmussal szembeni megelőzés, felkészülés és ellenálló-képességek kialakítására [11].

Mára már a terrorizmus célja nem a klasszikus hidegháború alatti hatalmi, politikai törekvések, hanem a megfélemlítés, a kormányzatba vetett hit megrendítése. A terrorizmus elsődleges célja tehát a félelem, zavar keltése a politikai, ideológiai és vallási célok elérése érdekében. A terrorizmus minden államot érintő globális kihívás, amely a digitalizáció hatására országhatárokat nem ismerő fenyegetésként van jelen.

Magyarország nemzeti érdeke fellépni a terrorizmus minden formájával szemben. Ezért kiemelt figyelmet fordít a terrorcselekmények megelőzésére, a terrorcsoportok felkutatására és felszámolására, a terrorcselekmények következményeinek kezelésére, a védelmi képességek megerősítésére és a terrorveszélyhelyzetre való felkészülésre. A terrorizmus elleni eredményes fellépés okán hazánk a nemzeti szinten összehangolt kormányzati tevékenység érdekében szorosan együttműködik a NATO-val és az EU-val.

Az Európát érintő, 2015-ben meginduló és napjainkban is tartó illegális migrációs hullám következtében a szélsőséges vallási indíttatású terrorizmus egyre növekvő biztonsági kockázatot jelent Európa országai számára [12].

Az Európát 2015 óta sújtó tömeges illegális migráció sokrétű okai közt elsősorban a közel- és közép-keleti, valamint észak-afrikai térség súlyos konfliktusai, elszegényedése, az ott uralkodó korrupció, a vallási és etnikai összetűzések, a globális felmelegedés hatásai, illetve az útra kelőkben keltett hamis jóléti vágyak említendők. Az Európai Unió vonatkozásában a beözönlött több milliós ellenőrizetlen emberáradat rámutatott annak cselekvőképtelenségére: a téves politikai kommunikációra és bevándorlás-politikára; a túlzott bürokráciára és szakmatlantlanságra; az elégtelen védelmi mechanizmusokra, a rest határvédelemre. Az illegális bevándorlás következményei felbecsülhetetlen károkat okoztak és vetítenek előre: a migráció kapcsán megtört az európai egység, európai államok kerültek konfliktusba egymással; bizonyos térségek súlyos gazdasági, társadalmi és szociális sokkhatást szenvedtek el, amiből máig képtelenek kilábalni. Magyarország az illegális migráció tekintetében elsősorban tranzitország, de megvan az esélye annak is, hogy hosszú távon célországként tekin-
tenek majd hazánkra.

Fentiek tükrében a 2015-ben kezdődő migráció és annak mellékterméke, a terrorveszély megváltoztatta Magyarország biztonságpolitikai törekvéseit. A kulturális sokszínűség tiszteletben tartása továbbra is fontos érték számunkra, azonban a tömeges illegális migráció kezelése és visszaszorítása európai és szövetségi kérdés. Ennek érdekében fontos az EU külső határainak védelme és a migrációt kiváltó okok elleni fellépés. Az illegális migráció ellen Magyarország fellép, annak kezelése érdekében fizikai határzár létesítésére és a jogi szabályozás szigorítására került sor.

Az ország földrajzi és gazdasági nyitottsága miatt fokozottan kitétt a veszélyhelyzeteknek. Földrajzi adottságaink miatt az energiabiztonság, az ellátási útvonalak sebezhetősége jelentős, a gazdasági nyitottság okán pedig hazánk fokozottan van kitéve a nemzetközi gazdasági folyamatok, válságok hatásainak.

A nyersanyagforrások [13] közül az ásványi nyersanyagokért évszázadokkal ezelőtt is vívtak háborúkat. Nagy valószínűséggel a jövő fegyveres konfliktusainak kiváltó

okai közt is szerepelni fog az ásványkincsek megszerzése érdekében folyó küzdelem. Számos nyersanyag, a vas-, réz-, foszfor-, arany- és ezüstkészletek a Földön kimerülőkben vannak. Az ipari forradalom, valamint a növekvő emberi igények következtében megnőtt a nyersanyagforrások iránti kereslet, azonban a legtöbb kiaknázatlan lelőhely sarkvidékeken vagy tengerek nemzetközi vizei alatt található. Ennek következtében nagy a veszélye annak, hogy a területek birtoklásáért fegyveres konfliktus törhet ki az államok között.

Az édesvíz mint létfontosságú ásványkincs a globális felmelegedés hatására a fenti nyersanyagforrások mellett szintén kimerülőkben van. A Földön található vízkészlet mindössze 2,5%-a édesvíz. A csekély mennyiségű iható vízkészlet nagyrészt a sarki jégcsapkákban található, amely a globális felmelegedés következtében az éghajlatváltozás hatására folyamatosan csökken. Manapság vannak olyan országok (Afrika), ahol az édesvízkészlet teljesen kimerülőkben van. Így az ivóvíz miatt kibukkanó, országok közti háborúk lehetősége egyre nagyobb. Az édesvízkészlet fenntartása, megóvása és pótlása tehát létfontossága miatt az egyik leghangsúlyosabb globális biztonsági kihívásként van jelen.

Természeti erőforrásaink, különösen a hazai vízbázisok, ivóvízkincs és termőföld védelme az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásai miatt stratégiai fontosságú kérdés. Földrajzi adottságaink miatt hazánknak kiemelten fontos a vízgyűjtő területeken fekvő országokkal történő szoros vízbiztonsági együttműködés.

Az energiabiztonság tekintetében a fosszilis energiahordozók közül a szén, a földgáz és a kőolaj kérdése leghangsúlyosabb [14]. A kőolaj biztosítja világszerte a közlekedés zavartalanságát, míg a szén és a földgáz az elektromos áram előállítására és a fűtés biztosítására szolgál. Az olajhiány következménye először az 1973-as olajszökkenet hatására tudatosította a Nyugatban, hogy az olajtartalmú jelentős része a Közel-Keleten található. 2018-ban a világ kőolajtermelésének 21%-a haladt át a Hormuzi-szoroson, ahol Szaúd-Arábia, Irak, Kuvait, Irán, az Egyesült Arab Emírségek és Katar olajexportja megy keresztül [15]. A fosszilis energiahordozókért folytatott hatalmi harcok felelősek számos nemzetközi konfliktusért, köztük az Európát érintő orosz–ukrán gázvitáért is.

Fontos a gazdaság fosszilisenergiahordozó-igényének csökkentése. Nagyobb hangsúlyt kell fektetni környezettudatos és karbonszegény életmód kialakítására, továbbá szükséges a fosszilis energiahordozók, különösképpen a földgáz új beszerzési és tranzitlehetőségeit feltérképezni. Az észak-déli irányú energiainfrastruktúra és a határkeresztező gázvezetékek telepítése növeli az energiabiztonságot. Az energiafelhasználás hatékonyságával és a hazai megújuló energiák alkalmazásával javítható az energiastruktúra hosszú távú fenntarthatósága. A nukleáris energiatermeléssel csökkenthető a fosszilis energiáktól való függőség.

Az új biztonsági kihívások közé tartoznak a demográfiai változások: a demográfiai robbanás és a népességfogyás [16]. Magyarországot a népesség fogyása, míg más kontinenseket, így Afrikát, Indiát és Kínát a népességrobbanás jellemzi. A népességnövekedés okai az átlagéletkor növekedése, az orvostudomány fejlődése okán a gyermekhalandóság csökkenése és az életkörülmények javulása. A problémát az okozza, hogy a Földön nincs elég nyersanyag ahhoz, hogy a növekvő népességet kiszolgálja. Továbbá a népességrobbanás inkább a világ fejletlen részein van jelen, ahol már most is szűkében vannak az ásványkincseknek és az ivóvíznek. Ennek az egyenetlen

demográfiai eloszlásnak a következménye, hogy a tömeges illegális migráció és a természeti erőforrások kimerítése az európai országok számára komoly biztonsági kihívásként jelenik meg.

Hazánkban a gyermekvállalást támogató családpolitikai intézkedések, az általános egészségi állapot és a halálozási mutatók javulása szükséges a negatív demográfiai folyamatok megállítására érdekében.

A globális felmelegedés hatására az éghajlatváltozás [17] veszélyt jelent a biztonságra. A globális felmelegedés okozta elsivatagosodás következtében kialakuló éhínség konfliktusforrásként van jelen Afrika, Közép-Ázsia és Dél-Amerika között. A Föld átlaghőmérsékletének növekedése elkerülhetetlenné vált, aminek a következményei az erőforrások miatti konfliktusok, a kritikus infrastruktúrákat veszélyeztető fenyegetések, a területi konfliktusok és a határok közti viták, a migráció és a tömeges illegális migráció, az energiaellátás kérdése miatti feszültség lehetnek. Az éghajlatváltozás hatására a természet által okozott károk következményei is megnőnek, így nagyobb valószínűséggel alakulnak ki áradások, apályok, dagályok, árvizek vagy szökőárak. A természeti katasztrófák kezelése átfogó megközelítést igényel. Fontos, hogy az önerőképzés érdekében a civil, polgári erőket bevonják a hivatásos állomány munkájába a szövetségesi tagságunk nyújtotta vizontttámasz mellett.

Az éghajlatváltozás továbbá nagymértékben meghatározza bizonyos fertőző betegségek megjelenését és terjedését. Ennek következménye, hogy Európában olyan trópusi éghajlaton jellemző betegségek jelennek meg, mint a malária vagy az ázsiai tigrisszúnyog terjesztette dengue-láz, nyugat-nílusi láz vagy a sikungunya-vírusfertőzés. A fertőző betegségek európai jelenléte sajnos a migrációs nyomás következtében is fokozódik.

Az emberiség technológiai szintje rohamos fejlődésének következményeként új lehetőségek és kihívások jelennek meg, amelyek meghatározzák hazánk biztonságát. A digitalizáció [18] következtében minden elérhetőbbé válik a társadalom tagjai részére. A kibertérben elkövetett támadások sok esetben visszafordíthatatlan politikai vagy gazdasági károkat okozó cselekmények. A kibertér a szárazföld, a tengerek a levegő és a világűr mellett ma már külön műveleti térnek számít.

A kibertámadások [19], mint országokat, nemzetközi és világszervezeteket, a kormányzatot és a gazdasági élet szereplőit ért támadások, a 21. század legjelentősebb biztonsági kihívásai közt szerepelnek. Magyarországnak képesnek kell lennie a kibertérbeli fenyegetések felismerésére és kezelésére, a kibertér biztonság kiépítésére, a kritikus információs infrastruktúra zavartalan működésének biztosítására, a támadások elhárítására és a kibervédelmi feladatok ellátására. Az infokommunikációs rendszerek elleni támadások száma folyamatosan nő, így szükséges azok védelmének erősítése, valamint a felhasználók információbiztonsági szintjének növelése.

A dolgozat második fejezete felsorolja azokat az új biztonsági kihívásokat, amelyek hatással vannak Magyarország biztonságpolitikájának a kialakítására. Fontos, hogy az új Stratégia megírásakor a fent bemutatott kihívásokat és veszélyeket és ezek kezeléseinek stratégiai lehetőségeit meghatározzák ahhoz, hogy hazánk a megfelelő módon és eszközökkel legyen képes megvédeni magát az új típusú biztonsági kockázatokkal szemben.

Következtetések, összefoglalás

Magyarország biztonsági környezetét befolyásolják a világot, ezen belül az Európát érintő biztonsági kihívások és fenyegetések. Napjainkban a leghangsúlyosabb globális biztonságot alakító tényezők a (1) globalizáció; a (2) digitalizáció; a (3) globális felmelegedés és a (4) nyersanyagforrások kimerülése [1].

Hazánk Nemzeti Biztonsági Stratégiáját 2012-ben fogadták el. A belpolitikánkat, valamint kül- és biztonságpolitikánkat azonban azóta számos olyan nemzeti és nemzetközi esemény befolyásolta, amelyek mentén a Stratégiában meghatározott „régí típusú” fenyegetések és kezelési lehetőségek aktualizálásra érettek. Ezért tartottam fontosnak, hogy a 2012-ben meghatározott célok és eszközök bemutatása mellett az új típusú biztonsági kockázatokat és stratégiai célokat számba vegyem.

A tézis igazolásaképp a dolgozat első fejezete bemutatta a Stratégiában szereplő, Magyarországot meghatározó biztonságpolitikai környezetet, biztonságpolitikai érdekeket, biztonsági fenyegetéseket, kihívásokat és azok kezelését, valamint a Stratégia végrehajtásának eszközrendszerét. A dolgozat második szakasza számba vette a globális, kiváltképp az európai biztonsági trendeket, amelyek mentén Magyarország biztonságpolitikai kihívásai és azok kezelésének lehetőségei határozhatók meg. A tartalmi kifejtésben folyamatosan amellet érveltem, hogy a globális biztonsági kihívások rohamos változásának következtében a jelenlegi Stratégiánk felülvizsgálata, egy új Stratégia készítése vált szükségessé.

Hivatkozások

- [1] T. Babos, „A biztonság globális és európai összefüggései,” *Hadtudomány*, 4. sz., pp. 16–29., 2019. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2019.29.4.16>
- [2] 2144/2002. (V. 6.) Korm. határozat a Magyar Köztársaság nemzeti biztonsági stratégiájáról
- [3] 2073/2004. (III. 31.) Korm. határozat a Magyar Köztársaság új nemzeti biztonsági stratégiájáról
- [4] 1009/2009. (I. 30.) Korm. határozat a Magyar Köztársaság nemzeti katonai stratégiájáról
- [5] J. L. Németh, „Kihívások és válaszok a honvédség hazai és nemzetközi feladatrendszerében,” in *A Magyar Honvédség negyedszázada*, Budapest: Zrínyi kiadó, 2016, pp. 27–65.
- [6] 1035/2012. (II. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
- [7] 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégiájáról
- [8] 23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltási Stratégiáról, 1. melléklet, 2018. [Online]. Elérhető: http://doc.hjegy.mhk.hu/2018413000023_1.PDF (Letöltve: 2020. 02. 29.)

- [9] 1744/2013. (X. 17.) Korm. határozat a Nemzeti Bűnmegelőzési Stratégiáról (2013–2023)
- [10] 1698/2013. (X. 4.) Korm. határozat a Migrációs Stratégia és az azon alapuló, az Európai Unió által a 2014–2020 ciklusban létrehozásra kerülő Menekültügyi és Migrációs Alaphoz kapcsolódó hétéves stratégiáról
- [11] 2008/114/EK irányelv az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről
- [12] P. Tálás, „Az európai migrációs válság értelmezési kereteiről,” *Nemzet és Biztonság*, 6. sz., pp. 86–115., 2016.
- [13] Sz. Nyulas, „Tíz nyersanyag, amelyekért vért ontanak a jövőben,” *honvedelem.hu*, 2014. [Online]. Elérhető: <https://honvedelem.hu/hatter/tiz-nyersanyag-ame-lyekert-vert-ontanak-a-jovoben/> (Letöltve: 2019. 12. 10.)
- [14] Zs. Tongori, „Energiabiztonság – Az energiabiztonság fogalmát alakító tényezők-ről I.,” *Hadtudományi Szemle*, 10. évf. 3. sz., pp. 272–287., 2017.
- [15] Euronews, „A közel-keleti feszültség húzza fel az olaj árát,” *Euronews*, 2020. [Online]. Elérhető: <https://hu.euronews.com/2020/01/06/a-kozel-keleti-feszultseg-huzza-fel-az-olaj-arat> (Letöltve: 2020. 02. 29.)
- [16] P. R. Ehrlich and A. H. Ehrlich, „The Population Bomb Revisited,” *The Electronic Journal of Sustainable Development*, Vol. 1, No. 3, pp. 63–71., 2009. [Online]. Elérhető: www.populationmedia.org/wp-content/uploads/2009/07/Population-Bomb-Revisited-Paul-Ehrlich-20096.pdf (Letöltve: 2019. 10. 23.)
- [17] Az Európai Közösségek Bizottsága, „Az éghajlatváltozás hatása az emberek, az állatok és a növények egészségére,” Bizottsági szolgálati munkadokumentum, *Az Európai Közösségek Bizottsága*, 2009. [Online]. Elérhető: https://ec.europa.eu/health/archive/ph_threats/climate/docs/com_2009-147_hu.pdf (Letöltve: 2019. 11. 21.)
- [18] T. Babos, „A Digitális Jólét Program biztonság-, védelem- és katonapolitikai relevanciái,” *Hadtudomány*, e. sz., pp. 122–145., 2018. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2018.28.E.122>
- [19] L. Kovács, *Kibertbiztonság és -stratégia*. Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2018. [Online]. Elérhető: https://akfi-dl.uni-nke.hu/pdf_kiadvanyok/web_PDF_Kiberbiztonsag_es_strategia.pdf (Letöltve: 2019. 12. 10.)
- [20] P. Tálás, „A nemzetközi terrorizmus és a szervezett bűnözés hatása a nemzetközi biztonságra és Magyarország biztonságára,” 2007. [Online]. Elérhető: <https://kisebbssegkutato.tk.mta.hu/uploads/files/archive/904.pdf> (Letöltve: 2019. 12. 10.)

Tartalom

HADITECHNIKA

<i>GYARMATI JÓZSEF, JUSZTIN KARINA ZELMA, VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: A gépjármű–diagnosztika oktatásának változásai az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén</i>	5
--	---

KÖRNYEZETBIZTONSÁG

<i>SERFŐZŐ KÁLMÁN: Veszélyes üzemek folyamatbiztonságának kockázatalapú irányítása és annak lehetőségei 1.</i>	19
--	----

<i>ATTILA CSÓKA: CBRN Decontamination Tasks Supporting Rescue and Extraction Missions in CBRN Environment</i>	31
---	----

<i>GYAPJAS JÁNOS: A tűzvédelmi helyzet fenntartásának fő elemei az épületek létesítése és használata során</i>	43
--	----

<i>SZABÓ LÁSZLÓ ISTVÁN: A magyarországi volt szovjet katonai repülőterek természetre gyakorolt hatásai és jelenlegi állapotuk</i>	55
---	----

<i>BÁNYAI TAMÁS, PÁNTYA PÉTER: Településeken kívül eső lakott ingatlanok tűzoltói beavatkozásainak sajátosságai egy konkrét eset elemzésével</i>	79
--	----

<i>GYÖRGY LESKÓ: Warfare Ecology Approaches in Issues of Military Operations</i>	93
--	----

VÉDELEMFORMATIKA

<i>ISTVÁN BALAJTI: Advanced Issues of the Radar Conference in Boston, 2019</i>	103
--	-----

<i>MÁTHÉ ANDRÁS, BEREK LAJOS: Mobil vezetési pontok a krízismenedzsmentben</i>	127
--	-----

<i>VIRÁGH KRISZTIÁN: A MIMO–technológia polgári és katonai alkalmazási lehetőségei</i>	145
--	-----

<i>DRILLA ATTILA: A WRC–19 hatása a katonai spektrumhozzáférésre</i>	167
--	-----

FÓRUM

<i>JASZTRAB PÉTER JÁNOS, ISTÓK RÓBERT: A világítás katonai vonatkozásai 2/1. rész</i>	181
---	-----

<i>ŐZE ZOLTÁN: A vegyi fegyverek és az igazságos háború</i>	199
---	-----

<i>BEREGI ALEXANDRA LILLA: Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája (2012) a mai biztonságpolitikai kihívások tükrében</i>	205
---	-----