

HADI TECHNIKA

2025/1.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LIX. ÉVFOLYAM 1. SZÁM • ÁR: 990 Ft

AS-350B ÉCUREUIL



A FEKETE-TENGERI
HADSZÍNTÉR 2022–2024
KÖZÖTTI ESEMÉNYEINEK
ÖSSZEFOGLALÓ
ÉRTÉKELÉSE

POSZTER-
MELLÉKLETTEL

A következő számtól



**régi makettrovatunk
új köntösben**

**A MAGYAR HONVÉDSÉG
MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA**

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LIX. évfolyam 2025/1. szám

A szerkesztőbizottság elnöke:

Prof. dr. Padányi József ny. vezérőrnagy DSc.
(NKE HHK KMDI iskolavezető)

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárányi Zoltán Gábor ezredes (MH TP)

Főszerkesztő:

Dr. Végvári Zsolt alezredes (NKE HHK, TÜK, MEE)

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Both Előd (Magyar Asztronautikai Társaság)
Dr. habil. Daruka Norbert alezredes (NKE HHK)
Dr. Ember István alezredes (NKE HHK)
Dr. habil. Gyarmati József ezredes (NKE HHK)
Prof. dr. Haig Zsolt ezredes (NKE HHK KMDI)
Dr. Hajdú Ferenc (MHTT, TÜK)
Prof. dr. Kiss Péter (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)
Prof. dr. Kovács László vezérőrnagy (NKE HHK)
Dr. Koller József dandártábornok
Könczöl Ferenc ezredes (MH SZD 101. rep. dd.)
Dr. Lippai Péter dandártábornok (NKE HHK dékán)
Magyar Ferenc (ZalaZone)
Dr. Németh András alezredes (NKE HHK)
Prof. dr. Rohács József CSc. (BME)
Solymosi Ferenc dandártábornok (MH THP)
Dr. Trembeczki László András
(HM El Zrt., HM ARMCOM Zrt.)

Lektorai bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

Felelős szerkesztő:

Havasi Máté

Katonai szerkesztő:

Druzsán József őrnagy (MHTT, TÜK, MKLE)

Szerkesztőasszisztens:

Drahos Gabriella

Olvasószerkesztő: Tóth László ny. alezredes

Tördelés: Kiss Fanni Flóra

Műszaki szerkesztés: Gróf István

Grafikai munkák: Györi László

A Zrínyi Kiadó igazgatója: dr. Hajdú Ferenc

Nyomdai előkészítés és nyomtatás: HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Felelős vezető: Kulcsár Gábor ügyvezető

*A Haditechnika kéthavonként nyomtatásban és digitális formában
megjelenő folyóirat.*

A szerkesztőség elérhetőségei:

1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9. Telefon: +36 70 199-8648

haditechnika@hmrzinyi.hu

kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT

https://www.facebook.com/HTfolyoirat/

INDEX: 25381 ISSN 0230-6891 (Nyomtatott) ■ ISSN 1786-996X (Online)

TANULMÁNYOK

■ **Balogh Tamás**

A fekete-tengeri hadszíntér 2022–2024
közötti eseményeinek összefoglaló
értékelése *I. rész*

2

■ **Földi Ferenc**

A Gepárd nagy űrméretű puskák
fejlesztésének története *XII. rész*
35 év a honvédség szolgálatában

11

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

■ **Kizmus Szabolcs**

Hidegháborús bunkerek *III. rész*

17

■ **Dikács Csaba**

MiG–29 repülőgépek
a jugoszláv és a szerb légierőben
(1987–2024) *II. rész*

23

ŰRTECHNIKA

■ **Szabó Sándor András**

Barokamra mint technikai létesítmény
és repülésélettani kiképzőeszköz *II. rész*

27

■ **Boszó István**

A műholdas földmegfigyelés fajtái
és platformjai
*Műholdak felépítése, optikai és aktív
mikrohullámú távérzékelés alkalmazásai*

33

HAZAI TÜKÖR

■ **Nagy Norbert**

A Leopard 2 harckocsisalád
üzemeltetési rendszere *II. rész*

40

■ **Busa Attila József**

Kibervédelmi képzések a honvédelemben
– európai és hazai viszonylatban

45

■ **Éles Péter**

Költségek és bevételek
a felesleges lőszerkészletek kezelésénél

53

■ **Lucz Zsolt**

Helikopteres veszélyhelyzeti eljárások
oktatása a kiképzés kezdeti szakaszában a
magyar légierőben

59

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

■ **Magó Károly**

Magyar gyártású Me 109 roncsának
kiemelése a Balatonból

65

■ **Bártfai Bálint**

A szovjet csapatlégvédelem
„füle és szeme”
a hidegháború időszakában *I. rész*

72





BALOGH TAMÁS*

A FEKETE-TENGERI HADSZÍNTÉR 2022-2024 KÖZÖTTI ESEMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE

I. RÉSZ

Összefoglalás: Az Oroszországi Föderáció Fegyveres Erői által 2022. február 24-én Ukrajna ellen indított támadó hadműveletekben az orosz Fekete-tengeri Flotta feladata lett volna az ukrán ellenállás megtörése délen, az Odessza, Mikolajiv, Herszon irányában indított orosz támadás megkönnyítése érdekében. Mára egyértelművé vált, hogy ennek a feladatnak a Fekete-tengeri Flotta nem tudott megfelelni. A háború menete fontos tapasztalatokkal szolgál arra nézve, hogy miért és hogyan alakulhatott ki ez a helyzet, s bizonyos mértékig a tengeri hadviselés egésze szempontjából releváns következtetésekre is alapot ad. A háromrészes cikksorozat ezeket a tapasztalatokat és következtetéseket tekinti át, az első – bevezető – részben a Fekete-tengerre, az ottani orosz–ukrán erőviszonyok alakulására, illetve a tengerészeti stratégia és taktika legfontosabb kérdéseire kitérve.

Kulcsszavak: orosz–ukrán háború, fekete-tengeri hadműveletek, tengeri drónok, tengeri hadviselés, tengerészeti stratégia és taktika

Abstract: In the aggressive offensive operations launched by the Armed Forces of the Russian Federation against Ukraine on 24 February 2022, the Russian Black Sea Fleet was to break Ukrainian resistance in the south, in order to facilitate the Russian march on Odesa, Mykolajiv and Kherson. It is now clear that the Black Sea Fleet failed to achieve this objective. The course of the war provides important lessons as to why and how this situation could have arisen, and to a certain extent also provides a basis for conclusions that are relevant to naval warfare as a whole. This three-part article series reviews these experiences and conclusions, with the first – introductory – part focusing on the Black Sea, the evolution of the Russo-Ukrainian balance of forces there, and the most important issues of naval strategy and tactics.

Keywords: Russo-Ukrainian War, Black Sea Operations, Naval Drones, Naval Warfare, Naval Strategy and Tactics

* LLD, Európai Unió és örökségvédelmi szakjogász, hajózástörténeti szakíró, hajóroncskutató, a Magyar Búvár Szakszövetség Tudományos Bizottságának vezetője, a szövetség tudományos alelnöke. ORCID: 0009-0008-5961-2059



„MARE LIBERUM” VS. „MARE CLAUSUM”

A holland halászok sérelmei miatt (akiket az angol hadihajók a saját halászaik védelmében folyton elkergettek az angol partok közeléből), s hogy az idegen vizeken történő halászati jogot elméletileg is megalapozza, Hugo Grotius holland jogtudós 1609-ben kidolgozta a *Mare Liberum*, vagyis a „szabad tenger” elméletét, amely szerint minden hajónak joga van bármely vízfelület korlátlan használatára. Érvelésével az angol jogtudós, John Selden szállt szembe, 1631-re kidolgozva a *Mare Clausum*, vagyis a „zárt tenger” elméletét, amely szerint az ország partvonalával szomszédos vizek kizárólag az adott ország fennhatósága alá tartoznak. Kettejük vitája vezetett végül a felségvizek fogalmának bevezetéséhez, ahol a kizárólagosság, míg a nyílt tengeren (vagyis azokon a tengerrészeken, amelyek egyetlen állam felségvizének sem minősülnek¹) Grotius szabad hajózásra vonatkozó elgondolása érvényesül azzal, hogy a parti állam joghatósága alá tartozó felségvizekre természetesen más országok hajói is

behajózhatnak, de ott csak a parti állam által megengedett magatartásokra jogosultak.

A tengerhajózás szabadságának gondolata erősen – és máig érvényesen – meggyökerezett a XVI. századtól egyre inkább Európa, majd 1918/1945 után az Egyesült Államok által dominált, tengeri áruszállításra épülő világrendben. Ennek egyértelmű bizonyítéka, hogy végül az USA is ennek, a németek korlátlan tengeralttjáró-háborúja által fenyegetett jognak a védelmére hivatkozva lépett be az első világháborúba, s – mint a világ hitelezője – vált végül annak egyértelmű nyertesévé. A szabad hajózás joga minden államot megillet (a tengertől elzárt országokat is), ám a tengerhajózásban való részvétel képessége államról államra változik, különböző objektív (az állam által korlátozottan megváltoztatható, vagy egyenesen megváltoztathatatlan) és szubjektív (az állam akaratától függő) tényezők léte vagy hiánya függvényében.

A tengerhez képest viszonyított fekvés (a partok hossza, a világkereskedelmi utak elérhetősége, a tengerrel való elzárttság) objektív körülmény. Ám ezek esetleges hátrányai

szubjektív körülményekkel (pl. képzés, tervezés, beruházás stb. révén) mérsékelhetők. Az összefüggés világos: nyilvánvalóan nincs értelme arra panaszkodni, hogy egy országnak nincs tengerhajózásból származó bevétele, ha szubjektíve semmit sem tesz azért, hogy az objektíve fennálló hátrányokat a maga számára előnyösen átalakítsa (vagy helytelenül azonosítja a saját tennivalóit, és alkalmatlan eszközöket választ), ezért nem tud fenntartható gazdálkodást folytató résztvevője lenni a tengerhajózásnak.

A földrajzi viszonyok alakulása például az orosz, majd a szovjet és újra orosz polgári és hadi hajózás számára is olyan objektíve hátrányos feltételeket támasztott, amelyeket szubjektív döntéseivel sem a cári, sem a szovjet kormányzat nem tudott érdemben a maga számára előnyössé alakítani. Az orosz/szovjet tengeri erő hatékony felhasználását a nyílt óceánokhoz való közvetlen hozzáférés hiánya, az ország fő tengerparti területeit elválasztó hatalmas távolságok, a zord éghajlati viszonyok és a potenciális ellenfelek tengerentúli ellátóbázisok megszerzésében és fejlesztésében elért történelmi előnye döntően

1. ÁBRA.
Az orosz Fekete-tengeri Flotta hajói a szevasztopoli Juzsnaja-öbölben (Forrás: Shutterstock)

¹ Ha a nyílt tenger egyik országhoz sem tartozik, akkor ott egyik ország jogszabályai sem alkalmazhatók, ezért a nemzetközi jog szabályai érvényesek.

2. ÁBRA.

a) Az első ukrán állam tengerészeti erőinek hadi lobogója (1917-1921),
b) a német haditengerészeti lobogó (1903-1919) [19]



befolyásolta, mivel ezeket a tényezőket az oroszok/szovjetek sem a doktrínában, sem a haderőtervezésben, sem a hadihajóépítésben nem vették figyelembe.

A Szovjetunió a fennállása alatt ugyanakkor jogi fronton kitartó erőfeszítéseket tett annak érdekében, hogy a nemzetközi jogot a tengerekhez való biztonságos hozzáférésre és azok szabad használatára vonatkozó céljai fényében értelmezze, miközben korlátozta a külföldi haditengerészetek hozzáférését a saját regionális tengereihez, vagyis másoktól mindent megtagadott, amit magának viszont követelt. A Balti-tenger esetében például a *Mare Clausum* elvére hivatkoztak annak érdekében, hogy kizárják onnan a tengerrel nem határos nemzetek haditengerészeit, s a Fekete-tenger, valamint az Ohotszki- és a Japán-tenger tekintetében is ugyanilyen nyilatkozatokat tettek, miközben keményen igyekeztek hatástalanítani mások te-

rületi követeléseit azokra az átjárókra és szorosokra, amelyeken a szovjet flotta hajóinak kellett kijutnia a nyílt tengerre.

UKRÁN VS. OROSZ FEKETE-TENGERI JELENLÉT 2022-IG

Maga a Fekete-tenger nem nagy: felszínének kiterjedése 423 000 km². A szemben lévő partok közötti legnagyobb távolság is csak 1 187 km kelet-nyugati irányban, illetve 613 km észak-déli irányban, legnagyobb mélysége 2 km. Ezzel a Föld 3 óceánja és 48 tengeré közül csak a 35. [1] Vízrajzi szempontból az Atlanti-óceán melléktengerének a melléktengere: a nyílt óceánhoz a Földközi-tengeren, ahhoz pedig a Boszporuszon, a Márvány-tengeren és a Dardanellákon keresztül kapcsolódik. Melléktengere a 340 km hosszú, 135 km széles, 37 500 km² területű és a legmélyebb pontján is csak 13 m mély Azovi-tenger, amellyel a Kercsi-szoroson keresztül áll összeköttetésben. Azt, hogy a Fekete-tenger milyen kicsi, jól érzékelteti az a tény, hogy a 2022. április 14-én elsüllyesztett MOSZKVA cirkáló kevesebb, mint egy nap (20 óra) alatt képes volt hosszában, s fele anynyi idő alatt keresztben átszelni. Hadműveleti szempontból tehát nincs elegendő tér manőverezni rajta, mivel a harcoló felek órákon belül veszélyesen közel kerülhetnek a másik fél bázisaihoz, ahonnan ellenfelük erősítést kaphat, eltávolodva egyúttal a saját bázisaitól, megnehezítve a saját támogatását. Partvédelmi, valamint a tengeri közlekedés/áruszállítás zavarthatóságának biztosítása és folyamatosságának fenntartása szempontjából viszont mindenképpen fontos az állandó katonai jelenlét biztosítása a térségében.

ból viszont mindenképpen fontos az állandó katonai jelenlét biztosítása a térségében.

A tengert 1877-ig kettő, 1878-tól négy, 1990-től pedig hat állam – Törökország, Bulgária, Románia, Ukrajna, Oroszország és Grúzia (Georgia) – határolja, melyek közül öt rendelkezik haditengerészettel. (A grúz haditengerészet 2009-ben veszítette el önálló haderőnemi jellegét, amikor a 2008-as, az oroszok ellen vívott háborút túlélő hajóit és személyi állományát beolvastották a határőrséghez tartozó parti őrségbe.) A haditengerészettel rendelkező öt állam közül három a NATO tagja, Ukrajna pedig 1994 óta különböző minőségben résztvevője a NATO programjainak (1994-től NATO Békepartner, 1997-től a NATO-Ukrajna Bizottság tagja, 2005-től a NATO Intenzív Dialógus program tagja, 2016-tól az Ukrajnai Átfogó Segítségnyújtási Csomag részese, 2019-től megnövelt lehetőségeket élvező partner, 2020-tól tagjelölt).

Az ukrán haditengerészet nem előzmények nélküli. A zaporozsjei Kozák Szics – bár nem volt közvetlen tengeri kikötője – a Fekete-tengerbe ömlő folyókon át kijáráttal rendelkezett a tengerre, s Petro Konasevics-Szahajdacsnij hetman vezetésével a könnyű vitorlás-evezős csajkái a XVII. században rendszeres rajtaütéseket hajtottak végre a tengerpart török erősségei ellen, a kisázsiai partokat is beleértve. Az addig csak kb. „határvidék” értelemben használt szláv kifejezés – „u krajina”² – hivatalos államnénvvé csak a cári Oroszország összeomlása után vált, az első világháborúban. Az 1917.

1. TÁBLÁZAT. Az első ukrán állam tengerészeti erőinek egységei típusonként, 1917. október – 1918. december között (A szerző szerkesztése)

Hajótípus	1917. 10. – 1918. 03.	1918. 04. 29.	1918. 06. 17.
csatahajó és sorhajó	9	7	8
cirkáló	7	0	7
romboló	18	12	6
torpedónaszád	18	18	0
tengeralattjáró	14	15	17
járórhajó	16	0	5
aknaszedő hajó	22	0	20
szállító- és víziprepülőgép-anyahajó	11	0	0
segédhajó	25	25	25
ÖSSZESEN	140	70	88

² A *krajina* szláv kifejezés „föld”, „ország”, „területi közigazgatási egység” értelemben használatos kifejezés (mint az osztrák „Kreis” vagy a magyar „kerület”, „járás”), az „u” előjárósó pedig „-nál”/-nél”, „közeliében” értelemben használatos.

februári polgári forradalom hatására előbb autonómmá, majd az autonóm kormány által el nem ismert októberi bolsevik puccs után, Ukrajna Népköztársaságként független országgá vált az addig Kis-Oroszországgént ismert 8 kormányzóság. A Szevasztopolban állomásozó volt cári orosz Fekete-tengeri Flotta egységei ekkor átmenetileg – 1917 októberétől 1918 márciusáig, mintegy öt hónapig – a kijevi kormány ellenőrzése alatt álltak, ezután az Ukrajnát megszálló Központi Hatalmak, illetve Szovjet-Oroszország osztoztak rajta. (A flotta német felügyelet alá került, a hadihajók egy részét viszont a bolsevik kormányt elfogadó orosz tisztek és legénység Novorosszijszkba menekítette.) Az ukrán kormány a németbarát Pavlo Petrovics Szkoropadskij hetman irányítása alatt 1918 júliusa és novembere között fokozatosan egyre több hajót vett át a németek által az ország megszállásakor lefoglalt volt cári orosz hadihajók közül. A Nyikolájev-központú ukrán flotta ekkor a korábbi orosz hajóállomány mintegy felével rendelkezett. (A Novorosszijszkba menekült egységeket Lenin utasítására a saját legénységük elsüllyesztette,

2. TÁBLÁZAT. A második ukrán állam Fekete-tengeri Flottája állományának alakulása 1997-2022 között (A szerző szerkesztése [4] [5] [6] [7] alapján)

Hajótípus	1997	2014	2018	2022
repülőgép-/helikopterhordozó	0	0	0	0
rakétás cirkáló	0	0	0	0
rakétás romboló	0	0	0	0
rakétás fregatt	3	1	1	1
rakétás korvett	3	0	0	2
rakétás járőrhajó	0	6	1	1
aknaszedő hajó	4	5	1	2
szállító- és partraszállító- (deszant-) hajó	4	3	1	2
ellátó-/segéd-/őrhajó (folyami/tengeri)	3	0	12	>17
tengeralattjáró	1	1	0	0
ÖSSZESEN	18	16	16	>25

a német megszállás után pedig több egységet az ugyancsak a Központi Hatalmak megszállása alatt álló Romániának adtak, kárpótlásként.) 1918 decemberében az ukrán flotta megadta magát a Fekete-tengerre benyomuló antant erőeknek, amelyek átadták a hadihajókat a szovjethatalom ellen küzdő fehér tábornokoknak. A kérésre az első ukrán flotta ekkor megszűnt (a hajók nélküli ukrán haditengerészeti igazgatás azon-

ban 1921-ig fennmaradt). Jelképeit – különösen a német haditengerészet mintájára kialakított hadi lobogóját – ekkor hozták létre, s az 1992-ben újjáalakult új ukrán haditengerészetnek is a jelképeivé váltak.

Az ukrán flottával kapcsolatos kérdések a Szovjetunió felbomlása után kerültek ismét napirendre, amikor 1991. december 10-én Ukrajna is aláírta a Szovjetunió helyébe a Független Államok Közösségét (FÁK)



3. ÁBRA.
A MOSZKVA cirkáló
Szevasztopolban
2021 nyarán
(Forrás: Alamy)

4. ÁBRA. Ukrán kötelék Szevasztopolban 2012. márciusában. A képen balról jobbra az U510 jelzésű SZLAVUTICS parancsnoki hajó (vezetési pont), az U311 és az U310 jelzésű CSERKASZI és CSERNYIHIV aknamentesítő hajók, valamint az U500 jelzésű DONBASZ tengeri kutató-mentő hajó. A SZLAVUTICS-ot, a CSERKASZI-t és a CSERNYIHIV-ot a Krím 2014-es annexiója során az oroszok elfogták. A DONBASZ-t 2014-ben szintén elfogták, de visszaadták Ukrajnának. A hajó a Mariupol elleni ostrom során semmisült meg, 2022. április 6-án (Forrás: Shutterstock)

helyező 1991. december 8-ai belovezsai megállapodást³, a december 12-én kiadott 4. számú elnöki rendelettel pedig a független Ukrajna iránti hűségeskü letételére kötelezte a volt Ukrán Szovjet Szocialista Köztársaság területén állomásozó katonai alakulatok parancsnokait és személyi állományát 1992. január 20-ig. A szovjet Fekete-tengeri Flotta tiszti gyűlése azonban 1992. január 8-án a FÁK vezetőihez fordult, hogy a flottát közös stratégiai-védelmi egységnek ismerjék el, és ne járuljanak hozzá az ukrán fennhatóság alá helyezéséhez. 16-án a FÁK vezetői olyan szöveget határoztak meg a stratégiai alakulatoknál szolgálók számára, amelyben egyszerre kellett esküt tenni a területi állam és a FÁK (mint nemzetközösség) iránti hűsre. Úgy tűnt, hogy ez megoldja a problémát, s 18-án a volt szovjet Fekete-tengeri Flotta első egysége – a bűváriskola 3. százada – felelősödött Ukrajnára és a Független Államok Közösségére. Február 22-ig a haditengerészeti repülők 46 pilótája és további két alakulat (a krími hadikikötők védelméért felelős őrhajókat magába foglaló 17. dandár és a 880. Tengerészeti Gyalogzászlóalj) tette le az esküt. Erre válaszul a Flotta moszkvai főparancsnoksága feloszlatta az érintett egységeket, és ezután kizárólag etnikai oroszokat toborzott a Flottába, az orosz parlament pedig napirendre tűzte a Krím félsziget hovatartozásának kérdését. Az április 5-i 209. ukrán elnöki rendelet az ukrán belügyekbe való beavatkozással vádolta Moszkvát, emlékeztetve az Ukrajna határait kijelölő és Oroszország által is elfogadott nemzetközi megállapodásokra, mire másnap az orosz parlament megtagadta a belovezsai megállapodás ratifikálását. 7-én a flottaparancsnokság adminisztratív részlegében 1991 szeptemberében megalakított Ukrán Tisztek Társasága hűségesküt tett Ukrajnára, Borisz Kozsin ellentengernagy pedig elfogadta az ukrán védelmi miniszter felkérését, hogy legyen a megalakítandó ukrán tengerészeti erők főparancsnoka. A 8-án kelt védelmi miniszteri rendelet meghatározta az ukrán flotta kialakításának irányelveit, az ukrán haditengerészeti erők

törzskarának 13-án történt megalakítása pedig, *de facto* megszüntette a Fekete-tengeri Flotta addig egységes irányítását. 1992. július 20-án az SZKR-112 (egy Kalinyingrádban, az 1950-es években épült szovjet őrhajó) legénysége ukrán hadihajónak nyilvánította az egységet. Felvonták az ukrán lobogót, és a krími támaszpontot elhagyva Odesszába indultak. A moszkvai parancsnokság lázadásnak minősítette az esetet, és megpróbálta feltartóztatni, majd elsüllyeszteni a hajót – eredménytelenül. 1992. augusztus 1-én Leonid Kravcsuk ukrán elnök formálisan is megalapította a szervezetileg *de facto* már létrejött ukrán haditengerészetet. Öt évig tartó tárgyalássorozat eredményeként 1997-re született megállapodás [2] [3] az egykori szovjet Fekete-tengeri Flotta Ukrajna és Oroszország közötti felosztásáról, s a szevasztopoli bázis orosz bérletéről (a megállapodás alapján a volt szovjet Fekete-tengeri Flotta 68 hajójából az 50 harc képes, kevésbé elavult egység került orosz, a 18 avult és/vagy inaktív egység ukrán tulajdonba).



³ Ez a megállapodás lépett a Mihail Gorbacsov által kezdeményezett – a Szovjetuniót demokratikus elven szervezett államszövetséggé alakító – alkotmánytervezet helyébe, amikor Borisz Jelcin pártfőtitkár (a Gorbacsov krími nyaralását kihasználó puccsot követően) demokratikus átalakulást sürgető politikai programjából a FÁK megalakításával fogta ki a szelet.

2001-ben a NATO-tag Törökország kezdeményezésére létrejött a Fekete-tengeri Haditengerészeti Csoport – BLACKSEAFOR [8] – a Fekete-tenger térségében a béke és biztonság garantálására, valamennyi parti állam haditengerészetének együttműködésével (az alkalmi közös műveleti erőbe szerveződő nemzeti egységek a hajózási útvonalak biztosítását, kutatás-mentést, aknamentesítést, humanitárius segítségnyújtást végeztek, ezzel kívánva megerősíteni a jószomszédi együttműködést és azon keresztül a térség stabilitását). Az egyezményből a Krím 2014-es annektálása után Ukrajna kezdeményezte Oroszország kizárását, de ez nem történt meg, a 2022-es teljes körű orosz invázió megindulását követően így Ukrajna lépett ki a szervezetből 2023-ban.

A 2014–2022 közötti időszak rendkívül fontos az Ukrán Haditengerészet szempontjából, ugyanis már az ország szuverenitása ellen intézett első orosz támadás is egyértelművé tette Kijev számára, hogy fel kell készülnie a biztonsági helyzet további romlására, az ország nyugati szö-

3. TÁBLÁZAT. A szovjet, majd az orosz Fekete-tengeri Flotta állományának alakulása 1992–2022 között (A szerző szerkesztése [5] [6] [12] [13] alapján)

Hajótípus	1992	2014	2018	2022
repülőgép-/helikopterhordozó	3	0	0	0
rakétás cirkáló	6	2	1	1
rakétás romboló	n. a.	1	1	0
rakétás fregatt	n. a.	8	5	5
rakétás korvett	n. a.	5	11	20
rakétás járőrhajó	n. a.	5	5	0
aknarakó hajó	n. a.	9	8	9
szállító- és partraszállító- (deszant-) hajó	n. a.	7	7	19
ellátó- és segédhajó	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
tengeralattjáró	29	1	7	6
ÖSSZESEN	68	38	45	60

vetségei számára pedig azt, hogy segíteniük kell Ukrainát önvédelmi képességei fejlesztésében.⁴ Ez egyrészt eszközök és technológia átadását jelentette (az ehhez szükséges bizalmat kellően megalapozta az a tény, hogy az ukrán haditengerészet alkalmas, elkötelezett és tevékeny résztvevője volt a Szómália partjainál a nemzetközi tengerhajózás biztonságát fenyegető

kalózok elleni nemzetközi misszióknak). Másrészt az első konkrét lépések megtételére is sor került az Ukrán Haditengerészet és a NATO interoperabilitásának megteremtése érdekében. Ezt a folyamatot – s annak részeként az ukrán fekete-tengeri flotta, valamint a szárazföldi és a különleges műveleti erők újjáépítését – az Egyesült Államok, az Egyesült Királyság és Törökország

5. ÁBRA. Az Ukrajna és a NATO-partnerországok együttműködésében Odessa előtt megtartott *Sea Breeze 2018* nevű többnemzetiségű tengeri hadgyakorlaton részt vevő ukrán egységek, a parti őrség BG57 jelzésű MIKOLAJIV nevű járőrhajója és a 2018-ban Ukrajna részére átadott Mk VI típusú, amerikai gyártmányú nyílt tengeri járőrhajók egyike, a P-190 jelzésű SZLOVJANSZK (ex-USCGC CUSHING) 2018. 07. 16-án (Forrás: Shutterstock)



⁴ A felismerés megalapozottságát látványosan megerősítette a „kercsi incidens”, amikor az ukrán haditengerészet alapításának 100. évfordulóját Oroszország azzal ünnepelte, hogy ok nélkül feltartóztatott és lefoglalt három ukrán hadihajót, amelyek az ország fekete-tengeri vizeiről az azovi-tengeri vizeire igyekeztek az oroszok által jogellenesen elfoglalt Kercsi-szoroson keresztül, egyértelművé téve azt az orosz szándékot, hogy Ukrainát teljesen kizárják az Azovi-tengerről, s fokozatosan ássák alá az ország területi szuverenitását.



6. ÁBRA. Az ukrán HETMAN SAHAJDACSNIJ fregatt a Fekete-tengeri Flotta felállításának 230. évfordulója alkalmából rendezett díszszemlén, 2013. május 12-én (Forrás: Shutterstock)

felügyeli. Ekkor (az ukrán flottának a Krím 2014-es annektálásakor az oroszok által elragadott 50%-a pótlására) hozták létre Ukrajna úgynevezett „szűnyogflottáját” a felségvizek és a partvonal védelmére, illetve a támadó ellenséget folyton zaklató, korlátozott partközeli hadműveletekre. Az USA mellett Bulgária, Grúzia, Románia bevonásával javították Ukrajna információküldési és -fogadási képességét (Black Sea Maritime Domain Awareness), tűzérési radarokat, műholdfelvételeket és elemzési képességeket, orvosi felszerelést és harci evakuációs eljárásokat támogató berendezéseket, valamint 16 db Mk VI típusú, amerikai gyártmányú,

nyílttengeri járőrhajót [9] adtak át, illetve adtak el Ukrajnának (Ukraine Security Assistance Initiative). A csomag részeként drónelhárító rendszereket, kommunikációs felszereléseket, elektronikus hadviselési rendszereket is biztosítottak a szükséges kiképzéssel együtt. Végül 2020-ban 4 db korszerű ADA-osztályú korvett gyártását rendelte meg Ukrajna Törökországtól [10] a nyílttengeri felszíni képességei megújítására. (Ezekkel a hajókkal kívánva kiegészíteni az elavuló volt szovjet haditechnika felváltására 2008-ban jóváhagyott és 2011-ben megvalósítani kezdett, 4 db saját tervezésű és gyártású P58250 – VOLODIMIR

4. TÁBLÁZAT. A fekete-tengeri NATO-erők 2016-ban [15]

Típus	Törökország	Bulgária	Románia
rakétás cirkáló	0	0	0
rakétás romboló	0	0	0
rakétás fregatt	16	4	3
rakétás korvett	8	3	4
rakétás járőrhajó	21	0	6
aknaszedő/-rakó	15	18	5
szállító- és partraszálló- (deszant-) hajó	29	0	1
ellátó- és segédhajó	29	16	23
tengeralattjáró	13	0	1
tengerészeti repülés*	37	3	3
ÖSSZESEN:	131 hajó + 37 légi jármű	41 hajó + 3 légi jármű	43 hajó + 3 légi jármű

* Az orosz tengerészeti repülés légijármű-állománya 78 egység, ezzel a tengerészeti repülés az egyetlen, ahol egyértelmű orosz fölény volt kimutatható.

⁵ Atommeghajtású tengeralattjáró (SSN – Submersible Ship Nuclear). Ballisztikus rakétákkal felszerelt atommeghajtású tengeralattjáró (SSBN – Submersible Ship Ballistic Nuclear).

VELIKIJ – osztályú korvetten tartalmazó építési programját.)

Orosz szempontból – a történelmi-nosztalgikus, illetve az érzelmi-sérelmi okokon túl – nehéz racionálisan okot találni arra, hogy miért törekszik Oroszország az indokolt partvédelmi és közlekedésbiztosítási feladatok ellátására képes flotta fenntartásán túl fekete-tengeri dominanciára. Tekintve, hogy már a Szovjetunió felbomlása előtt is a négy rendszerben tartott flotta (Balti-tengeri, Fekete-tengeri, Északi és Csendes-óceáni) közül „az északi és a csendes-óceáni flottában összpontosult a haditengerészet általános célú tengeralattjáró erőinek körülbelül 70%-a, 6% kivételével a teljes SSB/SSBN haderő (gyakorlatilag az összes nukleáris egység) és a haditengerészet főbb felszíni harcoló egységeinek mintegy 55%-a.” [11] Ennek oka, hogy a négy flotta közül szintén csak ez a „kettő számíthat arra, hogy háborús időkben könnyen hozzáférhet a nyílt óceánhoz: a Kola-félszigetre támaszkodó északi flotta, valamint a Vlagyivosztokra és a Kamcsatka-félszigetre támaszkodó csendes-óceáni flotta. [...] a Balti- és Fekete-tenger kijárait viszonylag könnyen le lehet zárni.” Ezért „ésszerű azt feltételezni, hogy egy D-napon a Balti- és a Fekete-tengeren lévő vagy ott visszatartott egységek csak azért maradnak ott, hogy helyi, partközeli védelmet nyújtsanak. A nyugati erők elleni bármilyen nyílt tengeri hadművelet végrehajtása elsősorban az „északi” és a „csendes-óceáni” flotta feladata.” [11]

A huszonegyedik század első másfél évtizedében az orosz erőfeszítések egyik célja az ország öröklötten rossz (és a Szovjetunió felbomlásával tovább romlott) geostratégiai helyzetének javítása volt a Fekete-tenger térségében. [14] Az orosz hadihajók számának alakulása a Szovjetunió felbomlása utáni 30 évben látszólag megerősítette ezt, hiszen az ország (a típusok közötti némi belső átrendezéssel) a Szovjetunióéval azonos nagyságú flottát épített ki. A fekete-tengeri NATO-tagállamok azonban reagáltak erre, s az erőviszonyokat ösz-

szevetve egyértelmű, hogy a főbb típusok mindegyikében jelentős az orosz lemaradás.

A fejlesztést azonban orosz részről nem a NATO-val való közvetlen konfrontáció szándéka, inkább az elretentés korábbival azonos mértékének fenntartása indokolta, annak érdekében, hogy a Szovjetunióból kivált és a NATO-ba törekvő szomszédok – Grúzia, de főleg Ukrajna – tengerhez való hozzáférését egy NATO-beavatkozás kockázata nélkül akadályozhassák (a 2008-as grúziai háború, a Krím 2014-es annektálása és a donbaszi polgárháború felszítása mind-mind ezt a célt szolgálta).

HOZZÁFÉRÉS-GÁTLÓ ÉS TERÜLETMEGTAGADÓ STRATÉGIÁK

A flotta legfőbb célja háborúban az ország saját tengerpartja elleni támadások kivédése, a tengeri kereskedelem szabadságának biztosítása és az ellenséges flotta megsemmisítése vagy kikötőibe való zárása (blokádja). Az első és a második cél elérését a harmadik sikeres megvalósításával – vagyis az ellenséges flotta megsemmisítésével vagy megbé-

nítésével – lehet biztosítani. Arra a flottára, amely képes a saját hajózás szabadságának a támadásokkal szembeni védelmére, illetve az ellenség hasonló tevékenységének a megállítására, azt mondják, hogy *uralja a tengert*. Ez a *tengerek feletti uralom* doktrínája.

A tengerészeti stratégia és harcászat évszázadokon át a harmadik megoldásban (megsemmisítés/blokád) látta a tengerek feletti uralom megszerzésének a kulcsát. Sir Julian Corbett (1854–1922) brit tengerészeti-történész, a Királyi Haditengerészeti Akadémia oktatója, illetve az Admiralitás stratégiai tanácsadója azonban 1911-ben megfogalmazta a *„relatív tengerek feletti uralom”* doktrínáját. A korábbi és a kortárs teoretikusokkal szemben ugyanis ő sokkal kisebb jelentőséget tulajdonított a flották közötti összecsapásoknak. Corbett a haditengerészeti és a szárazföldi hadviselés egymásrautaltságát hangsúlyozta, és a csaták helyett általában a tengeri kapcsolattartás fontosságára koncentrált. Álláspontja szerint a tengeri összecsapás

nem öncélú, hiszen a flotta elsődleges célja a saját tengeri kapcsolattartás biztosítása és az ellenség kapcsolattartásának megzavarása, így nem feltétlenül kell keresni az ellenséges flotta megsemmisítésének a lehetőségét. Corbett szerint ezért a tenger feletti uralom nem szükségszerűen abszolút, sokkal inkább relatív, és különböző kategóriákba sorolható: általános vagy helyi, állandó vagy ideiglenes. Corbett két alapvető módszert határozott meg a kapcsolattartás útvonalai feletti ellenőrzés megszerzésére: az ellenséges hadi- és kereskedelmi hajók tényleges fizikai elpusztítása vagy elfogása és a tengeri blokád. [16]

Corbett kortársai nem fogadták el a következtetéseit. Ám a tengerészeti stratégia addig általánosan helyesnek tartott elvei a két világháborúban mégis megdőltek: mindent eldöntő ütközetekre egyszerűen nem került sor többé. Ezt az első világháborúban még lehetett egyfajta gondolkodásmódbeli felkészületlenséggel, felesleges óvatossággal vagy épp gyávasággal magyarázni, de a második

7. ÁBRA. A Sea Breeze 2018 tengeri hadgyakorlaton részt vevő ukrán egységek. Előterben a 2012–2021 között Kijevben épített és a Dnyeper-folyón a Fekete-tengerre juttatott 8 db HJURZA-típusú ágyúnaszád egyike, a P178 jelű LUBNYI. A hajó Mariupol ostrománál elsüllyedt, az oroszok azonban kiemelték, helyreállították és a saját flottájukban szolgálatba állították 2022 tavaszán (Forrás: Shutterstock)



világháborúban már nem. Az akkori tengeri hatalmak – részben pont az első világháború tengerészeti bémultságából merített tapasztalatok alapján – aktívan használták a csatahajóflottáikat. Európában az olaszok (Matapan-fok, 1941), Ázsiában a japánok (Leyte, 1944) igyekeztek csatahajóikkal kivívni a maguk számára kedvező végeredményt, mindhiába. Az azóta lefolyt kisebb háborúk – helyi fegyveres konfliktusok – többségében pedig már nincs is olyan ellenfél, amelyet egyetlen csapással meg lehetne semmisíteni, ettől függetlenül a helyi háborúk is alkalmasak a tengeri kapcsolattartás zavarására (kalózkodás) vagy a hátszágban megszokott életkörülmények tartós és jelentősen hátrányos befolyásolására (terrorizmus). Az első, de főleg a második világháború tapasztalatai (ahol tömegesen fordultak elő az elmélet helyességét igazoló események) így lényegében Corbett 1911-es álláspontját támasztották alá, ezért a haditengerészeti stratégiát mindinkább – ma pedig már kizárólag – az általános stratégia részeként,

a szárazföldi és a légi hadviseléssel összevontan, azaz összhaderőnemi kérdésként kezelik, ami az első és a második világháborús stratégiák túlnyomó többsége számára még elképzelhetetlen lett volna.

A relatív tengerek feletti uralom így mára általánosan elfogadott és érvényes leírásává vált annak, hogy mire jó és milyen kihívásokkal szemben hasznos egy tengeri haderő. Corbett eredeti kategóriáit eszerint ma már ún.: „hozzáférés-gátló/terület-megtagadó” (anti-access/area denial – A2/AD) stratégiaként írják le. A hozzáférés-gátlás az ellenfél haderejének a műveleti területre való bejutását akadályozó, jellemzően (de nem kizárólagosan) nagy hatótávolságú akciókat és zömmel parti bázisú képességeket jelent. A területmegtagadás pedig azokat az általában rövidebb hatótávolságú akciókat és képességeket, melyek célja az ellenséges haderő cselekvési szabadságának korlátozása a hadműveleti területen.

A Balti-tengeren, a svéd partok előtt a 2010-es évek óta nyilvános-

ságra hozott – feltehetőleg a különleges erők szabotázsakcióinak előkészítésére és támogatására irányuló – orosz tengeralattjáró-incidensek (2014, 2017) arról győzték meg a svéd haditengerészeti vezetést, hogy valószínűleg egy, a Gotland sziget ellen irányuló orosz A2/AD-akcióra kell felkészülniük. [17] Az Ukrajna elleni orosz agresszió után ezért Svédország (1815 óta tartó semleges-ségét feladva) a felvételét kérte a NATO-ba. Mi több: a világ legerősebb tengeri hatalma, az Egyesült Államok 2012-ben közzétett nemzetvédelmi koncepciója is abból indul ki, hogy az A2/AD-akciók jelenthetik „a legnehezebb hadműveleti kihívást, amellyel az Egyesült Államok erőinek szembe kell nézni az elkövetkező évtizedekben”, ezért egyesített légi-tengeri műveleti koncepciót dolgoztak ki a kezelésére. [18]

A tanulmány következő részeiben a 2022–2024 közötti hadműveleteket, végül azok átfogó értékelését és az abból levonható következtetéseket tekintjük át.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Láng Attila D. (szerk.) Kisokos általános kislexikon (Utolsó módosítás: 1997. július) A Föld óceánjai, legnagyobb tengerei és öblei <http://mek.niif.hu/00000/00056/html/106.htm> (Letöltve: 2024.8.9.);
- [2] Megállapodás Ukrajna és az Oroszországi Föderáció között az Oroszországi Föderáció fekete-tengeri flottájának Ukrajna területén való tartózkodási feltételeiről és jogállásáról Документ 643_076 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/643_076#Text (Letöltve: 2024.8.8.);
- [3] Megállapodás Ukrajna és az Oroszországi Föderáció között a Fekete-tengeri Flotta felosztásáról Документ 643_075 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/643_075/conv#o36 (Letöltve: 2024.8.8.);
- [4] A Szovjetunió Fekete-tengeri Flottája hajóinak, katonai felszereléseinek és fegyvereinek elosztása, valamint a haditengerészet hajóinak mozgása – a TSK jelentése https://www.ukrmilitary.com/2019/06/tsk-dodatok2.html?fbclid=IwY2xjawEkL09leHRuA2FlbQIxMAABHYbdmIXk-srWg0dlF6EkNXTleXASm22FOT_aFwuBbUwhrlsKzerLzRegvw_aem_gHJr5VLSz0lQTxJZGZLyFw (Letöltve: 2024.8.15.);
- [5] Bender, J. Here Are The Ships In Russia's Legendary Black Sea Fleet Mar 20, 2014. <https://www.businessinsider.com/russia-black-sea-fleet-2014-3> (Letöltve: 2024.8.9.);
- [6] McCarthy, Niall. The military imbalance in The Black Sea Nov 26, 2018. <https://www.statista.com/chart/16207/estimated-strength-of-the-russian-black-sea-fleet-and-ukrainian-navy/> (Letöltve: 2024.8.8.);
- [7] Structure and Combat Strength Naval Force, by the end of the year White Book 2007 Ministry of Defence of Ukraine Kyiv, 2008. p. 111. (Letöltve: 2024.8.8.);
- [8] Megállapodás a Fekete-tengeri Tengerészeti Együttműködési Csoport létrehozásáról https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_151/conv#Text (Letöltve: 2024.8.9.);
- [9] Ukraine – Mark VI Patrol Boats, Defense Security Cooperation Agency News Release https://www.dsca.mil/sites/default/files/mas/ukraine_20-39.pdf (Letöltve: 2024.8.9.);
- [10] Khotin, Rostyslav. The Rebuilding Of Kyiv's Navy, Far From Ukraine March 15, 2024. <https://www.rferl.org/a/ukraine-warships-turkey-construction-navy/32863289.html> (Letöltve: 2024.8.9.);
- [11] Breemer J. S. The Soviet high seas fleet of the 1990s: design for a „swing strategy”? in: Naval War College Review, Vol. 34, No. 2 (March-April 1981), pp. 38–47;
- [12] What is Black Sea Fleet Worth? in: FORUM No. 86, Summer. 1992, p. 35., <https://diasporiana.org.ua/wp-content/uploads/books/12761/file.pdf> (Letöltve: 2024.8.8.);
- [13] Russia's Fleet in the Black Sea, JANES, ONI; <https://pbs.twimg.com/media/FQaltEMWQAKV5Tq.jpg> (Letöltve: 2024.8.9.);
- [14] Kollakowski, T. (2023). Interpreting Russian aims to control the Black Sea region through naval geostrategy (Part One): 'The Azov-Black Sea basin as a whole [...] This is, in fact, a zone of our strategic interests.' <https://doi.org/10.1080/13518046.2023.2201112>
- [15] Comparing Black Sea Naval Forces, Stratfor, https://www.stratfor.com/sites/default/files/styles/stratfor_large__s_/public/main/images/black-sea-naval-powers.png?itok=yMQPkIt9 (Letöltve: 2024.8.8.);
- [16] Corbett, J. Some principles of maritime strategy, London 1911, <https://www.gutenberg.org/files/15076/15076-h/15076-h.htm>, (Letöltve: 2024.8.8.);
- [17] Ulriksen, S. 'Russia in the North', IISS, The Russia Strategic Initiative, Maritime Monday #2: Russia's New Naval Mission for Defense and Deterrence, 20 July 2020, <https://community.apan.org/wg/rsi/project-connect/m/documents/341470>, (Letöltve: 2024.8.8.);
- [18] Joint Operational Access Concept (JOAC), 2012, https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/JOAC_Jan%202012_Signed.pdf, (Letöltve: 2024.8.10.);
- [19] Az ábrák forrása: https://en.wikipedia.org/wiki/Navy_of_the_Ukrainian_People%27s_Republic; https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:War_Ensign_of_Germany_%281903%E2%80%931919%29.svg (Letöltve: 2024.8.10.).



FÖLDI FERENC*

A GEPÁRD NAGY ŪRMÉRETŰ PUSKÁK FEJLESZTÉSÉNEK TÖRTÉNETE

XII. RÉSZ

1. ÁBRA. Tartalékos állományú, balkezes katona lő Gepárd M1 mesterlövészpuskával a hajdúhadházi lőtérén tartott éleslövészen (Fotó: honvedelem.hu / MH 2. TVE / Szidor Viktória)

35 ÉV A HONVÉDSÉG SZOLGÁLATÁBAN

A tanulmány előző részei a Gepárd M1 mesterlövészpuska fejlesztésének előzményeit, a tervezés során felmerült problémákat, valamint azok megoldását ismertették, továbbá bemutatták a speciális számításhoz alapozott fegyvertechnikai megoldásokat, a kísérleti mintapéldány elkészítését és a fejlesztés folytatását. A szerző a cikksorozat utolsó részében a Gepárd M1 puska rendszerítésével és az első sorozatgyártott példányok elkészítését követő utóéletével foglalkozik.

A Bátor Kft.-nél Szép Ferenc az előző részben említett 8 darabos sorozat mellett saját költségére legyártatott egy további példányt is, azzal a céllal, hogy az esetleges vásárlók számára rendelkezésre álljon egy bemutatható, tesztelhető fegyver. Ennek az eszköznek a sorsáról számos bizonytalan hitelességű történet látott napvilágot. Biztosan csak annyi tudható,

hogy egy, a HTI által jóváhagyott bemutató lövészet tapasztalatai alapján a Gepárd mesterlövészpuska B 3008-as számú „pluszpéldányát” egy amerikai állampolgár vásárolta meg, minden bizonnyal tesztelés céljából.

A Gepárd M1 puska sorsában a következő, talán legjelentősebb törést a VSZ (Varsói Szerződés: a szovjet érdekszférába tartozó országok katonai szervezete) összeomlása, majd a Szovjetunió felbomlása és a keleti hadiipari források drasztikus beszűkülése jelentette, természetesen kizárólag a 12,7 mm-es NSZV (oroszul **НСВ: Никитин–Соколов–Волков**, Nyikityin–Szokolov–Volkov) nehéz géppuska csövének beszerzését érintően. Még az MH készleteiből sikerült néhány fegyvercsövet a gyártóknak megvásárolni, de azután már csak az import maradt. Először Grúzia (ma: Georgia) került szóba, mint az NSZV nehéz géppuska eredeti gyártója a Szovjetunió-

óban, majd az unió felbomlása után önálló államként, de a külkereskedők nem lelkesedtek az ilyen beszerzésért. A gyártás helyzete újra egyre jobban reményvesztetté vált, kiváltképpen azért, mert a nyírbátori CSM (Csepel Művek) gyártóművet felszámolták, a MOM mátészalkai gyáregységét pedig egy osztrák vállalkozó privatizálta, aki természetesen garanciát vállalt a magyar állam felé, hogy a fegyvergyártási kapacitását nem fogja felszámolni. Ekkor hirtelen felcsillant egy újabb remény legalább ennél a gyártónál, hogy az osztrák kapcsolat révén lehetőség lesz nyugati szomszédunktól a Hirtenberger cég gyártmányaiból megfelelő minőségű fegyvercsőhöz jutni, de természetesen nem 12,7×107 mm-es, hanem a NATO-ban használatos, 12,7×99 mm-es űrméretben. Ez a változás egy esetleges nyugatorientáltságú exportlehetőséget is felvillantott. Ehhez viszont meg kellett vizsgálni, hogy

* Nyugállományú ezredes (PhD); Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, óráadó tanár. ORCID: 0000-0002-0513-8493

2. ÁBRA.

a) A szerelt Browning és
b) a szerelt NSZVT-cső.
Jól látható, hogy szinte
teljesen azonosak a
szerelvényeik

12,7×99 mm-es

a)



12,7×107 mm-es

b)



az űrméret változtatásához milyen szerkezeti módosításokat kell a puskán végrehajtani. Mivel a NATO-ban elfogadott szabványú töltény 20,4 mm átmérőjű hüvelytalpa beleillik a Gepárd M1 zárfejének 22,3 mm-es hüvelyfészkébe¹, a hüvelyvonó karom ráugorhat a NATO-szabványú hüvely 2,6 mm vastag peremére, mert a köröm kihúzó felülete a zártkör felületétől 3,6 mm-re nyúlik előre. Ezért megállapítható, hogy az eredeti zárfejet/elsütőberendezést használni lehet ennél a tölténynél is, hozzátevé még, hogy a $p_{\max}$ (3500 bar)² hasonló, mint a GM1 tervezési nyomása.

Emiatt a T alakú zárfej lapátjai, a zártok zárkörmei és a zártok csatlako-

zómenete is változatlanul megfeleltek a szilárdsági követelményeknek. Ugyanígy változatlan maradhatott a csőszájfék és annak a csővégen való rögzítése. Így sikerült elérni, hogy ezzel az űrméretváltás kizárólag a szerelt cső cseréjére korlátozódjon. (2. ábra) A csőcseréhez a TASZT-készletben minden eszköz, szerszám biztosítva volt. Műhelyasztalon precíz, megfontolt munkával 30 percen belül végre is lehetett hajtani. Terepen sem volt kizárt, ha megfelelően megtisztított és kemény felület állt rendelkezésre ehhez. Természetesen az új űrmérethez újból be kellett lőni az optikai irányzékot. A MOM által elkészített Gepárd M1 A2019B gyártási

számú puskát (3. ábra) a HTI Táborfalván, a MOM által biztosított 12,7×99 NATO M2API tölténnyel ($m_{\text{lov}} = 42 \text{ g}$, $v_0 = 910 \text{ m/s}$) bevizsgálta, és kimutatta, hogy annak precíziója kimagaslóan jó. (4. ábra) A ma használatos precíziómértékben a GM1 ~1,7 MOA³ [1], a GM1B ~1,4 MOA értéket produkált, ami első közelítésben azonosnak tekinthető. Viszont a 100 m-es lövési távolságról a páncélátütés mértéke legalább 15%-kal csökkent, annak ellenére, hogy a torkolati energia közel azonos volt a GM1-ével.

A MOA értékkel jellemezhető szórásstartomány és az összes találatot befoglaló kör átmérője ($D_{100\%}$) között szoros geometriai kapcsolat van.

3. ÁBRA.

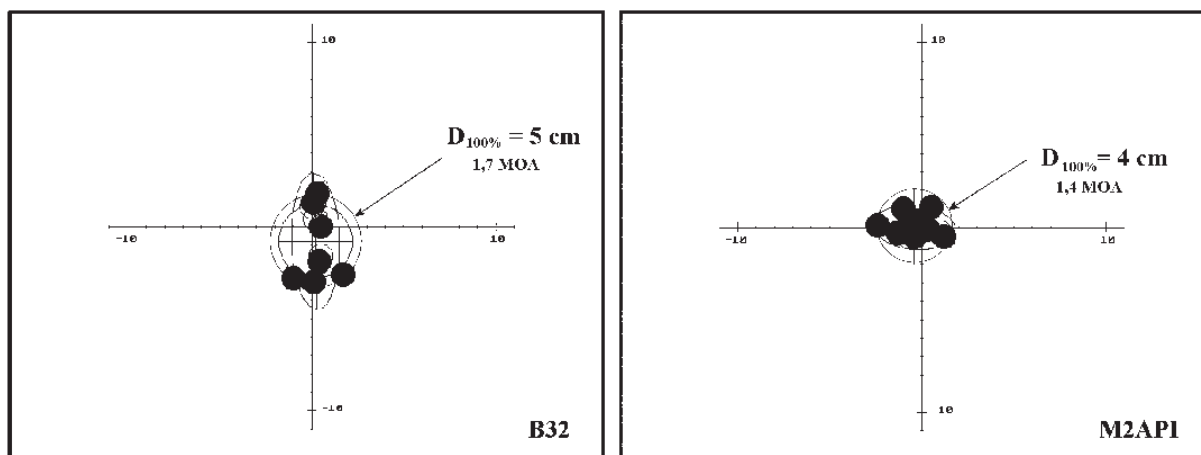
A Gepárd M1 puská
12,7×99 NATO-űrméretű
változata (a kisebb
képen a gyártási
szám látható)



¹ A zárfej hüvelyfészkének mintegy 2 mm-rel nagyobb átmérője – tekintettel a töltények kézzel való becúsztatására a töltőúrbé – nem okozhatott töltési akadályt, mert a zárfej a már betölt hüvelyre kapcsolódott rá, nem kellett bevezetnie azt a zártokon keresztül a töltőúrbé.

² a $p_{\max}$ = az a legnagyobb löpőnyomás, ami a fegyvercsőben üzemzerűen keletkezhet.

³ Részletes információ: [1]; A pontosság mérése fejzet, 2) alfejezettől végig és a melléklet második táblázata.



4. ÁBRA.

A 12,7×107 mm-es és a 12,7×99 NATO-űrméretű puska szórásképe (számítógéppel készített rajz). A bal oldali ábrán a gyári B32 haditölténnyel lőtt, jobbra a MOM által beszerzett, ismeretlen eredetű M2API tölténnyel lőtt szórásképe látható

Amennyiben a lövész a fegyverének az adott cél méretére vonatkozó biztos találati maximális lőtávolságát ismeri, akkor az adott távolságra vonatkozó kör $D_{100\%}$ adata ismeretében dönteni tud arról, hogy ezt a célt érdemes-e támadnia (mivel a katonai mesterlövésznek az éles feladatvégzés esetén nincs esélye kettőnél több lövés leadására egy adott tüzelőállásból, hiszen az az ellentéveséget azonnal kiválthatja⁴). A közelebbi célokra is jól alkalmazható, de a távolabbiakra nem (a szórásképe széttartása miatt), ám ennek magyarázata itt és most nem időszerű.

Hiába volt azonban az egész fejlesztés, az MH illetékesei még a várható NATO-csatlakozás reményében sem tartottak igényt a fegyver sorozatgyártására, a gyártó a beszerzett Browning-csőveket az öntöltő Gepárd fegyverek fejlesztéséhez használta fel, de ez már egy másik történet.

Ezt követően többéves szünet következett be a Gepárd M1 puska gyártásában, mert az akkori katonai vezetésben vita alakult ki a fegyver hadrendbe történő illesztéséről (annak ellenére, hogy 1992-ben Szege-di Károly alezredes, az MH Gépesített Lövész és Harckocsizó Kiképzési Főszemlélőség osztályvezetője tanulmányt írt az Új Honvédségi Szemle folyóiratba a Gepárd M1 fegyverek harci alkalmazásának kérdéseiről [2]). Ez idő alatt csupán néhány, a fegyver paramétereit javító, valamint gazdaságosabb előállítását érintő vál-

toztatásra nyújtott be igényt a két gyártó. A szerkezet tömegének csökkentése érdekében nagy szilárdságú alumíniumötvözetből (AlMg₃) akarták legyártani az elsütőmarkolatot, az ár csökkentésére pedig el kívánták hagyni a hátsó láb és a válltámaszfogantyú díófa markolatait. Az 1990-es évek legvégéig kellett arra várni, hogy az új MH fegyverzettechnikai szolgálatfőnök ismét Gepárd M1 puszkákat rendeljen, de ekkor már észrevehető számban. „Csupán” az volt ezzel a probléma, hogy közben a MOM osztrák tulajdonosa bejelentette: kormányra utasítására ki kell szállnia a fegyvergyártásból, mert csak polgári termékek gyártásával foglalkozhat (ennek ellenére volt információk arról, hogy Ausztriában megkezdtek a szintén egylovétű Steyer 50 HS puszkák sorozatgyártását⁵).

Szép Ferenc vállalkozása számára is nagyon beszűkültek ekkorra a lehetőségek, de miután a Technika Külkereskedelmi Vállalatot 1995-ben felszámolták, az ott alkalmazott külkereskedők egy része önállósodni kényszerült. Ők kezdtek piackutatásba, és ennek eredményeképpen találták meg a dél-afrikai Truvelo céget⁶, amely itthonról küldött műszaki rajzok alapján elvállalta a 12,7×107 mm-es csövek legyártását olyan külső méretekben, hogy azokhoz a 2. ábrán látható két csőszervelvényt és a csőszájféket is hozzá lehetett illeszteni. Ezeket a csöveket ismét a táborfal-

vai sebességpályán ellenőrizték. (Később a Truvelo minden egyes példány gyártóművi tanúsítványában írásban garantálta, hogy azok megfelelnek az előírt minőségi feltételeknek.)

A legyártott puszkák belövése Táborfalván, a sebességpályán, a nyírbátori állványról megfelelő eredményekkel megtörtént, a gyártó a megrendelések ütemezésében átadta azokat az MH számára.

Az MH kérésére, tekintettel arra, hogy – elsősorban a NATO-tagok körében – az eltelt idő alatt jelentősen szélesedett az optikai irányzékok választéka, a Szép Ferenc-féle vállalkozás ezt követően már csak egyetlen, de nem elhanyagolható változtatást hajtott végre a Gepárdon. Az igények kielégítésére Szép József a visszajavításra beküldött használatban lévő fegyverek, valamint az új gyártásúak számára egyaránt Picatinny sínés irányzéktartót tervezett. Annak érdekében, hogy a fegyverszerkezetet ne kelljen megbontani, a sín a meglévő irányzéktartó csapokhoz rögzítette, és a leszorítócsavar furatát vakdugóval zárta le, illetve az újonnan gyártott példányokat már ilyen változtatásokkal készítette el. Az új kivitel végső formáját a 6. ábra mutatja be.

A '90-es évek végétől megsaporodtak a csapatok panaszai a lövés közbeni löporgáz-kicsapásokról a csőfaron keresztül, továbbá a lövés után üríthetetlen, a töltényürbe beszorult hüvelyekkel kapcsolatban. Nem

⁴ Ez a „találat első lövésre” kínzó követelményének a magyarázata.

⁵ A Steyer saját gyári adatai alapján viszont az 50HS NATO-űrméretben mintegy 10%-kal alacsonyabb torkolati energiát, 20 m/s-mal alacsonyabb lövedék-kezdősebességet produkált, igaz, a mintegy 310 mm-rel rövidebb csőéből, de ezt csak az összevetés kedvéért írjuk le.

⁶ A cég 2020-ban felszámolás előtt állt, de az új tulajdonosa Truvelo Specialised Manufacturing néven feltámasztotta, és azóta teljes kapacitással ismét fejleszt és gyárt lőfegyvereket.

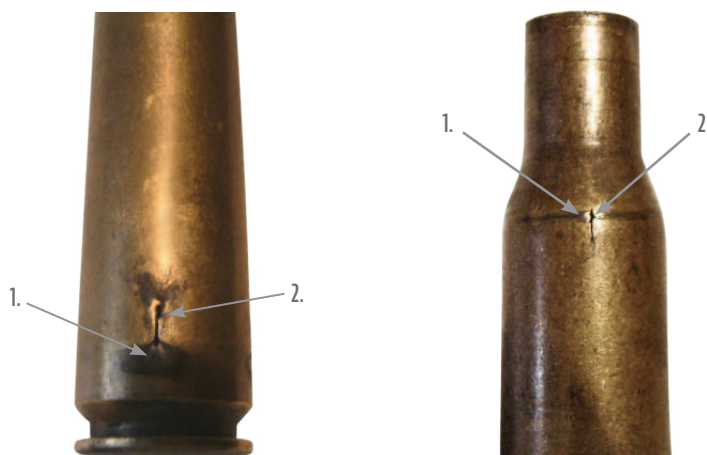


5. ÁBRA.
A Truvelo csővel
sorozatgyártott Gepárd
M1 mesterlövészpuska
a tokozatra felerősített
tölténytartóval.

A fegyver
megkülönböztető
jellegzetessége, hogy
a csőről hiányzik a
gázátömlőfuratot lezáró
acélgyűrű

6. ÁBRA. A Truvelo
csővel és Picatinny
sínes irányéktartóval
sorozatgyártott Gepárd
M1A2 mesterlövészpuska

7. ÁBRA.
Lőporgázkifúvás,
valamint hasadás és
átszakadás képe a
hüvelypaláston (1, 2)



⁷ A szerző véleménye szerint egyes lövészeti szakutasításokban a Gepárd fegyverek számára megszabott lögyakorlatok száma és az azokra kiadott tölténymennyiség nem elégséges a lövészek biztonságos és hatékony fegyverhasználatának kialakításához.

⁸ Később az a megtiszteltetés érte a szerzőt, hogy a Nemzeti Közszerológiai Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolában (NKE KMDI) óraadó tanárként az első szemeszteres hallgatóknak oktathatta több éven keresztül a haditechnikai fejlesztés e szegmensének tapasztalatait, eredményeit.

tásból is. A lögyakorlatra kiadott töltények megvizsgálása során a hüvelyeken, különösen a kúpok palástján és a hüvelynyakon ugyanolyan elszíneződések mutatkoztak, mint a kilőtt hüvelyeken. Ilyen, a fejlesztés során felhasznált töltényeknél soha nem volt tapasztalható. Itt részletezni nem kívánt nyomok alapján kiderült, hogy a töltények a II. világháborús szovjet 12,7 mm-es hüvelyek újraserelésével „születtek”, polgári szóhasználatnál újratöltöttek. Hogy manapság milyen forrásból szerzik be a Gepárd M1 puska töltényeit, arra a szerzőnek már nincs rálátása, mindenesetre – épp a mesterlövészek életének védelme érdekében – a szerző reméli, hogy a mesterlövészek fegyverét, akár anyagi, akár kényelmi okokból, csak biztos forrásból beszerzett löszerekkel látják el, mert ellenkező esetben súlyos következményekkel lehet számolni.

Miután az illetékes katonai szervezetek nem erőltették, hogy a fegyver hadihasználhatóságáról bármit is írjanak vagy komolyabban figyelembe vegyék valamilyen szabályzatban is⁷, a helyzet reménytelennek látszott. Az hamar nyilvánvalóvá vált, hogy semelyik katonai tudományos kiadványban megjelent írás sem fogja a közömbösség falát áttörni. Ezért is választotta a szerző azt az utat, amely végül 2007-ben Summa cum Laude minősítéssel a PhD-fokozat megszerzéséhez vezetett A 12,7 mm-es GEPÁRD M1 mesterlövész puska műszaki alkotás leírását tartalmazó PhD munka című értekezésével.⁸

A Gepárd M1 gyártási mennyiségéről, a gyártók szerinti lebontásban az 1. táblázat ad információt. Az abban felsorolt, majd összegzett mennyiség a fejlesztés megkezdésekor az MN felszerelésére igen csekély lett volna, mára azonban – egyelőre – bőven elegendő lehet. A megadott gyártási mennyiségek tulajdonképpen csak 1997 végéig tükrözhettek (feltehetően) a valóságot, az ezt követő időszakban (mintegy 27 éve) a szerzőnek semmiféle megbízható információja nem volt az esetleges gyártásokat il-

letően. Sőt mindenféle nyilvántartás ellenére ma már képtelenség nyomon követni, hogy egyes példányok éppen hol lennének felfalálhatók, legfeljebb az biztos, hogy öt példány van jelenleg múzeumi tárlókban, továbbá a szerzőnek pontos információja van arról, hogy a nyírbátori 3015. gyári számú Gepárd M1 fegyverkereskedőhöz került, mert a szövegben már név nélkül említett külkereskedő az ARMI-COOP nevű vállalkozása felszámolása-kor eladta azt sportfegyverként.

Ezzel a fejlesztéssel kapcsolatos műszaki problémák és azok megoldásának ismertetését a szerző befejezte.

Egyre többször vetik fel szakemberek és az internetes fórumok „mindenhez értő” olvasói, hogy a 12,7×107 mm-es Gepárd M1 mára egyre nehezebben illeszthető be a NATO rendszerébe, főleg a töltényutánpótlás biztosítását tekintve. A szerzőnek az a véleménye, hogy épp az A2019B gyártási számú, 12,7×99 NATO-űrméretű fegyver példája bizonyította be, hogy az előbb leírt módszerrel végrehajtott csőcserével, valamint a Picatinny sínes átszereléssel a Gepárd M1 puska szinte új életre kelhet, mert magában a fegyverszerkezetben még több ezer lövéstartalék bőven megvan. Csak a két csőszelvény csúszkafelületét és a tokozat belső csúszó felületeit kell az eredeti tervek szerinti illesztéssel és felületi minőséggel kialakítani, a pontosság-képesség megtartása érdekében. Az is döntő lehet ebben a kérdésben, hogy a NATO-tölténynek nem 3, hanem 21

1. TÁBLÁZAT. A legyártott és átadott Gepárd M1 puska száma (A szerző szerkesztése)

Gyártó	Mennyiség [db]	Típus	Gyári szám		Mindösszesen [db]
FETE	21	Gepárd M1	A001 – A1018		25
	1	Gepárd M1A1			
	3	Gepárd M1	ismeretlen	2 export és 1	
	FETE összesen				
MOM	18	Gepárd M1	A2001 – A2018		19
	1	Gepárd M1B	A2019B	12,7×99 NATO	
	MOM összesen				
Bátor	67	Gepárd M1	B1004 B3000 – B3015 B3050 – 3099		81
	14	Gepárd M1A2 *	B3100 – 3113		
	Bátor összesen				
Az összes legyártott mennyiség					125

* Az A2 kiegészítő jelzés alkalmazása a szerző önkényes döntése. Amikor ez a változat megjelent, a szerzőnek már nem volt lehetősége érvényt szerezni ennek a megjelölésnek, pedig rögtön megkülönböztethetővé tette volna a két változatot, mert az alkalmazhatóság szempontjából ez igen jelentős változtatásnak számított!

változata van. Ezekkel a tényekkel kimagaslóan sokféle feladatot lehet végrehajtani, kiemelve az M1022 [4] típusú mesterlövészről az M903 típusú [5] űrméret alatti keményfémmagos páncéltörőig (1400 m-en 19 mm acélpáncél), az MK211 típusú romboló-gyújtó-páncéltörő és az M33 FMJ jelű [6] hagyományos teljesköpenyes-ólommagvas lövedékeket. Mindenesetre az átalakításhoz szükséges gyártókapacitás ma is rendelkezésre áll.

A Gepárd puska itthon és a világban való ismertségét illetően a szerző csak felszínesen említi meg, hogy szinte a fejlesztés kezdete óta áll az írott saj-

tó és a média fókuszában, ezek közül a szerző a következőket kívánja külön kiemelni:

A legrangosabb elismerés, hogy a *Jane's Infantry Weapons* katalógus⁹ 1993 óta folyamatosan tartalmazza a Gepárd M1 puska leírását. Kilenc könyvformátumnak tekinthető kiadványban foglalkoznak a fegyverrel, többek között Ian Hogg: *Modern Kézfegyverek*, *A világ mesterlövészpuskái* és a *Kézfegyver-határozó* című munkáiban. Két jelentős értékű magyar szakmai kiadvány is részletesen ismerteti: *Pap Péter Kézfegyver vademe-cum A–Zs* című „lexikonja” és *Hajdú Fe-*

8. ÁBRA. Földi őrnagy a HTI-ben a katonai sajtó munkatársainak bemutatja a Gepárd puska kísérleti munkapéldányát (Fotó: Beliczay László)

9. ÁBRA. A szerzőt PhD-disszertációjáért Bolyai János hadmérnöki díj arany fokozatával tüntették ki 2008-ban



⁹ Nevezik a szakma *Gothai almanachjának* is.



10. ÁBRA.
A Gepárd M1 az afgán hegyek között is hallatta a hangját. A mesterlövészpuskát elsőként a délszláv kontingensek katonái, majd az iraki és afgán hadműveleti területekre kivonult állományok is magukkal vitték (Forrás: HM Zrínyi Nkft. archív)

renc – Sárhidai Gyula: *A Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézettől a HM Technológiai Hivatalig, 1920–2005* összefoglaló munkája, valamint a magyar mesterlövész szakma csúcsát képviselő két szaktekintélye Simkó Imre (*Egy élet a célkeresztben*) és Simonyi Ottó (*A mesterlövész*) külön-külön a saját memoárjaikban. Az írott sajtó is hamar reagált, hiszen 1998 közepéig¹⁰ a hazai lapokban a Magyar Honvéddal kezdve 21 cikk és méltatás jelent meg a fegyverről, a külföldi sajtóban 11 (köztük olyanokban, mint a *Jane's Defence Weekly*, a *Gun's Review*¹¹, az *IWM*, az *Armes Cibles* és még az orosz *ORUŽIE* periodikában is, igaz az már 2006-ban)¹².

A média 11 alkalommal adott teret a bemutatásának, külön a híradó műsorokban vagy sorozatok önálló blokkjaként. A fegyvert a jelzett időpontig 9 nemzetközi kiállításon mutatták be, és a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum időszakos kiállításán több évig volt látható önálló kiállítási részként. Szintén a jelzett ideig mintegy 50 éleslövészettel egybekötött lőtéri bemutatót vett részt. Talán ide tartozik még egy távolkeleti kedves figyelmesség is (11. ábra).

(A tanulmányban szereplő ábrák alapját képező fényképeket, montázsokat és rajzokat – a külön jelölt kivételével – a szerző készítette a fejlesztés során, azok a saját archívumából származnak.)

¹⁰ A szerző eddig az ideig vezette a nyilvántartását, azután más beosztásba kerülve ez lassan elmaradt.

¹¹ Ismertette azt is, hogy mérésük szerint a puska szórása 1400 yardon 10 hüvelyk (1280 m-en ~25 cm).

¹² Pap Péter kutatta ki a szerző számára. Köszönet érte.

A tanulmánysorozat végén a szerző köszöni mindazoknak a tevékenységét, akik a Gepárd M1 mesterlövészpuska létrehozásában, elkészítésében, bevizsgálásában, népszerűsítésében múlhatatlan érdemekkel segítettek. Mindenekelőtt kiemelve Szép József mérnök, fegyvertervező és -fejlesztő érdemeit.

Köszönetét fejezi ki továbbá azoknak, akik a táborfalvai állományból együtt küzdöttek vele jóban, rosszban, hőségben, fagyban, esőben, homokvihárban, több ezer lövés hangzavarában, néha az esti tábornőtűz körüli beszélgetések során: Tikász Gyulának, Vitvindsics Lászlónak, Sevecsek Károlynak, Sponga Ferencnek, Molnár Sándorné Katikának.

Valamint álljon itt a neve mindazoknak, akik a fejlesztést segítették: Dankó Gyula, Csarnai Zoltán, Egerszegi János, Fehér László, Fodor Lajos, Gerlei István, Holló József, Horváth József, Horváth Miklós, Kalló Péter, Keresztúri László, Kocsis László, Nagy István, Orbán János, Pácsr István, Pák István, Pintér András, Pirocska György, Pusztai Ferenc, Schärer János, Schlemmer László, Simkó Imre, Simonyi Ottó, Szabó Endre, Szép Ferenc, Ungvár Gyula, Wéber János, Zelei János.

Zárásként köszönet a Hadi-technika szerkesztőségi munkatársainak a szöveg gondozásáért, valamint nem utolsósorban az érdeklődő Olvasóknak!

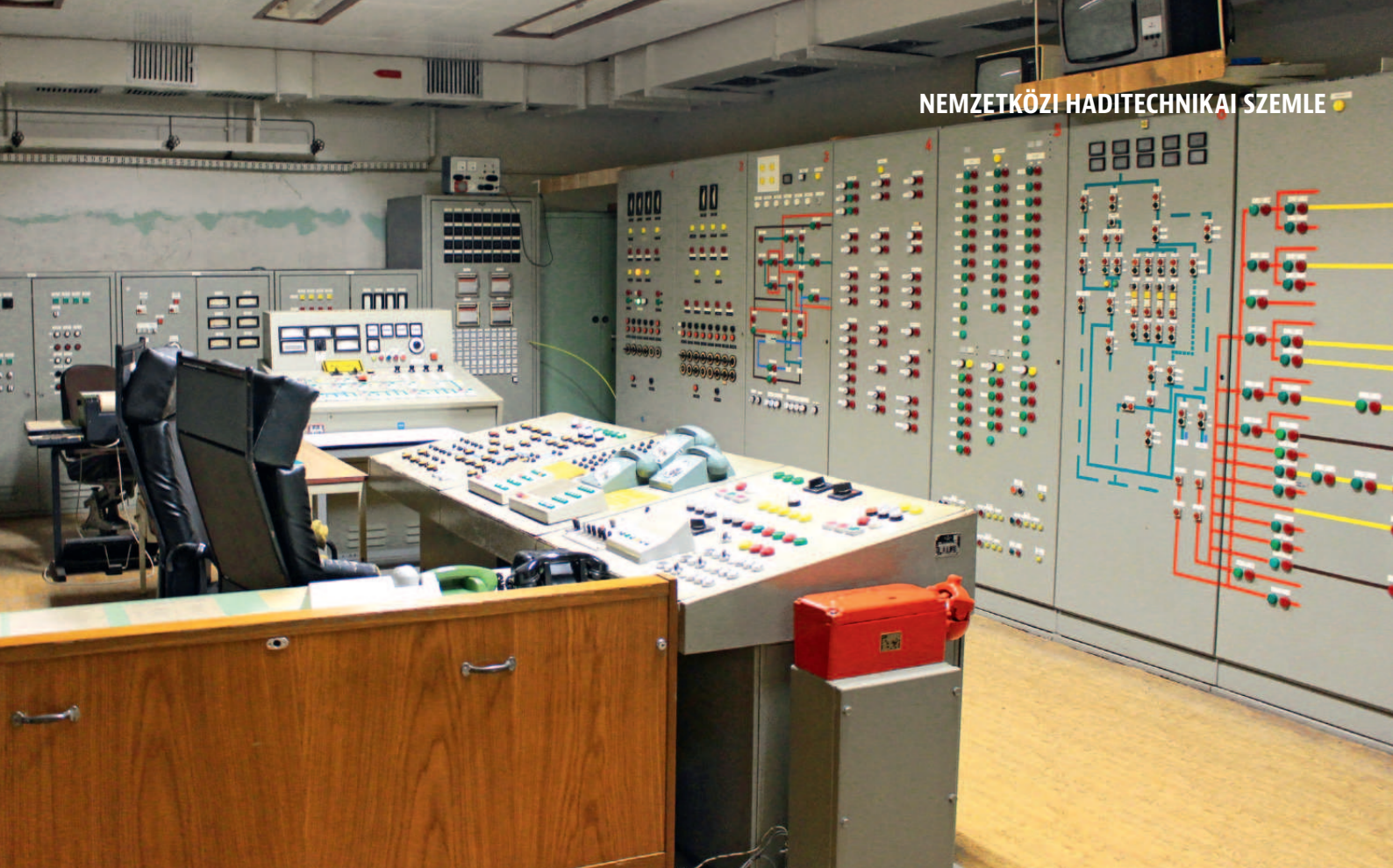
HIVATKOZÁSOK

- [1] Földi Ferenc. Gondolatok a pontosságról a kézi lőfegyverekkel vívott tűzharc szemszögéből különös tekintettel a mesterlövészek tűzharcára. Hadmérnök 1. évfolyam 1. szám – 2006. június http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/1/2006_1_foldi2.html#21 (Letöltve: 2024.10.15.);
- [2] Szegedi Károly. „A 12,7 mm-es „Gepárd” távcsöves puska harci lehetőségeiről és alkalmazásának változatairól” Új Honvédségi Szemle, 1992. 2. szám, 88–101. o.;
- [3] Földi Ferenc. Gondolatok a hatásszágról a kézi lőfegyverekkel vívott tűzharc szemszögéből különös tekintettel a mesterlövészek tűzharcára. Hadmérnök 1. évfolyam 3. szám 2006. december 67–84. p. https://real-j.mtak.hu/17121/3/2006_3.pdf (Letöltve: 2024.10.15.);
- [4] American Marksman 50 BMG M1022 LR Sniper 650 gr - 50 ct <https://www.theamericanmarksman.com/american-marksman-50-cal-m1022-lr-sniper-650-gr-50-ct.html> (Letöltve: 2024.10.30.)
- [5] http://i381.photobucket.com/albums/oo255/FEDE_EL_SOMALI/1-15.jpg (Letöltve: 2024.10.30.)
- [6] Barrett 50 BMG <https://barrett.net/products/accessories/ammunition/50bmg/> (Letöltve: 2024.10.30.).

11. ÁBRA.

A japán SEKIWA cég 1/6 léptékű Gepárd M1 makettja átalakított „Butterfly” irányótávcsővel és régi típusú irányéktartóval. A makett meglehetősen pontos





KIZMUS SZABOLCS*

HIDEGHÁBORÚS BUNKEREK

Az orosz–ukrán háború kapcsán a sajtóból napi szinten értesülhetünk arról, hogy politikusok és katonai vezetők egyre gyakrabban említik az atomfegyver alkalmazásának lehetőségét. A szerző tanulmányának első részében a védett létesítmények felosztásának lehetséges szempontjait mutatta be, majd azok fejlesztési irányait vizsgálta. A második részben a hagyományos és az új technológiával épített objektumok előnyeit és hátrányait ismertette.

A VÉDŐSZERKEZETEK ANATÓMIÁJA

A katonai és polgári védett létesítményekkel szemben támasztott legfontosabb követelmény a besorolásuk szerinti védőképesség alapján meghatározott komplex ellenállás biztosítása a feltételezett hagyományos vagy tömegpusztító (atom, vegyi, biológiai) fegyverek bevetése esetén. Ez részben a tervezett építmény megfelelően méretezett, majd szakszerűen kivitelezett határolószervei

által nyújtott mechanikai védelmet jelenti, amivel együtt nélkülözhetetlen a beépített gépészeti rendszerek, berendezések, kiegészítő eszközök, technikai megoldások alkalmazása és rendeltetésszerű, üzembiztos működése. Utóbbiak nélkül egy óvóhely, bunker használhatósága csak nagyon rövid ideig és rendkívül korlátozottan érvényesül.

Különösen a katonai objektumoknál, már a tervezési szakaszban figyelembe kellett venni számos tényezőt, amelyek, ha közvetve is, de befolyásolták a megvalósítandó építmény védőképességét. A hidegháború idején mindkét katonai blokkra jellemző volt, hogy csak a feltétlenül szükséges szakembereket vonták be az előkészítési, tervezési folyamatokba, és a kivitelezés során is fontos volt a létszám minimalizálása. Elengedhetetlen volt a szigorú titoktartás és az ott szolgáló állomány speciális képzése. A projekt jellemzően kódnevet és tervezési számot kapott, amelyre a későbbiekben hivatkoztak.

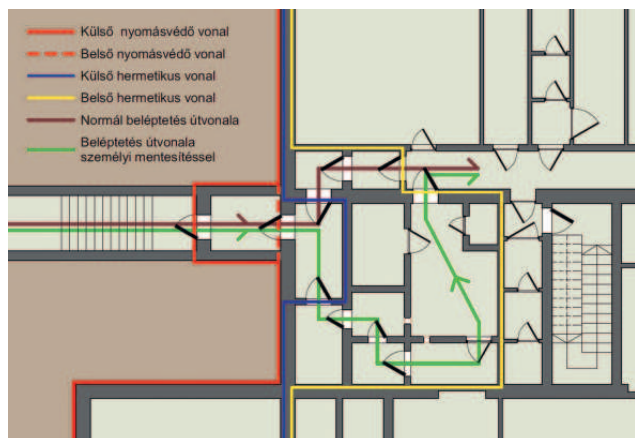
A titoktartás és a lehető legteljesebb mértékű álcázás, megtévesztés azért volt nagyon fontos, mert egy előretolt harcvezetési pont vagy egy magasabb szintű parancsnoki központ megépítése 2–5 évig tartott, függően a projekt volumenétől, a helyszíntől és az építési technológiától. Ebben már benne van a helyszín (általában erdőben, vasúton és közúton is megközelíthető, de mégis félreeső, könnyen és jól rejtendő) előkészítése, a műszaki megoldások kidolgozása és maga a megvalósítás is. Gykeztek elrejtetni az építési terület és a tényleges kivitelezés valós rendeltetését. Az anyagszállítás rendszerint éjszaka, illetve sötétben történt, nem egy alkalommal az ott dolgozó műszaki alakulatok, valamint az objektumban szolgáló katonák is a valóstól eltérő egyenruhát, állományjelzőt viseltek. Az NDK Honvédelmi Minisztériumának Kunersdorf melletti védett kommunikációs központját például meteorológiai mérőállomás-

1. ÁBRA.

Diszpécserközpont az egykori NDK Védelmi Minisztérium főparancsnokságának 16/102. sz. védett létesítményében Harnepok mellett. A helyiségből irányították a háromszintes bunker üzemeltetését (A szerző felvétele)

III. RÉSZ

* Hadtörténeti kutató, szakíró. ORCID: 0009-0001-5816-9090



2. ÁBRA.
A Bakonyban található
Középső-Hajagon
felépült szovjet
BARSz 504-es szovjet
objektum bejárat
helyisége csoportja a
védelmi vonalakkal
és a beközelítési
útvonallal
(A szerző szerkesztése)

3. ÁBRA.
Lengyelországban
felépült BARSz 201-
es jelzésű föld alatti
troposzférikus híradó
állomás vészkijáratának
függőleges aknája,
LZG 70-70 típusú
páncélajtóval
(A szerző felvétele)

nak álcázták, és következetesen ezt a funkciót terjesztették a lakosság felé is. A parancsnokságok, harcvezetési pontok, hírközpontok, speciális fegyvertárolók és egyéb különleges feladatú objektumok őrzése, védelme nagyon szigorú biztonsági rendszabályok betartását követelte. Kezdvé a létesítmény tágabb környezetében végzett megfigyeléstől a fizikai védelmet jelentő kerítések, érzékelő- és riasztórendszerek üzemeltetésén keresztül az élőerős (sokszor kutyákkal erősített) fegyveres őrzésig. A lakatnyák bejáratához közvetlenül vezető utakra korlátozták vagy tiltották a behajtást, és a környékbeli erdőkben sem lehetett szabadon kirándulni – erre gyakran életveszélyre is utaló táblák figyelmeztettek. A fontosabb föld alatti objektumok – ha kiszolgáló laktanyához kapcsolódtak – ál-

talában többsoros kerítéssel, köztük járőrnyomsávval elválasztott technikai területen helyezkedtek el, ahová az áteresztőpontokon keresztül már csak a külön engedéllyel rendelkezők léphettek be. Magába a védett létesítménybe további, akár többlépcsős ellenőrzést, azonosítást követően juthattak be az arra jogosultak. A polgári védelmi, lakossági óvóhelyeknél értelemszerűen eltérő és sokkal egyszerűbb volt a személyi beléptetésre vonatkozó protokoll.

A védendő terület körül a hagyományos tömör, illetve panelekből épült falazattal együtt széles körben alkalmazták a kisfeszültségű elektromos kerítést, amely a tetején végigfutó billenő mikrokapcsolókkal, érintkezőkkel felszerelve azonnal jelezte az illetéktelen behatolási kísérletet. Természetesen gyakran építettek ki nagyfeszültségű drótkerítést is, amelynek már a tényleges bejutás megakadályozása volt az elsődleges szerepe. Mindezek mellett talajba süllyesztett szeizmikus lépéscélzó, aláásás-érzékelők, kapacitív (közeledéscélzó) műszerek, mikrohullámú érzékelők, detektorok, zárláncú kamerahálózat, sőt, minősített helyzetben telepített aknamező is része lehetett egy adott objektum védelmi rendszerének. Az életszerűséghez hozzátartozik, hogy a szélsőséges időjárási körülmények (heves szél, hó, jégeső) és a telepített vadfogó kerítések ellenére

a vadon élő állatok számos alkalommal okoztak téves riasztást. Az őrség szolgálatát nagy teljesítményű reflektorok, futóárkok, álcázott megfigyelőpontok, géppuska-tűzelőállások segítették. A felsoroltak alkalmazását, telepítését meghatározta a védendő létesítmény jelentősége, kialakítása, a vonatkozó szabályzat, előírások és a rendelkezésre álló költségkeret.

A tervezés során gondoskodni kellett a bejáratok elrejtéséről is, ennek módja nagymértékben függött az objektum megközelíthetőségétől, elhelyezkedésétől és az építési környezettől. Bevett gyakorlatnak számított a könnyűszerkezetes ipari csarnokkal, gépjárműgarázzsal, oktatóépülettel, mezőgazdasági építménnyel vagy éppen kerti fészerrel megvalósult álcázás. Arra is volt példa, hogy a felszínen egy egyszerű farakás rejtette a föld alatti bejáratához vezető lépcsőt. A szilárd burkolatú járdák, utak, bejáratok fölé gyakran feszítettek ki terpmintás álcahalót, de a textilváltozatnál rendszeres probléma volt, hogy a nedvességet, havat könnyen magába szívta, és a plusz terhelés hatására elszakadt. A műanyag elemekkel el látott hálók lényegesen időállóbbnak bizonyultak. A látható falakat, homlokzatokat gyakran festették terpmintájúra. A nyitott munkagödörben végzett építkezést követően a bunkereket fedő földrétegbe gyorsan növényeket (leggyakrabban fenyőket – Magyarországon jellemzően akácot), bokrokat ültettek, de fix telepítésű és mozgatható „műnövényzet” is rendelkezésre állt. [6]

Az objektumok védőképességét három fontos „vonal” határozta meg:

- külső nyomásvédő vonal, amely a speciális, robusztus nyomásálló páncélajtókkal (a magyar terminológiában „védőajtó”), léglökéscsökkentő szelepekkel ellátott vasbeton határoló falazatként, záródódmént el lenállt a védőképesség szerint méretezett szerkezetre ható külső fizikai terhelésnek;

- külső hermetikus vonal;
- belső hermetikus vonal.

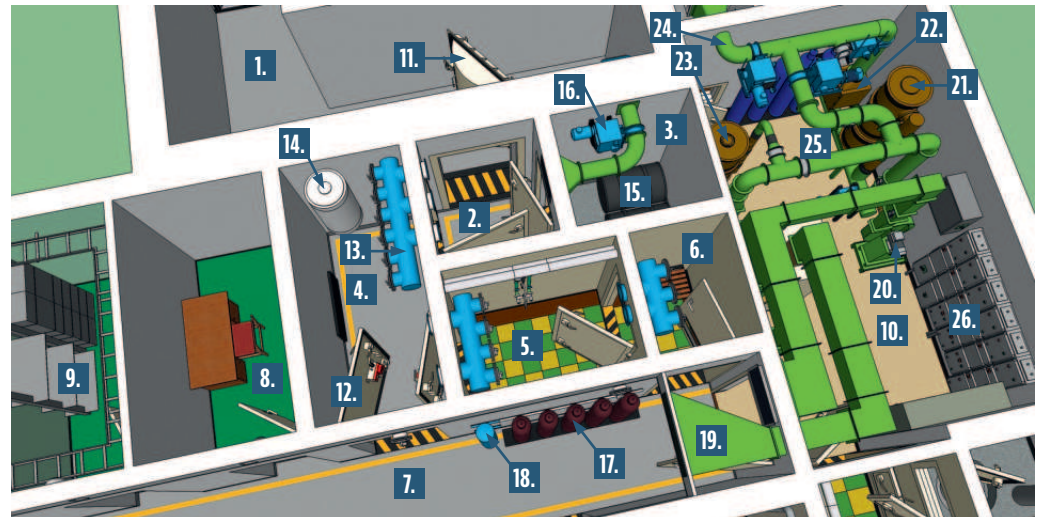
Utóbbi kettő feladata, hogy a beépített gáz- és légzárást biztosító szerkezetekkel, szerelvényekkel fenn tartsa a szükséges túlnyomást a létesítményen belül, amely megakadályozza a levegő beáramlását.



lyozza a mérgező gázok, különböző vegyi harcanyagok és a szennyezett, radioaktív levegő bejutását. Ezeket a vonalakat semmilyen körülmények között nem volt szabad megszakítani, noha a be- és kijárat zónákban nyilvánvalóan nem lehetett elkerülni az adott vonal megbontását, azonban ez fizikai értelemben egymástól elkülönítve és időben eltolódva történt. Mindezt a bejárat helyiségcsoporttal, a zsilipek megfelelő kialakításával lehetett megoldani. A külső nyomásálló ajtó kinyitáskor a külső nyomásvédő vonal „betolódott” a következő, ekkor még zárt belső védőajtóhoz. A külső hermetikus vonal ugyanezen az elven működött, ami gyakorlatilag szinte minden védőszerkezetre jellemző műszaki eljárás. Ezzel az elrendezéssel a nyomásálló és hermetikus (gázzáró) páncélajtók garantálták a biztonságos áthaladást váratlan támadás esetén is, ami a gyakorlatban azt jelentette, hogy a belső védő- és gázzáró ajtót csak akkor lehetett nyitni, ha az előtte lévő bezárták, és a zsilipkamrában helyreállították a szabályozott túlnyomást.

A bejárat helyiségcsoport az objektum funkciójától, méretétől függően zsilipkamrából (légszilip, gázzsilip) és egészségügyi áteresztőrendszerből, azaz fertőtlenítő-, zuhanyzóhelyiségekből, esetleg egy kis méretű tárolóból állt. (4. ábra) Feladata szerint a légszilip megóvta a védett létesítmény belső terét egy nukleáris vagy hagyományos fegyver által kiváltott rendkívül intenzív léglökés romboló hatásától, míg a gázzsilip (vagy szakszolószilip) a légszilip és a belső tér között létesített kapcsolatot, és biztosította az objektum gázbiztos lezárását. Gyakorlatilag ez utóbbi jelenti a külső hermetikus vonalat. [1]

Nagyobb létesítményeknél a ki- és beközeledés előírás szerinti procedúráját, a bejárat ajtókat, szelepeket, légtechnikai eszközök megfelelő működését külön erre a célra kialakított helyiségből vezérelték. Az itt szolgálatot teljesítő ügyeletes gépész/technikus egy kisebb irányítópult kezelésével felügyelte, ellenőrizte a zsilipelést és az egészségügyi áteresztőrendszerben történő személyi mentesítés folyamatát. Összetettebb elrendezésű bejárat és fertőtlenítő helyiségcsoportnál a pad-



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Bejárat folyosó | 14. Elektromos vízmelegítő |
| 2. Légszilip | 15. Üzemanyag-tartályok |
| 3. Üzemanyag-tároló | 16. Elzárószelep |
| 4. Gázzsilip | 17. Sűrített levegő-palackok |
| 5. Eü. áteresztő (vetkőző - zuhanyzó) | 18. Nyomáskiegyenlítő tartály |
| 6. Öltöző | 19. Levegővezeték - légszatorna |
| 7. Közlekedő folyosó | 20. Beszívóventilátor/motor |
| 8. Telefonközpont (K-80 típ. távbeszélő) | 21. Aktivszén elnyelő szűrők (FP-300) |
| 9. Postarendező | 22. Finompor-szűrő (PFP-1000) |
| 10. Szellőztető - klíma, gépház | 23. Regeneráló szűrők (RP-100) |
| 11. Védőajtó | 24. Levegőbevezető cső |
| 12. Gázzáró ajtó | 25. Oxigénpalackok |
| 13. Túlnyomáskibocsátó szelepek (KID-150) | 26. Elektromos kapcsolószekrény |

4. ÁBRA.

Az egykori Győr-Sopron megyei vezetési pont (MVP310) Tényőn épült fel 1972-74 között. A lézeres felmérést követően számítógéppel készített 3D-s modell részletén a bejárat helyiségcsoport látható (A szerző szerkesztése)

lóra festett színes sávok, nyilak tették egyértelművé, hogy az adott helyzetben, üzemmódban melyik útvonalat kell a belépőnek követnie. Egy átlagos elrendezésű bejárat zsiliprendszer átteresztő képessége mintegy 15-20 fő lehetett óránként, azonban, ha fertőtlenítésre került sor, a beközeledés személyenként 30 percet is igénybe vehetett, ami után vegyi- és sugár-szennyezettség-ellenőrzés, majd orvosi vizsgálat következett. [7] A zsilipkamrákban szigorúan szabályozták a légnyomást, melynek lényege, hogy befelé haladva mindig magasabb túlnyomást kellett a kezelőnek (vagy az automata vezérlésnek) beállítania, ami nem csökkenhetett a megengedett érték alá, így a levegő mindig csak kifelé áramolhatott, meggátolva a szennyezőanyagok bejutását.

A léglökés elleni védetséget fokozta, ha a zsilipeken keresztül történő közlekedést derékszögű törésekkel alakították ki, azaz a belső terek felé nyíló gázzáró ajtó tengelye merőleges a nyomásálló védőajtó tengelyére, ezzel is tompítva a léglökés erejét. A nyomásvédő vonal részeként a be-

járhoz nagyon erős szerkezetű védőajtókat építettek, mivel ugyanazt a terhelést kellett elviselniük, mint a falzatnak. Ezek méretét meghatározta az építményben dolgozó, illetve elhelyezésre kerülő állomány létszáma, civil objektumoknál azok befogadóképessége. Az ajtók elektromágneses zárral és mechanikusan is nyithatók-zárhatóak voltak, általában úgy vezérelték őket, hogy az egyik nyitása blokkolta a másikat, így a rendszer lehetetlenné tette, hogy egyidejűleg mindkettő nyitva legyen. (5. ábra) A szovjet gyártmányú, többtonnás DZ jelzésű, acélszerkezetű védőajtóknál (ДЗ – дверь защитная – biztonsági ajtó) konstruktív megoldásnak számított, hogy az ajtószárny belső (oldalt 45°-os) élére körben alumínium szegélyt szegecseltek. Mivel az alumínium olvadáspontja lényegesen alacsonyabb (mintegy fele) az acélénál, ez a „vasalat” pufferezónaként megakadályozta volna, hogy egy lehetséges közvetlen extrém hő vagy intenzív tűz hatására az ajtószárny összeolvadjon az acélkerettel (tokkal), és az emberek bent rekedjenek. Így az ajtó belülről továbbra is nyitható ma-



5. ÁBRA.
A volt keletnémet
néphadsereg Légierő
és Légvédelmi
Parancsnokság központi,
Fürstenwalde melletti
harcálláspontjának
egyik bejárata
DZ80-180/10 típusú
szovjet gyártmányú
védőajtóval
(A szerző felvétele)

radtt. Egy másik gyakorlatias elgondolás szerint a védőajtót vízszintesen két, egymástól függetlenül nyitható részre osztották. Ha egy közvetlen közeli tálat esetén a lehulló törmelék vagy a romok kívülről eltorlaszolnák az ajtót, a felső rész nyitásával még maradt esély a kijutásra. A belső gázzáró ajtók belső felülete a peremek mentén rugalmas gumitömítéssel volt ellátva, amivel megfelelő lég- és gázzárást tudtak elérni – mintegy 8–15 cm-es küszöbmagassággal tervezve.

A bejáratokon kívül természetesen szükség volt vészkijáratokra is, amelyek alagutas vagy aknás építésűek lehettek. A tervezéskor figyelembe vett követelmények alapján a vész-

kijáratot a lehető legtávolabb kellett elhelyezni a bejáratától, hogy az lehetőleg a romosodási határon kívülre kerüljön. Az itt használt búvőajtók azonos szerkezetűek és ellenállóképességűek voltak, mint a zsilipkamráknál beépített védő- és gázzáró ajtók, azonban a méretük lényegesen kisebb. (5. ábra) Rendszeresen alkalmaztak olyan ún. falkikönyítéket, ahol a vasbeton falazat egy rövid szakaszát téglával vagy acél idomelemekkel (esetleg vasúti sínekkel) pótolták. Ezeket a meggyengített falmezőket a védett térben tárolt szerszámok segítségével lehetett volna áttörni, és így a vészkijárat aknájába vagy folyosójára jutni. [2]

Technikai, üzemeltetési okokból az objektumon belül egyes terek szennyeződhetnek, ahová csak korlátozottan, bizonyos feltételekkel lehetett belépni. Ezek alapján a helyiségek szennyezett, feltételesen szennyezett, feltételesen tiszta és tiszta besorolásúak lehetnek. Szennyezettnek, illetve feltételesen szennyezettnek számított például a bejárat helyiségcsoport, a légszűrők, az áramfejlesztő dízelaggregátorok vagy éppen az akkumulátorok helyisége, ahol nem volt túlnyomás, és nem látták el szűrt levegővel sem. A belső hermetikus vonalon belüli helyiségek (munkaszobák, operatív, híradó, pihenő, orvosi, étkező-, tárolóhelyiségek stb.) a tiszta, semmilyen körülmények között nem szennyeződhet zónába kerültek – lehetőleg minél távolabb a gépészettől. (6. ábra) A légszűrők – feladatukból kifolyólag – különösen szennyeződhetnek számítottak, hiszen harci körülmények között közvetlen kapcsolatba kerülhettek vegyi vagy radioaktív anyagokkal. Ezért az időszakos karbantartást vagy szűrőcserét végző, védőöltözetben lévő katona az elvégzett munka után nem mehetett vissza közvetlenül a belső gázbiztos területre, hanem egy olyan alternatív, a bunkerben erre a célra kijelölt útvonalat kellett követnie, amelyen keresztül a bejárat zsilipkamrához jutott, ahol – a védőruha levétele, zsákba dobása, mentesítő oldattal lemosása után – át kellett esnie a személyi mentesítés (zuhanyzás, átöltözés) folyamatán. (7. ábra) A dízelüzemű aggregátorok működéséhez teljes elzárkózás idején is égéslevegőt kellett beszívni a külső térből, amely szűrés nélkül történt. Az ilyen objektumokban a szűrők és a dízelmotorok megközelítése csak zsilipkamrán, gázzáró védőajtón keresztül volt lehetséges, ahol az optimális értékű túlnyomás gondoskodott arról, hogy belépéskor a potenciálisan szennyezett levegő ne kerülhessen a belső tiszta térbe. A folyamatosan cseptöltésen lévő akkumulátorok savas légkörét szintén izolálni kellett a szűrt levegővel ellátott belső zónától, ezért a tároló- és töltőhelyiségeknél külön szellőzőrendszer biztosította a levegő áramlását, elszívását.

6. ÁBRA.
Nyugalmat árasztó
fali tájképpel és
művirágokkal próbálták
oldani a környezet
nyomasztó hangulatát
a keletnémet Védelmi
Minisztérium harnekopi
vezetési pontjának
mínusz második szintjén
kialakított étkezdében
(A szerző felvétele)



A VÉDETT LÉTESÍTMÉNYEK RENDSZEREI ÉS ÜZEMMÓDJAI

A katonai védett létesítmények és a civil lakossági óvóhelyek rendeltetésszerű üzemeltetése, a méretezett határoló- és védőszerkezetek mellett, csak a követelményeknek megfelelő gépészeti és elektromos rendszerek, híradástechnikai, kommunikációs eszközök alkalmazásával volt megvalósítható, amelyek teljes elzárkózásakor is megbízhatóan, előírászerűen működtek. A benttartózkodó személyi állomány részére alkalmas élet- és munkatér meglétéhez az 1. táblázatban foglalt rendszerekre és berendezésekre volt szükség.

A védőszerkezeteket három üzemmódban lehetett működtetni, amelyekhez – a magasabb védetségű osztályú objektumokban – előre programozott rendszervezrléseket rendeltek.

I. üzemmód (békeidőszak, normál szellőztetés)

A beszívott frisslevegő utánpótlása az előszűrőkön keresztül jut a belső terekbe, a finompor- és az elnyelőszűrők megkerülésével. Ebben az időszakban kell gondoskodni az építmény karbantartásáról, állagmegóvásáról, a különböző ellenőrzési feladatok elvégzéséről. Az energiaellátás külső elektromos hálózatról, a vízszolgáltatás közműhálózatról vagy saját kutakról és külső víztározóból történik. Ez az üzemmód egészen addig fenntartható, amíg a magasabb üzemmód bevezetése nem válik indokolttá.

II. üzemmód (készenléti állapot, szűrt védőszellőztetés)

A külső levegőellátás az expanziós kamrán, a léglökésvédő biztonsági szelepeken, a finompor- és harcigáz-szűrőkön keresztül történik. A szükséges levegő mennyiségét meghatározza a hermetikusan zárható légtér és a szolgálatban lévő állomány, illetve az óvóhelyen tartózkodó emberek létszáma, azaz a személyenkénti levegőszükséglet. A levegő kb. 65–70%-át recirkuláltatják, és keverik a mintegy 30–35%-ot kitevő beszívott, szűrt, friss levegővel. A ki- és beközeledés, anyagszállítás csak zsilipelelssel kivitelezhető. Az energiaellátás – ameddig lehetséges – külső hálózatról történik. A vízellátás saját kútról, tározóból zárt rendszerben

üzemel, amíg a csapás vagy szennyezés ezt lehetővé teszi. Ez az üzemmód a szűrők telítődéséig tartható fenn, a szűrők cseréjével az időtartam meghosszabbítható.

III. üzemmód (teljes elzárkózás)

Az objektumot vagy annak környezetét érő nukleáris vagy hagyományos támadáskor használták volna, valamint, ha a külső körülmények ezt indokolják. Ebben az üzemmódban a létesítmény a külvilágtól izolált, autonóm működésre áll át. A belső levegőt recirkuláltatják, szükség esetén regenerálószűrőkön keresztül keringtetik, és palackokban tárolt egészségügyi oxigénnel dúsítják. Az áramellátásról az előmelegített és automatikusan induló dízelaggregátorok, valamint akkumulátorok és – ha az objektum rendelkezik velük – szünetmentes tápegységek gondoskodnak. A vízellátás belső védett kútból vagy a bunker víztározóiból történik. Ez az üzemmód a védetségű osztálytól függően csak korlátozott ideig tartható fenn (a legkorszerűbb létesítményeknél is legfeljebb 1–2 napos időtartamról van szó). [3]

A LÉGELLÁTÁS RÉSZLETEI

A vezetési pontokon, hírközpontokban, különleges tárolókban, óvóhelyeken a huzamosabb ideig tartó munkavégzéshez, tartózkodáshoz nélkülözhetetlen volt a megfelelő levegőellátás, amivel együtt gondoskodni kellett az elhasznált levegő cseréjéről, pótlásáról. A szellőztetőventilátorok által beszívott levegő mennyiségnek csak egy részét vezették ki, így biztosítva a kellő mértékű túlnyomást a gázvédelmi vonalon belüli légtérben. Ennek hatására a levegő csak kifelé áramolhatott a bejárati zsilipeken keresztül, illetve a feltételelesen szennyezett helyiségek felé, megakadályozva, hogy a külső térből szennyezett, ártalmas levegő, gázok vagy radioaktív por jusson a belső térbe. A túlnyomást folyamatosan kontrollálták, ennek mértéke – az adott objektumtól függően – I–II. üzemmódban 150–200 Pa (15–20 vízoszlop mm), III. üzemmódban 50–100 Pa (5–10 vo. mm). Utóbbi esetben azért kevesebb az érték, mert a túlnyomást a tárolt sűrítettlevegős-tartályokból adagolva kellett fenntartani, és autonóm üzemmódban, mivel nem volt

1. TÁBLÁZAT. A védett létesítmények gépészeti rendszerei és azok alrendszerei (A szerző szerkesztése)

Gépészeti rendszerek	Alrendszerek
levegőellátó, szellőztetőrendszer, légtechnika	léglökés ellen védő szerkezetek, csappantyúk, elzárószelepek, levegőszűrők (elő-, finompor- és elnyelőszűrők), regenerálószűrők, széndioxid-lekötő egységek, oxigénpalackok, sűrített levegős tartályok, szellőztetőgépek, ventilátorok, klímagépészet, levegőelosztó hálózat
légzárást biztosító szerkezetek	túlnyomáskibocsátó szelepek, tolózárak
vízellátás*	vízartályok, vízhűtők, szivattyúk
fűtés*	fűtőtestek, páratlanítók, hőcserélő egységek
energiaellátó rendszer*	motoros áramfejlesztők, üzem- és kenőanyagtartályok, szünetmentes tápegységek és áramátalakítók, akkumulátorcsoportok és töltők
mérőműszerek, eszközök	hőmérők, légnedvességmérők (higrométer), nyomásmérő műszerek, légmennyiségmérők, szennyezettségjelző készülékek, sugárzásmérők
tűzoltó rendszer*	mobill és beépített rendszerek, halontartályok, füstelszívó rendszer, tűzszakasz-határolók, tűzvédelmi csappantyúk

* A felsoroltakhoz további felszíni létesítmények tartoztak: tározók, kutak, külső hőcserélők, kazánház, trafóház stb.



7. ÁBRA. Egészségügyi áteresztőpont személyi mentesítő-zuhanyzó helyisége az NDK Állambiztonsági Minisztériumának (Stasi) 17/5005-ös számú védett parancsnoki központjában Biesenthal település közelében (A szerző felvétele)

8. ÁBRA.
A Prágát és környékét védő 71. légvédelmi rakétadandár Drnov melletti harcálláspontjának háromszintes létesítményében látható klímablokk a hozzacsatlakozó vízcsövekkel és légvezetékkel (A szerző felvétele)



légbeszívás, korlátozottan lehetett a bunkerben rendelkezésre álló sűrített levegőkészletet használni. [5]

A túlnyomás szabályozásában fontos szerepe volt a falakba beépített túlnyomáskibocsátó szelepeknek, amelyek a használt levegőt a gáz- és légszilipen keresztül kivezették a létesítményből. A kelet-európai szocialista országokban leggyakrabban használt szovjet gyártmányú KID és KIDM (клапан избыточного давления модернизированный – korszerűsített túlnyomáskibocsátó szelep) szelepek biztosították az emberi szervezetre még nem ártalmas szintű belső túlnyomást. Kialakításuk szerint a vízszintes tengelyen elforduló, ellensúllyal ellátott tányér az előírtnál nagyobb belső túlnyomás hatására nyitott, ugyanakkor a külső oldalon keletkező túlnyomás hatására zárt. A tengelyen lévő ellensúly csúsztatásával, majd rögzítésével lehetett állí-

tani az erőkar nagyságát és a súlypont helyzetét, amivel szabályozták, hogy a szelep milyen mértékű túlnyomásra nyíljon. A szelep típusjelében szereplő szám utalt a faláttörés átmérőjére (pl. KID-150).

A levegőellátás a következő alapelvek szerint történt, figyelembe véve az üzemmódokat és a különböző rendeltetésű objektumokat: a friss levegő beszívása általában duplikált beszívóaknákon, léglökés elleni védőszelepeken, nyomásvédő csapantyúkon, léglökéscsökkentő kamrákon (ún. expanziós tér, elő- (durvaport-), finompor- (PFP) és elnyelő-/vegyi (FP) szűrőkön keresztül jutott a belső térbe, majd a klímagépen át a légelosztó hálózat segítségével a gázbiztos zónán belüli helyiségekbe. A tervezésekor egy olyan optimális, a frisslevegő-befűtés, -keringtetés és -elszívás arányának tekintetében energiahatékony szellőzőrendszer létrehozása volt a cél, amely magasabb üzemmódban is 18–22 °C közötti hőmérsékletet és 50–70% közötti páratartalom-értéket tudott garantálni. A ventilátorok teljesítményénél figyelembe kellett venni, hogy a belső túlnyomást és a szűrők léghelállását (főleg, ha azok telítődtek) is le kellett győzni. (9. ábra) A klíma-berendezés, hőcserélők (kaloriferek) szabályozták a tartózkodó-, tárolóterek, munka- és gépészeti helyiségek optimális hőmérsékletét és páratartalmát. A fűtés célja – különösen a polgári védelmi óvóhelyeknél – el-

sősorban az állagmegóváshoz szükséges klímaviszonyok megteremtése, illetve különleges fegyvertárolóknál az érzékeny komponensek miatt fontos a hőmérséklet- és páratartalom-szabályozás. (8. ábra) Csak olyan fűtési rendszert lehetett alkalmazni, ami nem fogyasztja a belső tér levegőjének oxigénjét, és nem veszélyes a benntartózkodókra. A tervezők számoltak az építmény természetes hőveszteségével, azonban ezt kompenzálta a benntartózkodó személyek által leadott hő, valamint az elektromos motorok, a világítás és – III. üzemmódban – a levegőregenerálás által termelt hő. Békeidőszakban fűtés nélküli szellőztetésre csak akkor volt lehetőség, ha a külső környezeti levegő hőmérséklete alacsonyabb volt az objektum belső léghőmérsékleténél, mivel a belső térbe kerülő meleg levegő kicsapódó nedvességtartalma károsította volna a gépészetet és egyéb fémalkatrészeket, érzékeny műszereket. Ezért karbantartó üzemmódban a szellőzőrendszer mintegy 80%-os arányban a belső – már felmelegedett – levegőt keringtette, és csak kb. 20%-ot tett ki a beszívott friss levegő, amivel így elkerülhető volt a létesítmény túlzott mértékű lehűtése. [4]

(Folytatjuk)

9. ÁBRA.
Nagy teljesítményű ventilátormotorok gondoskodtak a szükséges levegőmennyiség beszívásáról a Garzau melletti kétszintes föld alatti objektumban (A szerző felvétele)



HIVATKOZÁSOK

- [1] A Polgári Védelem Óvóhely Szakszolgálat Országos Parancsnokságának kiadványa – 2. tansegédlet, Budapest 1972.;
- [2] Rohoska Lajos, Ulrich Rudolf. Segédlet az életvédelmi létesítmények (óvóhelyek) üzemeltetési, karbantartási és felújítási feladatainak elvégzéséhez Építészeti Tájékoztatói Központ Kft. Budapest 1993.;
- [3] Braun. „Standortplanung, Raumauswahl, konstruktive und funktionelle Forderungen für Schutzräume”, Institut für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen, Leipzig 1981.;
- [4] Deim, H. W., Kampe, H. G. Kampe, J., Schubert, W. Die Militärische Sicherheit der DDR im Kalten Krieg, Berlin 2008.;
- [5] Bergner, Paul. Befehl „Filigran”, Basdorf 2008. (Paul Bergner: Befehl „Filigran” Auf den Spuren interessanter Bunker - Paul Bergner magánkiadása, Basdorf 2008);
- [6] Войсковые фортификационные сооружения - Министерство Обороны СССР, военное издательство, Москва 1984.;
- [7] Götz, Thomas Wenzel. Atomic Bunker Eichenthal - Christoph Links Verlag, Berlin 2012.



DIKÁ CZ CSABA*

MiG-29 REPÜLŐGÉPEK A JUGOSZLÁV ÉS A SZERB LÉGIERŐBEN (1987-2024)

II. RÉSZ

1. ÁBRA.
A szerb légierő szovjet gyártmányú MiG-29 vadászpilóta nélküli repülőgépei, 2017. október 20., Batajnica
(Forrás: Alamy)

Európában elsőként a Jugoszláv Légierőben került sor a valamikor Szovjetunióban gyártott – később a Magyar Légierőben is 2010-ig szolgálatot teljesítő – MiG-29-es vadászpilóta nélküli repülőgép beszerzésére, majd hadrendbe állítására. A szerző tanulmányának első részében a NATO 1999-es, *Allied Force* (Szövetséges erő) elnevezésű, 78 napos légi hadműveletéig dolgozta fel jugoszláv MiG-29 repülőgépek történetét, szerepét a délszláv háborúban. A második részben a 2000-es évek eseményeit és a közel múltban bejelentett típuscsere körülményeit mutatja be.

MEGFOGYVA BÁR...

Az elszenvedett veszteségek pótlására az alakulat a Pristinából (Slatina légibázisról) átmentett MiG-21 típusal kiegészülve folytatta ezt követően repüléseit. 1999 végétől a századot rövid ideig Slobodan Kužet vezet-

te, akitől a stafétát 2000-ben Goran Mandić vette át. Az alakulat háború utáni első nyilvános megjelenése a 2000. augusztus 2-án, a Podgorica melletti Golubovci repülőtérén rendezett légi bemutatóhoz köthető, amelyet 2001. október 24-én a *Pajzs-2001* terrorellenes gyakorlaton való részvétel követett, ahol egy „eltérített” Mi-8 közepes szállítóhelikopter elfogását mutatták be, és még ugyanabban a hónapban a tengeren elhelyezett felszíni célok támadását gyakorolták. 2003-ban Rade Randelović került a századparancsnoki beosztásba.

2004 áprilisában jelent meg az a hír, hogy a JSZK légierője felfüggeszti a MiG-29 típus üzemeltetését az alkatrészhiány okozta karbantartási nehézségekre hivatkozva. A 2006-os év nagy változásokat hozott. Montenegró függetlenné válásával létrejött a Szerb Légierő és Légvédelem (Ratno vazduhoplovstvo i protivvaz-

duhoplovna odbrana Vojske Srbije – RViPVO), a 204. vadászpilóta nélküli repülőgép-és a 127. vadászpilóta nélküli repülőgép-század megszűnésével egyidejűleg megalakult a 204. Repülőbázis (később Repülődan-dár) és – a korábbi 127. „Lovagok” és a MiG-21 típust repülő 126. „Delta” század összevonásával – a 101. vadászpilóta nélküli repülőgép-század (101. Ilovačka avijacijska eskadrila). Utóbbi első és a 127. század utolsó parancsnoka Ljubomir Đurđević alezredez lett.

2006-ban a pénzügyminisztérium jóváhagyta a pénzügyi forrásokat a MiG-29 repülőgépek nagyjavítására, és az ezzel kapcsolatos szerződést 2006. december 22-én alá is írták az orosz RSZK MiG céggel. A Nemzeti Beruházási Tervből öt repülőgép nagyjavítására ugyan 22,04 millió eurót különítettek el, azonban a vám és az áfa megfizetése után már csupán 4 gépre maradt elegendő forrás. A 2007-ben¹ megkezdett és 2008 szeptem-

* Alezredez, Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Tanfolyamszervező Intézet; Gyakorlat-és Részképzés-tervező Osztály, osztály-vezető. ORCID: 0000-0002-7729-7733

¹ 2011 elején az ötödik gépen (18102) is megtörtént a nagyjavítás, a fent említett modernizációval.

berében befejezett nagyjavítás során a gépek új kommunikációs és navigációs eszközöket, a korábbi jobb oldali radarképernyő helyére egy MFI-54 többfunkciós színes kijelzős képernyőt, továbbá új navigációs fényeket kaptak. (2. ábra) A gyártó által 700 repült órát vagy 10 év naptári időt biztosító oroszországi nagyjavítást követően visszaállították a szolgálatba a gépeket a 101. vadászrepülő-század kötelékében. [1] Az első nagyjavított MiG-29-est 2008. február 15-én mutatták be a nagyközönségnek a nemzeti ünnep és a fegyveres erők napja alkalmából Nisben, amikor Nebojsa Đukanović dandártábornok az 18101-es gépen mutatta be a repülőgép képességeit. Ezzel egyidejűleg a szimulátort is felújították, korszerűsítették, így jelentősen segítve a pilóták képzését. (3. ábra)

A nagyjavítás eredményességét nagyban csökkentette, hogy alkatrészbeszerzési problémák miatt a gépek keveset repültek, olykor pedig a földön ragadtak, például a katapultüléshez tartozó piropatronok, a futómű-gumiabroncsok vagy éppen az akkumulátorok hiánya miatt. 2009. július 7-én, a batajnicai légibázis közelében, a közelgő *Belgrade 2009 Air Show* légi bemutatóra történő felkészülési repülés során, műrepülési gyakorlat közben a korábban nagyjavított, 18105 lajstromszámú, Rade Randelović alezredes vezette MiG-29 a földbe csapódott. A pilóta ugyan katapultált, azonban az ejtőernyője nem nyílt ki, így a kórházba

szállítását követően, súlyos sérüléseibe belehalt. 2010-ben, miután a 18101-es gépet műszaki hibák miatt teljesen leállították, alkatrészdonorként szolgált a 2011-ben végrehajtott nagyjavításáig, így a MiG-29-es géppark egy időre mindösszesen három gépre zsugorodott. Hosszú kihagyást követően, 2011. augusztus végén két pilóta ismét éles rakétalövészetet hajthatott végre R-60MK levegő-levegő rakétával, ezúttal a bulgáriai Shabla gyakorlóterén. Az alacsony gépszám ellenére mind az évenkénti hazai légi bemutatókon, mind a 2014 októberében, Belgrád felszabadításának 70. évfordulója alkalmából rendezett ünnepség keretében is repültek. Nemzetközi környezetben ugyancsak folytatódott a szerb MiG-29-esek repülése. A román légierővel közösen 2009 óta rendszeresen részt vettek a szerb és román légtérben megrendezett *Air Solution*, továbbá az Orosz Föderáció haderejével közösen 2014 novemberében tartott *SREM-2014* antiterrorista szcenárióra építő gyakorlatokon, illetve 2015-től *BARS* néven közös, vegyes személyzetű MiG-29UB változatú repülőgépekkel légi és földi célok elleni éleslövészettel egybekötött harcászati kiképzési repüléseket hajtottak végre Oroszországban, majd 2016-ban Szerbiában.

A MiG-29-ES FLOTTA GYARAPODÁSA

A légierő vezetői számára nyilvánvaló volt, hogy szükséges lenne egy szá-

zadnyi, többcélú harcászati vadászrepülőgép beszerzésére, azonban ehhez a költségvetési források nem álltak rendelkezésre. Még 2013-ban tárgyalások kezdődtek Oroszországgal [2] 6 darab MiG-29M2 megvásárlásáról, amelyek eredményeként végül 2016. december 21-én a szerb miniszterelnök, Alexandar Vučić bejelentette hat, korábban az orosz légierő kötelékében használt, felújításra váró gép átvételét. Bár Moszkva ingyen biztosította a gépeket, egyes becslések szerint a felújításuk (modernizálásuk) és rendszerbe állításuk Szerbia számára kb. 185 millió eurós költséggel járt. [2]

2017. október 20-án, a batajnicai légi bemutató keretében került sor az ajándékba kapott 2 darab gyakorló és 4 darab együléses vadászrepülőgép (1. táblázat) ünnepélyes átadására Alexandar Vučić szerb elnök és Szergej Sojgu orosz védelmi miniszter részvételével. Az RSZK MiG szakemberei új, a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (International Civil Aviation Organization – ICAO) szabványainak megfelelő navigációs és kommunikációs eszközöket építettek be a repülőgépekbe a batajnicai Moma Stanojlović Repülőgépjavító Üzemben. Ezzel egyidejűleg az avionikához tartozó egyéb berendezéseket is átalakítottak, pl. az elavult lokátorképernyő MFI-54 multifunkciós kijelzőre történő cseréjét is elvégezték. A gép harci képességeit jelentősen javította a 110–120 km-es hatótávolságú, egyszerre tíz légi cél követését és négy légi cél támadását biztosító ZsukME fedélzeti radar [13] és vele a közepes hatótávolságú, aktív lokátoros önirányítású R-77 (NATO kódja: AA-12 „Adder”, exportváltozatának megjelölése RVV-AE) légiharc-rakéta rendszeresítése. A szárazföldi célpontok elleni harcképesség is javult a H-29 (NATO kódja: AS-14 „Kedge”) irányított levegő-föld rakéta és a KAB-500Kr irányított légibomba alkalmazhatóságával. A repülőgép szerkezetének karbantartásában az üzemidőhöz kötött formától pedig áttértek a műszaki állapot szerinti üzemeltetésre.

A 18151-es sorozatszámú MiG-29A gép 2018. július 27-én kezdte meg a korszerűsítés utáni tesztrepüléseket,

2. ÁBRA.
A modernizált szerb
MiG-29-esek pilótafülkéje
(Fotó: Dimitrije Ostojic [1])



Dmitrij Szelivanov gyári pilóta (RSzK MiG) irányításával, majd augusztus 1-jén a 18351-es MiG-29UB is végrehajtotta első tesztrepülését. Az újonnan érkezett repülőgépek, ahogy típuselődjeik is, a 101. vadászpilóta-század kötelékében álltak szolgálatba. Az ünnepélyes bemutatkozó repülésükre a batajnica repülőbázis felett került sor 2018. augusztus 21-én. A repülőgépek felújítása és modernizációja 2019 első felében fejeződött be, amellyel így a szerb légierő és légvédelem nem csupán a MiG-29-esek számának (az eredeti jugoszláv megrendelésből megmaradt négy géppel együtt tízre) bővülésével, de a modernizációból következően jelentős képességjavulásnak köszönhetően minőségileg is erősödött. A modernizáció eredményeképpen a repülőgépeket a MiG-29SZM és -SZMT változatai közé eső képességei révén 4+ generációs vadászpilóta gépnek tekintik a szakemberek.

A MiG-29-es flotta további, Fehéroroszországból való bővülését hivatalosan Aleksandar Vulin szerb védelmi miniszter 2018. április 23-án adott interjújában jelentette be, miután április 3-án Minszkben tárgyalta. A baranovicsi 558-as Repülőgépjavító üzemben (Авио-ремонтни комбинат 558) végzett, elhúzódo nagyjavítás után, a Szerbia és Fehéroroszország között létrejött Haditechnikai Együttműködési Megállapodás keretében ugyancsak adományba kapott 4 gép átadási ünnepségére 2021. június 9-én Batajnican – a koszovói konfliktus NATO légi műveletei során hősi halált halt szerb vadászpilótáról, a 204. repülőezred korábbi parancsnokáról, Milenko Pavlović ezredesről elnevezett légibázison – került sor. [4]

A NATO-val 1999-ben történt összeütközés óta immáron újra teljessé vált a 101. vadászpilóta-század állománya, minőségében és képességeiben jelentősen megerősödve, a MiG-29SZM típussal felszerelve. Ugyancsak 2021-ben jelentős infrastrukturális fejlesztések történtek a 101. századnak otthont adó batajnica légibázison, megépültek a gépek tárolására szolgáló modern hangárok. A technikai minőségjavulás mellett kiemelten fontos és folyamatos a személyi állomány (pilóták és műszakiak) hazai és nemzetközi képzése. A fiatal vadászpilóták megnövelt repülési órában gyakorolják egyebek mellett a légi cél elfogását, a légtér ellenőrzését, a nagy magasságú repülési feladatokat, a póttartályokkal megnövelt üzemanyaggal történő hosszú idejű repüléseket, nappal és éjjel, változó időjárási körülmények között. [5] Kiemelt jelentőségű az ifjú „lovagok” számára, a közös szerb-bolgár, lövészettel egybekötött, a bolgár helyszínről elnevezett „Shabla” légvédelmi gyakorlaton történő első éles (R-60MK és R-73E) rakéták indítása. [6]

1. TÁBLÁZAT. Az orosz adományként kapott MiG-29-es repülőgépek néhány jellemzője (A szerző szerkesztése [1] alapján)

Típusváltozat	Széria	Szerb oldalszám	Orosz oldalszám	Gyártás éve	Utolsó nagyjavítás éve
MiG-29A	9.12A	18151	RF-92185	1989. január	2013
MiG-29	9.13	18201	RF-93709	1989. július	2010
		18202	RF-93717	1989. december	2014
		18203	RF-93713	1989. augusztus	2014
MiG-29UB	9.51	18351	RF-29166	1990. október	2013
		18352	RF-92196	1991. szeptember	2014



ták és műszakiak) hazai és nemzetközi képzése. A fiatal vadászpilóták megnövelt repülési órában gyakorolják egyebek mellett a légi cél elfogását, a légtér ellenőrzését, a nagy magasságú repülési feladatokat, a póttartályokkal megnövelt üzemanyaggal történő hosszú idejű repüléseket, nappal és éjjel, változó időjárási körülmények között. [5] Kiemelt jelentőségű az ifjú „lovagok” számára, a közös szerb-bolgár, lövészettel egybekötött, a bolgár helyszínről elnevezett „Shabla” légvédelmi gyakorlaton történő első éles (R-60MK és R-73E) rakéták indítása. [6]

A MiG-21 típus – egy UM változatával 2020. szeptember 25-én bekövetkezett tragikus baleset és hat évtizednyi szolgálat utáni – 2021. május 21-én történt hivatalos kivonását követően immáron egyedüli hangsebesség feletti repülésre képes típusként, a 204. Repülőbanda alárendeltségébe tartozó 101. „Lovagok” vadászpilóta-század batajnica betonról felszálló MiG-29-esek látják el Szerbia légtérének oltalmazását.

A FELGYORSÍTOTT TÍPUSVÁLTÁS

Az RSzK MiG szakemberei által korábban tett értékelés szerint mind a Jugoszláviától megörökölt, mind az orosz és belorusz adományként kapott gépek élettartama (korábban 25 év vagy 2500 repült óra) 40-45 évre vagy 4000 repült órára meghosszabbítható, így akár 2032-ig, a váltótípus beérkezéséig szolgálatban tarthatóak lennének. [7] Eredetileg Szerbia további hat, azonos típusú repülőgép beszerzését tervezte vadászpilóta-gépflojtája harc-képességének további növelése érdekében, közvetlenül vagy közvetve Oroszországtól, azonban a 2022. február 24-én kitört orosz-ukrán háború következtében nem csupán ennek az elképzelésnek a kivitelezése hiúsult meg, de mára a meglévő gépek levegőben tartásához szükséges alkatrészek beszerzése is rendkívül nehézé vált. [8] A 4++ generációhoz sorolható, lehetséges váltótípusként több gép neve is szóba került. Ilyen a MiG-29-es jelentősen modernizált változatoként exportra kínált,

3. ÁBRA.
A korszerűsített
MiG-29-es szimulátor
(Fotó: Szerb Hadsereg) [1]



4. ÁBRA. Két, korábban az orosz légierőnél szolgált MiG-29-es repülőgép (18351 és 18151 oldalszámmal) Batajnica fölött a 2018. augusztus 21-i ünnepségen (Fotó: Szerb Védelmi Minisztérium [3])

kétüléses MiG-29M2, illetve MiG-35 változat, amely azonban éppen az Oroszország nemzeti megítéléséből (elszigetelődéséből) következően nem volt várható. [9]

A másik lehetséges típus a kínai JF-17 3. blokk, amely illeszked(het)ne a CH-92A harci drón és az FK-3 lég-

védelmi rakétarendszer megvásárlásának, illetve a két ország közötti további haditechnikai együttműködésnek a sorába. Amerikai típusok az 1999-es konfrontáció és az elszenvedett veszteségek okán szóba sem kerül(het)tek. Az Európai Unió tagságra törekvő Szerbia elnöke – egyfajta politikai gesztusként is értékelhetően, az agresszorként megbélyegzett és (korábbi) szövetséges Oroszországtól való távolodásnak is értelmezhetően – már 2022 áprilisában bejelentette a francia Dassault Aviation által gyártott 12 darab Rafale típusú, kéthajtóműves, többcélú vadászpilóta repülőgéppel történő megvásárlásának szándékát, keresve a legkedvezőbb fizetési konstrukciót, amely figyelembe veszi a költségvetés kereteit. [8] A konkrétan megnevezett típus érdekessége, hogy a történelmi „ellenségnek” tekintett Horvátország ugyancsak ezt a típust választotta 2021-ben, amelyből az elsőt a Horvát Légierő 2023. október 2-án vette át. [10]

A szerb elnök 2023 nyarán ismét megerősítette a Rafale-ok vásárlásának szándékát, bár ezt a fizetési feltételekről és a gépek fegyverzetének összetételéről szóló tárgyalások eredményétől tette függővé. Utóbbi esetben az MBDA által gyártott METEOR, az ún. látóhatáron túli harcra (Beyond Visual Range Air-to-Air Missile – BVRAAM) alkalmas, nagy hatótávolságú irányított levegő-levegő rakétáról lehet szó, amelyet Párizs nem szívesen adna el egy nem NATO-tagország számára. [11] A típus melletti szerb elköteleződést látott erősíteni az a tény is, hogy 2023

augusztusában a balkáni ország politikai és katonai képviselői látogatást tettek az exportőr országok közül elsőként a Rafale-t rendszeresítő Egyiptomban, a Gebel El Basur légbázison települt, 34. Harcászati vadászpilóta-repülő-századnál, a helyszínen szerezzve ismereteket a házigazdák eddigi tapasztalatairól.

Végül 2024. április 8-án Párizsban – kétévnnyi találkozás után – Macron francia és Vučić szerb elnök találkozásán bejelentették azt a megállapodást, miszerint Szerbia használt, Rafale típusú, többcélú vadászpilóta repülőgépeket vásárol, amelyről két hónapon belül a szerződést is megkötik. A bejelentésben 12 darab gépet említettek (valószínűsíthetően 10 együléses és 2 kétüléses változatban), kb. 3 milliárd euró értékben. A szerbek francia haditechnika iránti érdeklődése már évekkel korábban, a Macron elnök 2019-es szerbiai látogatása során megkötött öt megállapodással vette kezdetét. A legfontosabb – az MBDA céggel – a Mistral légvédelmi rakétarendszer beszerzésére vonatkozott, amit 2023 januárban teljesítettek. A másik jelentős beszerzés a Thales által gyártott, 2021-ben megrendelt tíz „Ground Master-200” többféle feladat ellátására képes, közepes hatótávolságú radarrendszer, amelyből az első kettő 2024 februárjában érkezett meg, és a továbbiak leszállítása is abban az évben volt esedékes. [12]

ÖSSZEGZÉS

A kétezres évek közel első két évtizedének végéig tartó kritikus időszakot követően a szláv segítségnyújtásból következő, jelentős képességjavulást eredményező modernizációnak köszönhetően a MiG-29 típussal felszerelt alakulat újra teljes értékűvé válhatott, így a deltaszárnnyú elődjének kivonásával mindaddig, amíg a politikai döntést és a vásárlásra vonatkozó szerződés aláírását követően a Rafale-ok leszállítására, majd egy hosszabb folyamat végén a 24/7 készségi szolgálat átvételére nem kerül sor, az égi lovagok MiG-29-esei maradnak déli szomszédunk légtér-szuverénitásának elsődleges őrzői. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] <https://tangosix.rs/2017/29/09/vitez-naseg-neba-30-godina-mig-29-naoruzanju-rv-pvo/> (Letöltve: 2024.04.14.);
- [2] Fighter Jets RadioFree Europe: Serbia Takes Delivery Of Two Russian MiG-29 <https://www.rferl.org/a/serbia-takes-delivery-of-two-russian-mig-29-fighter-jets/29445808.html> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [3] A kép forrása: https://www.mod.gov.rs/multimedia/image/2018/Avgust/21/JOV_3128.JPG (Letöltve: 2024.4.10.);
- [4] Allport, Dave. Belarus delivers four MiG-29s to Serbia <https://www.key.aero/article/belarus-delivers-four-mig-29s-serbia> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [5] A szerb fegyveres erők hivatalos honlapja: Letacka obuka najmladjih pilota aviona MiG-29s https://www.vs.rs/sr_lat/vesti/C1561CB2E8BE11EC8D050050568F5424/letacka-obuka-najmladjih-pilota-aviona-mig-29 (Letöltve: 2024.4.10.);
- [6] Banković, Živojin. Šabla 2021: „Pogodene sve mete predviđene za uništenje”, <https://tangosix.rs/2021/13/09/sabla-2021-pogodene-sve-mete-predvidjene-za-unistenje/> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [7] Banković, Živojin. Kakva je perspektiva upotrebe lovačkog aviona MiG-29? <https://tangosix.rs/2020/20/07/analiza-kakva-je-perspektiva-upotrebe-lovackog-aviona-mig-29-i-deo/> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [8] Scramble Dutch Aviation Society: Serbia eyes Rafale fighter aircraft <https://www.scramble.nl/military-news/serbia-eyes-rafale-fighter-aircraft> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [9] Vasovic, Aleksandar. Serbia considers purchase of Rafale jets from France, president says <https://www.reuters.com/world/europe/serbia-considers-purchase-rafale-jets-france-president-says-2022-04-11/> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [10] Jennings, Gareth. Croatia receives first Rafale fighter from France <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/croatia-receives-first-rafale-fighter-from-france> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [11] Vasovic, A., Sekularac, I. Serbia discusses price of French Rafale jets, in shift from ally Russia. <https://www.reuters.com/article/serbia-arms-vucic-idUSL8N3812FT/> (Letöltve: 2024.4.10.);
- [12] Katarina Baletic. Serbia Agrees Deal to Buy French Rafale Fighter Jets <https://balkaninsight.com/2024/04/09/serbia-agrees-deal-to-buy-french-rafale-fighter-jets/> (Letöltve: 2024.4.18.);
- [13] Zsuk-ME radar. <https://www.deagel.com/Components/Zhuk/a001457> (Letöltve: 2024.4.24.).

SZABÓ SÁNDOR ANDRÁS

BAROKAMRA MINT TECHNIKAI LÉTESÍTMÉNY ÉS REPÜLÉSÉLETTANI KIKÉPZŐESZKÖZ

II. RÉSZ

1. ÁBRA. A barokamra az MH Egészségügyi Központ Kecskeméti Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézetében
(Fotó: HM Zrínyi Nkft. / Rácz Tünde)

A barokamra (alacsony nyomású kamra) mint magasság-élettani kiképzőeszköz egy komplex létesítmény, amely a repüléssel együtt járó élettani kihívások (nyomásváltozás okozta barotraumák, oxigénhiány, magassági keszon) földi körülmények között, orvosbiológiailag jól monitorizálható szimulációját biztosítja, és lehetővé teszi a fenti tényezők elleni védekezés technikai és élettani módszereinek vizsgálatát is. A cikk első része bemutatta a barokamra szükségességét megalapozó repüléstörténeti fejlődést és a technikai lehetőségek bővülését.

A cikk második része a katonai célú barokamrai vizsgálatok eszközét, a kecskeméti TBK-70 barokamra felépítését mutatja be, rámutatva, hogy a barokamra katonai repülőorvosi-repülésélettani céllal történő alkalmazása változatlanul időszerű, és mint vizsgálóeszköz, a NATO-n belül is megtartotta prioritását.

KATONAI CÉLÚ BAROKAMRAI VIZSGÁLATOK

A honi repülőorvosi vizsgálatok katonai és polgári rendszerének szétválása az 1960-as években odavezetett, hogy 1963-ban a katonai alakulatok elhelyezésének és az igényeknek job-

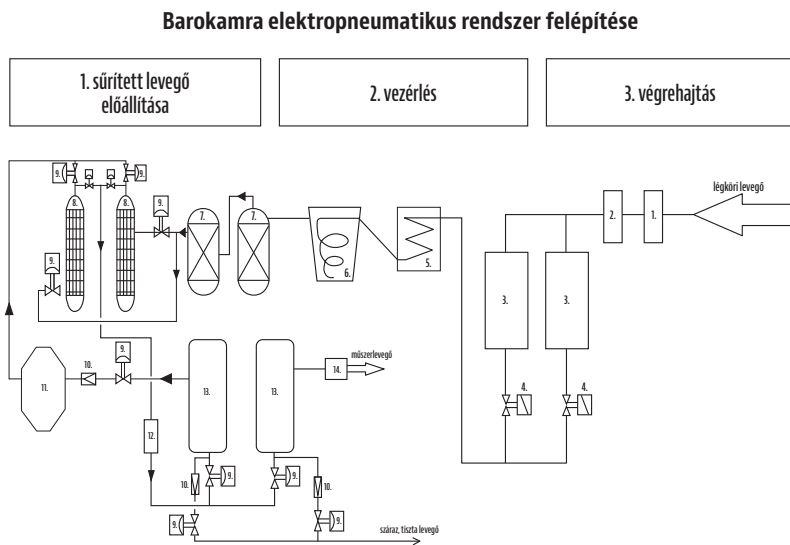
ban megfelelő helyszínen, Kecskeméten alakították ki a Magyar Néphadsereg Repülőorvosi Vizsgáló és Kutató Intézetét (ROVKI)¹. A klinikai vizsgálati rendszer felépítése mellett mind a katonai kiválogatás és minősítés, mind a hamarosan aktuálissá váló Interkozmosz² emberes űrkutatási program, így a Magyarországot, mint résztvevő partnert érintő űrhajósjelölt-kiválogatási program feladatai miatt szükségessé vált a magasság-élettani profil fejlesztése. Új, nagy teljesítményű többrekeszes, különböző nyomásprofilokra optimalizált kamrarészekkel rendelkező barokamrai komplexumot építettek, és

¹ Mai megnevezése: MH Egészségügyi Központ, Védelem-egészségügyi Igazgatóság, Repülőorvosi-, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézet (RAVGYI).

² A nemzetközi Interkozmosz megállapodáshoz Magyarország 1967-ben kapcsolódott. „A szocialista országok együttműködése a világűr békés célú kutatásában és felhasználásában” elnevezésű programot 1970-től nevezték Interkozmosznak, amelynek keretében 14 emberes űrrepülést hajtottak végre Szovjet űrhajókkal a Szaljut-6 űrállomásra. 25 Interkozmosz-műhold pedig a Föld környezetét és légkörét kutatta. A program a Szovjetunió és számos szocialista berendezkedésű ország (Bulgária, Csehszlovákia, Kuba, Lengyelország, Magyarország, Mongólia, Német Demokratikus Köztársaság, Románia, Vietnám) részvételével 1967–1991 között zajlott.

* Ezredes, PhD, MH repülő főszakorvos, Szegedi Tudományegyetem Repülő és űr-orvosi Tanszék tanszékvezető docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem egyetemi magántanár. ORCID: 0000-0002-1362-4723

2. ÁBRA A barokamra elektropneumatikus vezérlésének és lépellátó rendszerének blokk-sémája (A szerző szerkesztése saját archívuma felhasználásával)



3. ÁBRA. Lépellátó rendszer: hűtőtornyok és kompresszorok a gépteremben (háttérben a bányászvattyúk) (A szerző archívumából)



kidolgozták az üzemeltetési szabályzatot, meghatározták az életvédelem és -mentés előírásait. [1]

A termobarokamra-rendszer négy, egymástól és a külvilágtól hermetikusan elzárt kompartmentből áll: a kamrarendszer tartalmaz egy alacsony nyomású (hypobáriás), a magasságfüggő légköri változás komplex szimulációjára képes kompartmentet, egy zsilibkamrát, egy túlnyomásos

kamrarészt (5 atm, 100 °C-ig a száraz túlnyomást képes imitálni³ a bűvárkodás során észlelhető víz alatti nyomásmegnövekedéshez hasonlóan), illetve egy akár 30 km-es magasságig a nyomásváltozás hirtelen kialakuló (akár expozív jellegű, a vadászpilóta repülőgép pilótafülkéjében a kabintető elvesztését modellező) profilját szimuláló kamrarészt; e két utóbbit technikai okok, amortizáció miatt már nem használjuk. [2]

A TBK-70 barokamra – ahogy arra a típusszám is utal – az 1970-es években épült, a magyar Chemimas Vegyigép Tervező és Fővállalkozó Vállalat cég közreműködésével.

Főbb funkcionális egységei:

- maga a kamrarendszer (3 kompartment: alacsony légnyomású [hypobáriás] kamrarész 20 km-ig, extrém alacsony légnyomás [30 km] elérésére alkalmas expozív dekompressziós kamra, ill. túlnyomásos [hyperbáriás] kamra);
- vízellátó rendszer;
- vákuumrendszer;
- oxigénrendszer;
- irányítástechnikai rendszer (erősáramú villamosenergia-ellátás, műszerezés, vezérlés, hírközlés, vészvilágítás);
- orvosműszer-rendszer (a kinti őrzőpult, a benti orvosbiológiai modulok adatainak kijelzésére).

A vezérlést a kor műszaki színvonalán álló elektropneumatikus rendszer biztosította kanalas szelepek beépí-

tésével, amelyekkel a sűrített levegő áramlása gyorsan, hatékonyan változtatható volt. (1. ábra)

A pneumatikus műszerek és szelepek megfelelő nyomású és tisztaságú száraz sűrített levegővel történő ellátása, illetve a vizsgálókamrák száraz levegővel történő átöblítésének biztosítása a lépellátó rendszer feladata. A kompresszorból kikerülő, majd lehűtött, szárított és szűrt levegőt nagy nyomásállóságú tartályokban tárolják. Ez azért fontos, mert lehűlés után a nedvességgel túltelített levegő eléri a harmatpontot, és kiválik belőle a víz, amely a rendszerbe kerülve károkat okozhat. A megfelelő nyomású levegő előállítása és kezelése után történik az elosztás és az alkalmazás.

A 2. ábrán látható lépellátó blokk két légszűrőből (1., 2.), két darab két fokozatú légkompresszorból (3.), egy csökígyós utóhűtőből (5.), egy cseppleválasztó ciklonból (6.), valamint két sorbakapcsolt raschig töltéses előszárító toronyból (7.), továbbá két szilikagéles légszárító toronyból (8.), két finomszűrőből (12., 14.), két légtartályból (13.), egy elektromos léghevítőből (11.) és a működtetéshez szükséges szerelvényekből, automatikákból és csővezetésekből áll. A gépteremben elhelyezett egységek ma is megbízhatóan üzemeltethetők. (3. ábra)

Az előállított táplevegő specifikációi:

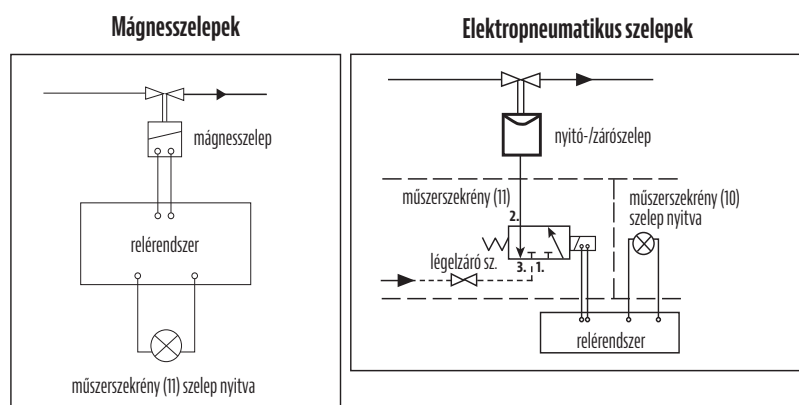
- az előállított táplevegő mennyisége: 150 Nm³/h;⁴
- az előállított táplevegő nyomása a tartályokban: 6–8 bar;
- a belépő/kilépő levegő hőfoka: -30 °C – +40 °C;
- a táplevegő harmatpontja: -40 °C;
- az egyidejűleg tárolt levegő tartályonként: 20 m³;
- a rendszer feltöltési ideje: kb. 2 óra.

A mágnes- és elektropneumatikus szelepek működtetése a vezérléshez alapvető, így a műszerlevegővel szemben támasztott minőségi kritériumok is elsődleges fontosságúak.

Követelmények a pneumatikus műszereinkhez használt műszerlevegő minőségére:

³ Technikai képességhatár, a termobarokamra megnevezéssel jelezve a potenciális hőterhelésre (hőakklímizációra) való elvi képességet.

⁴ A normál köbméter az a gázmennyiség, amely 288,15 K hőmérsékleten és 101 325 Pa nyomáson 1 m³ térfogatot foglal el.



4. ÁBRA. A mágnes- és elektropneumatikus szelepek működtetése és a műszerlevegő minőségi követelményei (A szerző szerkesztése saját archívuma felhasználásával)

1. A tisztított levegő maximális portartalma nem haladhatja meg a 2 mg/m^3 -t, a levegő 6 mikronnál nagyobb porszemcséket egyáltalán nem, 6-3 mikron közöttit pedig csak nyomokban tartalmazhat.
2. Az olajszennyeződés megengedhető max. mértéke $2-4 \text{ mg/m}^3$ lehet.
3. A műszerlevegő nedvességtartalmának megfelelő harmatpont legyen 10°C -kal kisebb, mint a levegőt felhasználó műszerek beépítési helyén mérhető legkisebb környezeti hőmérséklet. (4. ábra)

A vákuumrendszer fő elemei az akár folyamatos működtetésre tervezett bányászati (vízgyűrés vákuumszivattyúk), amelyek 30 km-es magasságnak megfelelő légkritikát elérésére is képesek. (5. ábra)

A barokamrai szimulált felszállások elektropneumatikus vezérlése történhet kézi szabályozással, fix programadóval és változtatható

programú programadóval (kvázi automatikusan). A fel- és leszállás ütemének szabályozásában, a magasság tartásában központi szerepet tölt be a technikuspulttól működtethető, Schlumberger gyártmányú servo-szabályozó. (6., 7. ábra)

A technikuspult és a kamrában elhelyezett műszertáblán a szimulált felszállást vezető mérnök és technikus visszajelzést kapnak a rendszer állapotáról, így értelmezhetik az esetleges hibajelzéseket. (8. ábra)

Az alsó vezérlőszinten (a barokamra alatti félemeleten) található rendszerekkel és szabályozó szelepekkel vészhelyzetben (pl. áramszünet) akár a kamra kézi vezérlése is megoldható. (9. ábra)

A szivattyúk és kompresszorok működtetéséhez szükséges energiát a villamos kapcsolóteremben kiépített nagyfeszültségű rendszer biztosítja, miközben a humán vizsgálatokra

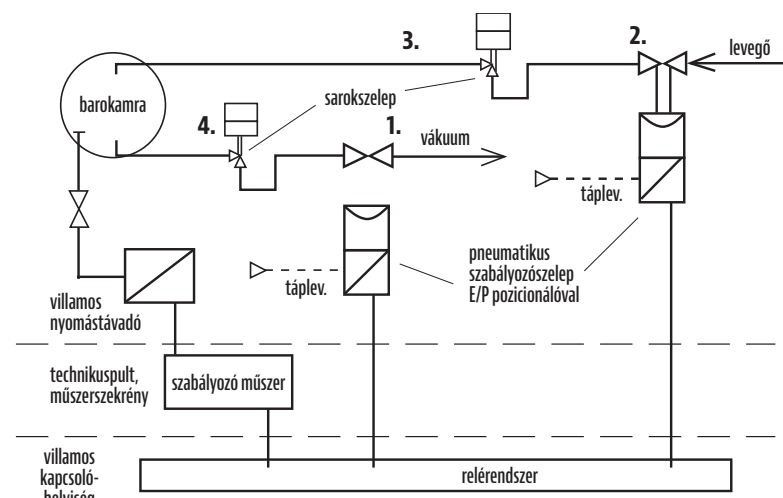


5. ÁBRA. A vákuumrendszer szivattyúi (A szerző archívumából)

szolgáló belső kamrai kompartimentekben csak 24 V a megengedett feszültség az alkalmazott oxigénrendszerek tűz- és robbanásvesélyessége miatt.

A BAROKAMRA JÖVŐJE

A barokamra mint komplex repülőműszaki létesítmény ma is az egyik legfontosabb repülés-élettani kiképzőberendezés, amely mind a katonai, mind (várhatóan visszatérő jelleggel) a polgári repülésben az egyik legalattomosabban jelentkező és akut cselekvőképzetlenséghez vezető, magassági környezeti stresszor-tényezőt, a hypobariát (alacsony nyomást) és következményes hypoxiát (oxigénhiányt) tudja szimulálni, egyébként biztonságos, földi körülmények között. Felújítása költséghatékonyan megoldható, és tovább üzemeltethető, hasonlóan a brit Királyi Légierő (Royal Air Force – RAF) Farnbo-

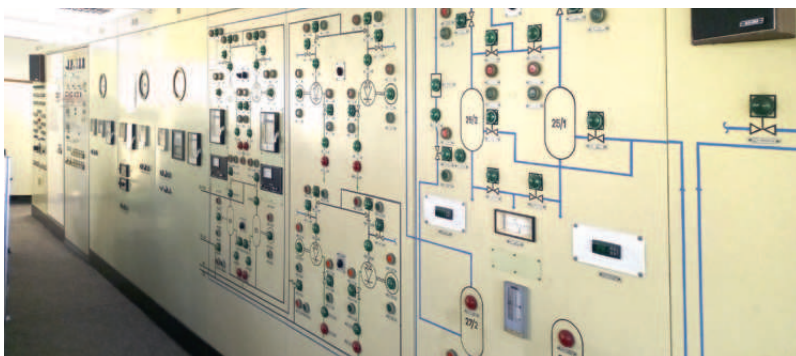
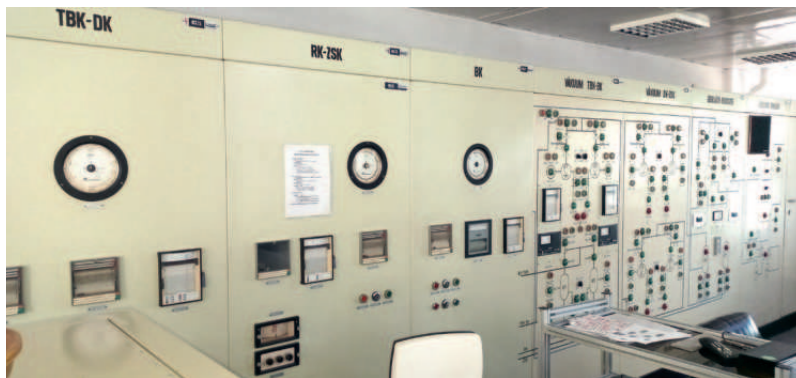
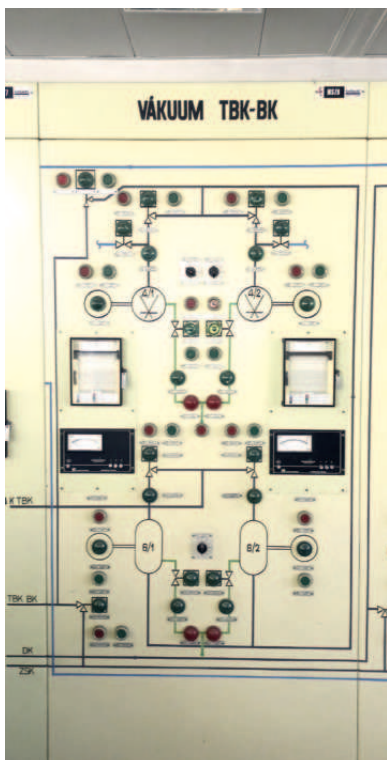


6. ÁBRA. Az elektropneumatikus vezérlés elvi felépítése (A szerző szerkesztése saját archívuma felhasználásával)



7. ÁBRA. Felső vezérlőszint: technikuspult és -szekrény (Schlumberger műszerek) (A szerző archívumából)

8. ÁBRA.
Nagy méretű
műsertáblák
kapcsolószekrényei
és rendszertáblái a
barokamra terében
(A szerző archívumából)



rough-ból Henlow-ba költöztetett, a német légierő (Luftwaffe) königsbrücki és a lengyel légierő varsói társintézeteihez. (10., 11., 12. ábra)

9. ÁBRA.
A barokamra-szellőztést
és a szimulált fel- és
leszállást szabályozó
szelepek az alsó
vezérlőszinten, a
barokamra alatt
(A szerző archívumából)

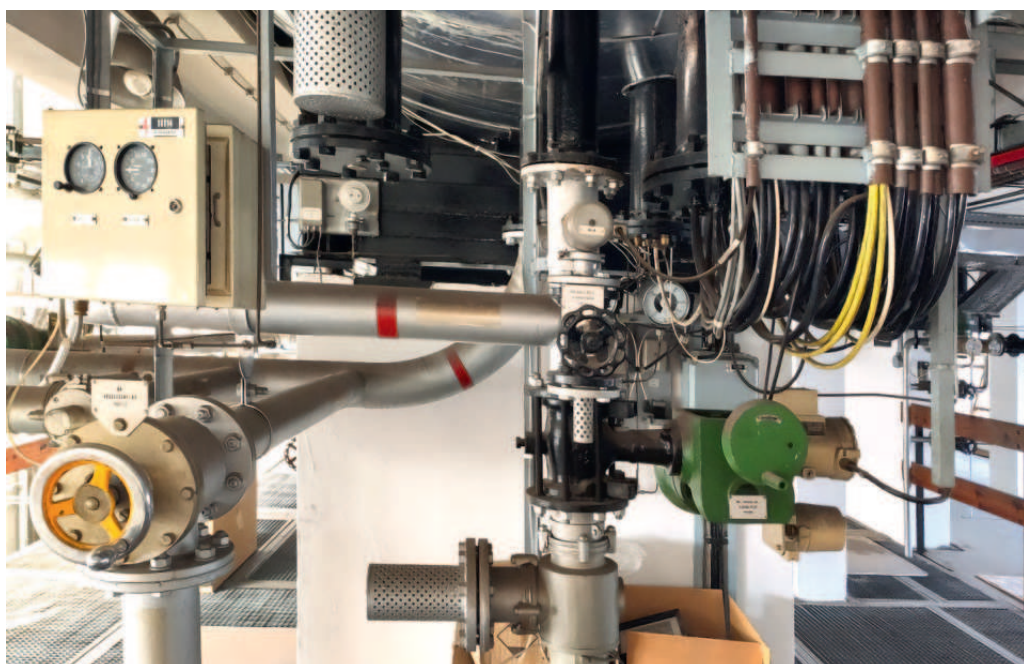
A magyar barokamra komplex rekonstrukciója elkezdődött, ehhez a mai kor technikai fejlettségi szintjének megfelelő, nagy pontosságot biztosító, felhasználóbarát, modern kezelőrendszerrel rendelkező, hosszú távon megbízható Programozható Logikai Egység (PLC) vezérlésének

kiépítése szükséges egy folyamatban lévő közbeszerzési eljárás keretében. A régi szelepek, távadók, érzékelők kiválthatók modern eszközökkel. A vákuumrendszer ökológiai lábnyoma is csökkenthető a nagy fogyasztású vákuumszivattyúk lecserélésével (az elvárt szivattyúteljesítmény a felszállási profilok racionalizálásával, az explozív dekompresziós profil elhagyásával jelentősen csökkenthető: 50 kW-ról 20 kW-ra). A jelenlegi

rendszerben a 4 db vízgűrűs szivattyú működési feltételei miatt vízellátó rendszert is üzemeltetnünk kell, amely az új energiatakarékos rendszer kiépítése után megszüntethető lesz, olajos csavarszivattyúk beépítésével.

A légellátó rendszerben a nagytisztaságú műszerlevegő előállítására jelenleg egy igen bonyolult, soklépcsős, sok elemet tartalmazó rendszeren keresztül valósul meg, a kompresszorok cseréjével ez a technológia folyamat szintén leegyszerűsíthető lesz. Az ipari körülmények között jellemzően használt csavarkompresszorok, adszorpciós szárítók – hasonlóan a vákuumrendszerhez – energiahatékonyságot, kedvezőbb üzemeltetési feltételeket, nagyobb üzembiztonságot teremtenének.

A komplett kamrarendszerből jelenleg csak az alacsony nyomású kamrarészt (kamranyomás maximális magasság: $P=140$ mbar) és a zsílipkamrát alkalmazzuk (utóbit esetleges mentési műveletek végrehajtására, a gyors beavatkozás lehetőségével, sürgősség esetén menekítési süllyedésebesség-minimum 100 m/s). Vezérlés szempontjából a letisztult profil legyen képes: szabályozott vákuum előállítására (fel- és leszállás végrehajtása, megadott emelkedési és súly-



lyedési sebességgel, meghatározott magasságra), adott magasság megtartására, automata magasságtartásra, vészleszállás végrehajtására, kézi leszállás végrehajtására (kamrából mentésre) és a kamra szellőztetésének biztosítására.

ÖSSZEFOGLALÁS

A barokamra segítségével ellenőrzött körülmények között hozható létre a magassági repüléseknél megfigyelhető légnyomásváltozás (és az oxigén parciális nyomásának csökkenése), standardizált módon monitorizálható a magassági repülések emberi szervezetre gyakorolt hatása, minősíthető a hajózállomány magassággal, nyomásvaltozással, oxigénhiánnyal szembeni ellenálló képessége, emellett különböző, a nagy magasságban történő üzemeltetésre készített berendezések műszaki vizsgálata és ellenőrzése is végrehajtható. Nemzetközi kitekintésben a barokamra katonai repülőorvosi-repülésélettani céllal történő alkalmazása változatlanul időszerű, mint vizsgálóeszköz a NATO-n belül is megtartotta prioritását. Nincs más módszer, amely a pilóta vészhelyzetben (kabinnyomás elvesztésekor vagy hajtómű-oxigénrendszer meghibásodásakor) bekövetkező drámai oxigénhiánnyal szembeni tűrésszéliségről, élettani stabilitásáról, kognitív teljesítményéről információt adna. (13. ábra) [3]

A NATO NSO AMDWG (Standardizációs Szervezet, Repülőorvosi munkacsoport) az elsőszámú repülőorvosi problémának tekinti a „mask on” (maszk feltéve) helyzetben (elvileg megfelelően adagolt oxigén mellett) hirtelen kialakuló hypoxiás rosszullétet, amely hibás adaptáción, önsorsrontó élettani mechanizmuson keresztül az oxigén hasznosítását rontja az agyi sejtekben. A katonai repülésben fenntartják a barokamrai vizsgálatok rendszerét, amelyet az UPE (Unexplained Physiological Events – megmagyarázatlan élettani események) magas száma indokol: 2002 óta négy F/A-18 Hornet az amerikai haditengerészetnél, egy F-22 Raptor az amerikai légierőnél zuhant le a pilóta nem tisztázott rosszulléte miatt, de a repülésbiztonság szempontjából fontos incidensek száma már meghaladja a 600 esetet (a pilóta ilyenkor megszakítja a bevetést). A repülési vészhelyzetben változatlanul előforduló alattomos vagy expozív jellegű hypoxiás szekvencia, az éjszakai látás NVG (Night Vision Goggles – éjjellátó készülék) alkalmazásával megnövelt, de oxigénhiányra fokozottan érzékeny éjszakai operatív látás speciális hypoxiás demonstrációja bővíti a NATO-országokban alkalmazott barokamrai felszállási profilok számát, a kognitív teljesítményromlás biztonságos szemléltetésével, kutatási programban akár virtuális valósággal (VR)



szimulált repülési feladat végrehajtásával, célfüggően 12 000/18 000/25 000/30 000/40 000 láb magasságon (1 láb = 0,3 méter). [4] [5] [6] (14. ábra)

Az USA FAA (Federal Aviation Authority – Szövetségi Légügyi Hivatal) az Oklahoma City-ben lévő Polgári Repü-

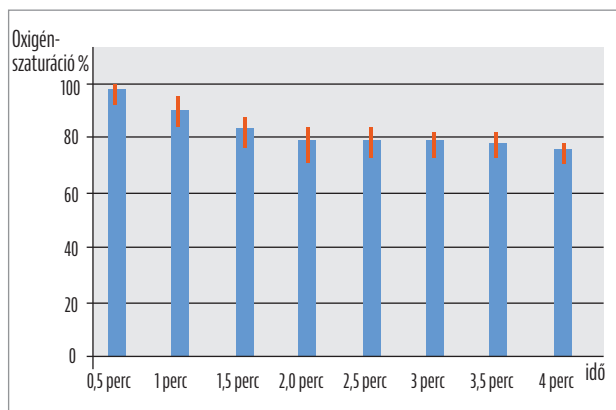
10. ÁBRA. A varsói Repülőorvosi Intézet barokamrájának vizsgálószéke (A szerző felvétele a 2016-os hivatalos látogatás során)



11. ÁBRA. A német légierő Repülőorvosi Intézet (Königsbrück) felújított barokamrájának műszaki és (a háttérben) orvosi pultja (A szerző felvétele az osztrák gyártó cég AMST, Ranshofen engedélyével)



12. ÁBRA. A Német Légierő Repülőorvosi Intézet (Königsbrück) oxigénrendszerrel és pszichológiai tesztkészülékkel (Schufried), valamint LCD-kijelzővel felszerelt barokamrájának belső tere (A szerző felvétele az osztrák gyártó cég AMST Ranshofen engedélyével)



13. ÁBRA. Oxigénszaturáció alakulása 7600 méteres magasságon (NATO profil) MH EK RAVGYI barokamrában (n: 18 fő, átlagéletkor: 37,1 év) [3]

14. ÁBRA. Hypoxiás edzőmódszerek profiljai különböző NATO-országokban (A szerző szerkesztése [4] alapján)

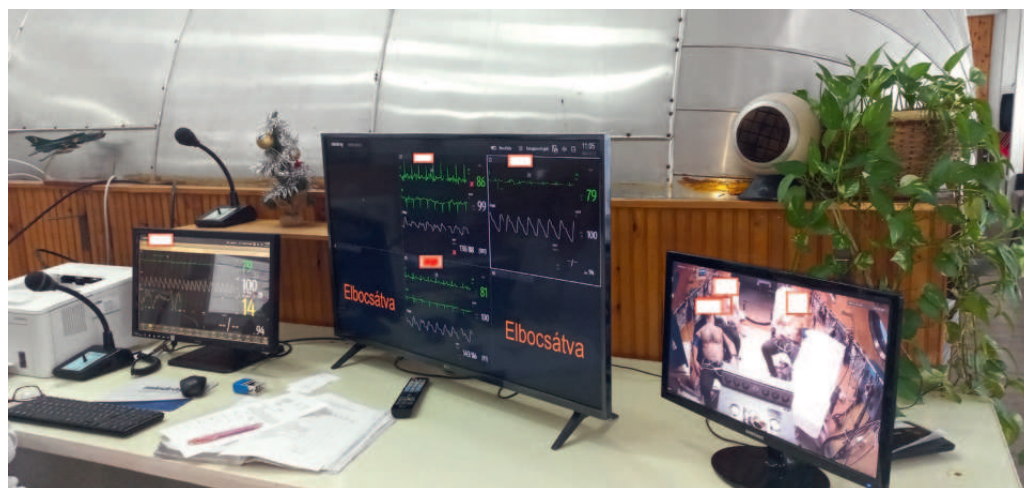
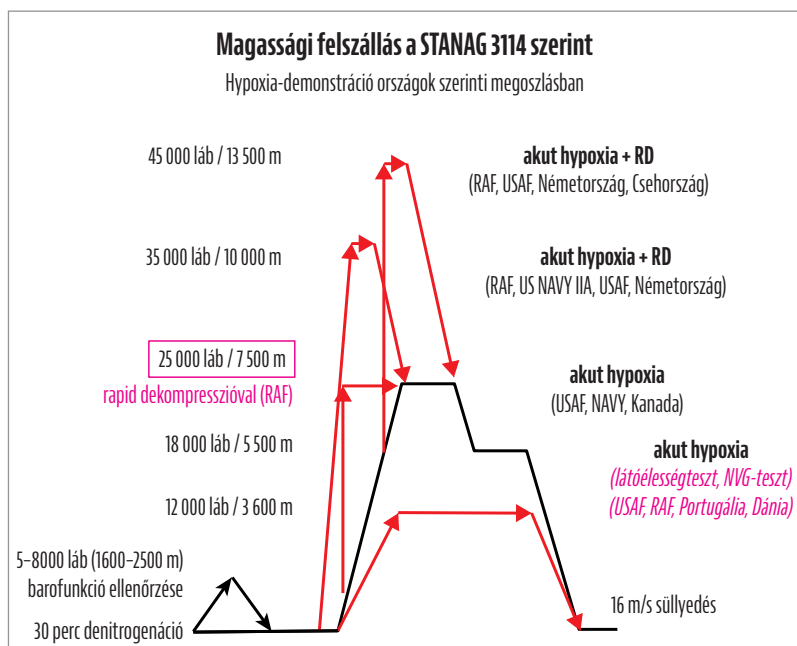
15. ÁBRA. Mindray őrzőpult, a barokamrai felszállások alatti orvosi monitorizálás központi egysége és egyéni monitora (A szerző felvétele)

lőorvosi Intézetében (CAMI – Civil Aviation Medicine Institute) szintén jogszabályi keretek között előírja a nagy magasságban repülő polgári légiszemélyzet földi élettani képzését. [7]

Súlyosabb betegségen (például légúti Covid-fertőzésen) átesett repülőhajózó állománynál vagy

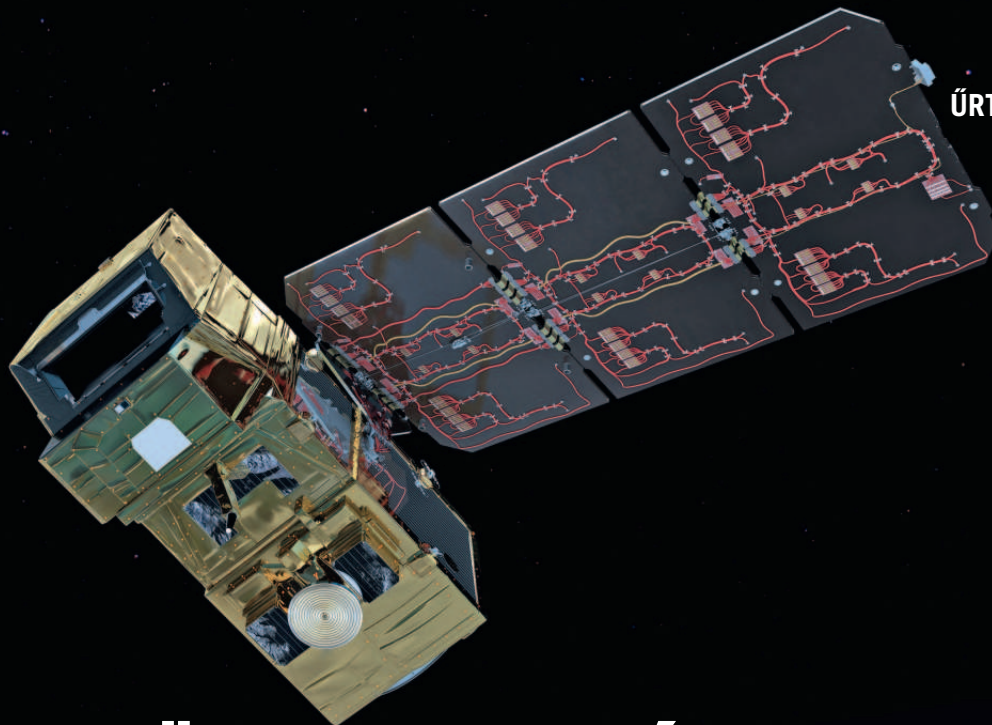
gyógyszerbeállítás után a visszanyert hypoxia-tűrőképességet és a speciális munkavégző képességet lehet biztonsággal újraminősíteni barokamrában, amelyről repülőorvosi szakmai cikkekben számoltunk be. [8]

A szerző köszönetét fejezi ki Dr. Melles Imre főorvosnak, az RHTEK Gyáli úti Repülőorvosi Központ vezetőjének, Szilvási Zoltán oktatópilótának és heliport-menedzsernek az archív és friss képek rendelkezésre bocsátásáért, valamint az MH EK RAVGYI kecskeméti barokamra műszaki szakállományának: Zámbo-Kerekes Anikó főmérnök, Varga Levente mérnök asszisztens, Szabó Szilveszter vezető technikus kollégának, a rendelkezésre bocsátott műszaki dokumentációért és annak értelmezéséért.



HIVATKOZÁSOK

- [1] Remes, P., Grósz, A., Szabó, J. A magyar repülő- és űrorvostan története” – V. Fejezet: A repülő-egészségügyi szolgálat tevékenysége, 1981-1985. Az új barokamrendszer átadása ISBN 978 963 327 586 3 Zrínyi kiadó, Bp. pp. 192–201.
- [2] Mészáros J. A Repülőkórház <https://honvedelem.hu/hirek/a-repulokorhaz-1.html> 2021. március 12. (Letöltve: 2024.6.5.);
- [3] Szabó S. A., Németh L., Tótká Zs., Grósz A. Pitvarfibrilláció értékelése a repülőorvosi döntéshozatalban Honvédorvos 2016. (68) 3–4. szám <https://doi.org/10.29068/HO.2016.3-4.13-33>;
- [4] Szabó S. A., Tótká Zs., Domján K., Dunai P., Vada G. Az oxigéndeficit repülésbiztonsági jelentősége és lehetséges magyarázata agyi pulzoximetria NIRS eredményei alapján, szimulált repülési stresszhelyzetben Repüléstudományi tanulmányok in Repüléstudományi szemelvények 2020, Szerkesztette: Szilvási László, Békési Bertold, Ludovika Budapest 2021. pp. 15–16.;
- [5] Domján K., Vada G. Katonai pilóták élettani paramétereinek monitorozása szimulált repülési körülmények között. Haditechnika, 54. (2020) 3. pp. 2–7. <https://doi.org/10.23713/HT.54.3.01>;
- [6] Szabó S. A. A NATO repülőorvosi harmonizációs törekvései a hadművelleti tapasztalatok és a repülésbiztonsági adatok tükrében. Repüléstudományi Közlemények (különszám) 2010. április 16. 2010/2. p. 21. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2010_cikkek/Szabo_Sandor.pdf;
- [7] Legel Information Institut: Electronic Code Of Federal Regulations (E-CFR) Title 14 – Aeronautics And Space, Chapter I – Federal Aviation Administration, Department Of Transportation, Subchapter D –Airmen Part 61 – Certification: Pilots, Flight Instructors, And Ground Instructors Subpart A – General 14 CFR § 61.31 – Type rating requirements, additional training, and authorization requirements <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/61.31>;
- [8] Guth-Orji Á. J. A poszt-covid szindróma repülésbiztonsági jelentősége Honvédorvos LXXIII. évfolyam 2021/1–2 szám pp. 5–19. <https://doi.org/10.29068/HO.2021.1-2.5-19>



BOZSÓ ISTVÁN*

A MŰHOLDAS FÖLDMEGFIGYELÉS FAJTÁI ÉS PLATFORMJAI

MŰHOLDOK FELÉPÍTÉSE, OPTIKAI ÉS AKTÍV MIKROHULLÁMÚ TÁVÉRZÉKELEÉS ALKALMAZÁSAI

Összefoglalás: A műholdas földmegfigyelést bemutató cikkek sorát folytatva az alkalmazási területek bemutatása előtt az optikai és az aktív mikrohullámú földmegfigyelést végző európai Copernicus-program két műholdja kerül bemutatásra. Ezután kitérünk az alkalmazási területekre, melyen belül a két különböző földmegfigyelési technika esetén két esettanulmány kerül részletezésre.

Kulcsszavak: űrtechnológia, Sentinel, MODIS, műholdak, földmegfigyelés, NDVI, InSAR

Abstract: Continuing the series of articles presenting satellite Earth Observation before discussing the applications of optical and active microwave remote sensing, two satellites of the Copernicus Earth Observation Program are introduced. After which the specific areas of application are described and applications of the two remote sensing techniques are demonstrated through the summary of two case studies.

Keywords: space technology, Sentinel, MODIS, satellites, earth observation, NDVI, InSAR

A MŰHOLD FELÉPÍTÉSE

Általánosságban véve egy Föld körüli pályán keringő műhold a következő rendszerekből áll:

- a műhold mechanikai elemei: a műhold váza és a különböző mechanikai elemek, melyek elszigetelik a műhold belső szerkezetét a világűr-től, megvédik a mikrometeoroktól, és bizonyos szinten védelmet biztosítanak a kozmikus sugárzással szemben;

- a műhold energetikai rendszere: ez látja el a műhold különböző rendszereit energiával, biztosítja a folyamatos energiaellátást, véd a feszültségingadozástól.
- a rendszer elemei a következők lehetnek: napelem, akkumulátor, szabályzórendszer, radioizotópos termoelektromos generátor (jellemzően a mélyűri missziók esetén, ahol a napelemek nem képesek elég energiát

biztosítani a Naptól való távolság miatt);

- a műhold orientációs rendszere: az orientációs rendszer feladata a műhold megfelelő irányultságának beállítása és annak megfelelő megtartása, amelyek elengedhetetlenek a földi szegmenssel történő megbízható kommunikáció biztosítása és a távérzékelési feladatok pontos elvégzése érdekében. A földmegfigyelő műholdak esetén különösen fontos, hogy a műhold távérzékelést végző műszerei mindig a Föld felé „nézzenek”. A rendszer elemei egyrészt azok az eszközök, melyek alapján meg lehet állapítani a műhold irányzatát (pl. giroszkópok, horizontot érzékelő szenzorok, a Nap, a Föld vagy a csillagok állását megfigyelő kamerák, magnetométerek), másrészt az irányzatot befolyásoló berendezések (pl. fúvókák, pörgettyűk);
- küldetési eszközök: azok az eszközök, melyek lehetővé teszik a küldetési feladatok elvégzését. Földmegfigyelő műholdak esetén ezek

* Tudományos segédmunkatárs, MSc, Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, HUN-REN. ORCID: 0000-0001-8254-1828



2. ÁBRA.
A Sentinel-2 műhold
által készített kép a
Balatonról, hamis színes
megjelenítésben [4]

- tipikusan a földfelszínt leképző berendezések, tudományos küldetések esetén például részecskedetektorok, magnetométerek, kommunikációs műholdak nagyteljesítményű rádióberendezések és antennák;
- kommunikációs rendszer: ez teszi lehetővé a műhold és a földi szegmens (lásd következő pont) között a kommunikációt. A rendszeren keresztül a műhold adatokat képes lesugározni a földi vevőállomásra, illetve rendszeresen adatokat küld a földi állomásnak és a műholdat üzemeltető szakembereknek a műhold állapotáról. A földi szegmens pedig utasításokat képes betáplálni a műhold központi irányítórendszerébe. A kommunikációhoz szükséges elektromágneses hullámok küldése és fogadása tipikusan egy mikrohullámú rádiókapcsolat használata által valósul meg;
 - földi szegmens: ugyan fizikailag nem része a műholdnak, mégis fontos megemlíteni azt a technikai és emberi infrastruktúrát, mely a Föld felszínén, repülőgépen vagy akár tengeren található. A földi szegmens a műhold kommunikációs rendszerén keresztül tartja a kap-

csolatot a műhoddal, követi a műhold pozícióját, és ezáltal ellenőrzés alatt tartja a műhold pályáját, feldolgozza a műhold által lesugározott adatokat, és ha kell, utasításokat sugároz a műholdnak, melyek biztosítják a műhold hosszútávú és megbízható működését.

A Copernicus földmegfigyelő programban az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) több földmegfigyelő műholdat is pályára állított, melyek a Sentinel (Őrszem) elnevezést viselik. A Sentinel-műholdak az elektromágneses spektrum különböző tartományában készítenek felvételeket a földfelszínről, és monitorozzák a Föld légkörének állapotát. A Copernicus-program az Európai Unió űrprogramjának részeként az Európai Bizottság vezetésével az ESA, a tagállamok és számos európai szervezet (EUMETSAT¹, ECMWF²) közreműködésével valósul meg. A következő két fejezetben a Copernicus földmegfigyelő program két műholdját mutatom be, melyek passzív optikai és aktív mikrohullámú földmegfigyelést valósítanak meg, és a modern műholdas földmegfigyelés „zászlóshajóinak” tekinthetők.

A SENTINEL-2 MŰHOLD

A Sentinel-2 misszió [1] (a Sentinel-1 műholdról a következő fejezetben lesz bővebben szó) immár három azonos műholdból (Sentinel-2A, Sentinel-2B és Sentinel-2C) áll, melyek tervezett élettartama körülbelül 7 év. Az utolsó Sentinel-2C műholdat 2024. szeptember 5-én állították pályára. [2] A műholdak 786 km átlagos felszín feletti magasságú napszinkronpályán keringenek, mely biztosítja, hogy a felvételezés során a földfelszínt elérő nap-sugárzás földfelszínnel bezárt szöge (a beesési szög³) állandó maradjon.

A műholdakon elhelyezett ún. Multispektrális Eszköz (Multi Spectral Instrument – MSI) [3] a földfelszínről visszavert napsugarakat gyűjti össze, a sugárzást frekvenciatarományokra választja szét, illetve szűri azokat. A berendezés 13 frekvenciasávban méri a földfelszín ún. reflektanciáját⁴. A reflektancia egy adott felszín visszaverő képességét jellemző számérték, mely tipikusan változik a frekvencia és a beesési szög függvényében, de számos más tényező (pl. felszínborítottság, talajnedvesség, atmoszféra-vízgőztartalom) is befolyásolja az értéket.

A 13 frekvenciasávot a felszíni geometriai felbontás szerint a következő kategóriákba lehet sorolni:

- 10 méteres felszíni felbontás: kék (~493 nm), zöld (560 nm), vörös (~665 nm) és közeli infravörös (~833 nm);
- 20 méteres felszíni felbontás: 4 frekvenciasáv a látható és közeli infravörös sávban (Visible and Near InfraRed – VNIR): ~704 nm, ~740 nm, ~783 nm, ~865 nm; 2 sáv a rövid hullámhosszú infravörös (Short Wavelength Infrared – SWIR) tartományban (~1610 nm és ~2190 nm), pl. hó- és jégtakaró, illetve felhőzet detektálására;
- 60 méteres felszíni felbontás: 3 sáv: ~443 nm, ~945 nm és ~1374 nm a felhőzet kiszűrésére és atmoszférikus korrekciók elvégzésére.

A „C” műhold még nem végez rendszeres megfigyelést, mivel még számos kalibrációt el kell végezni

¹ EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) <https://www.eumetsat.int/>.

² ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) <https://www.ecmwf.int/>.

³ A szakirodalomban: incidence angle.

⁴ A szakirodalomban: reflectance.

a műhold műszerein, ezért az „A” és „B” műholdak végzik a folyamatos földmegfigyelést, melynek köszönhetően a visszatérési idő 5 nap, azaz ugyanarról a területről 5 naponta áll rendelkezésre Sentinel-2 felvétel.

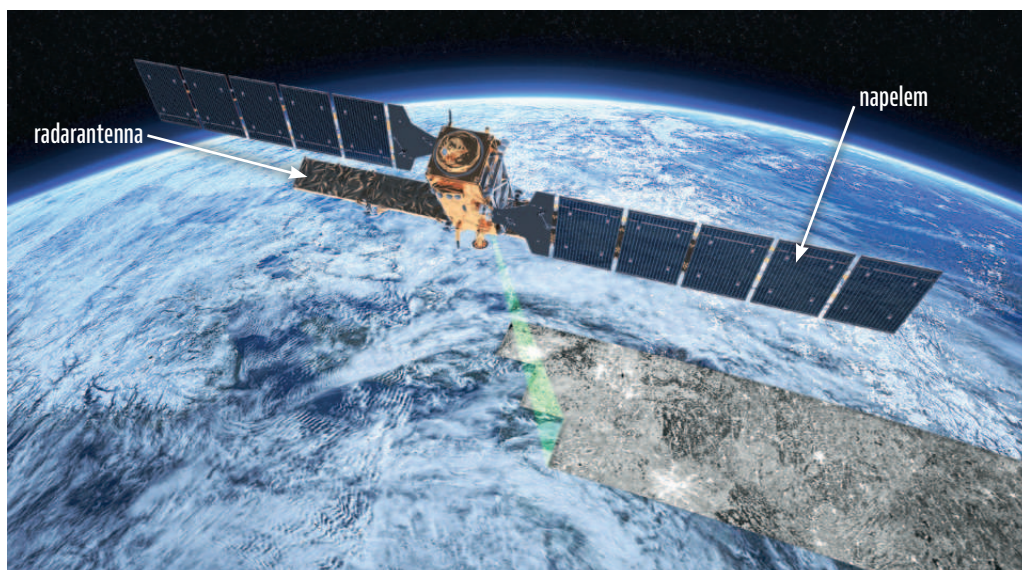
A SENTINEL-1 MŰHOLD

A Sentinel-1 műholdcsalád 2016-tól 2021-ig két műholdból állt: Sentinel-1A és Sentinel-1B. A Sentinel-1A műholdat 2014. április 3-án, a Sentinel-1B műholdat 2016. április 25-én állították pályára. [5] A Sentinel-1 műholdak egy korábban publikált cikkben (Haditechnika 2024/6-os szám) bemutatott Szintetikus Apertúrájú Radar (Synthetic Aperture Radar – SAR) technikával felvételezik a Föld felszínét a műholdon található mikrohullámú antenna segítségével. A SAR antenna a C-sávban (központi frekvencia 5,405 GHz és a hozzá tartozó hullámhossz 5,55 cm) készít radarfelvételeket a földfelszínről.

A „B” műholdon 2021. december 23-án meghibásodott az antennát energiával ellátó rendszer, lehetlenné téve a földmegfigyelési funkciók ellátását. A hibajavítás többszöri eredménytelen kísérlete után ez a kétműholdas misszió 2022. augusztus 03-án hivatalosan befejeződött. Az ESA azóta felgyorsította a Sentinel-1C műhold gyártási folyamatát a kétműholdas feladat újraindítása céljából, azonban annak pályára juttatása továbbra is várat magára.

A Sentinel-1 pályája szintén egy napszinkron pálya, 12 napos visszatérési idővel, a műhold IW⁵ felvételezési módjának alkalmazása esetén. A „B” műhold működése során a visszatérési idő 6 nap volt, azonban ez megnövekedett 12 napra az említett meghibásodása miatt. A műhold számos felvételezési módot támogat, azonban az IW mód alkalmazása a legelterjedtebb.

A két műhold rövid ismertetése után a következő két fejezetben az optikai és SAR távérzékelési alkalmazásokat mutatom be röviden, egy-egy konkrét példával kitérve az alkalmazási lehetőségekre.



OPTIKAI MŰHOLDAS TÁVÉRZÉKELÉS ALKALMAZÁSAI

Az optikai vagy látható sávban történő távérzékelésnek számos alkalmazása ismert. A teljesség igénye nélkül néhány példa:

- *földfelszín borítottságának kategorizálása*: a műholdak által különböző sávokban készített reflektanciaértékeket tartalmazó képek alapján lehetséges különböző felszínborítottsági osztályokat alkotni. Az Európai Bizottság az 1980-as évek elején indította útjára a CORINE⁶ projektet [8], amelynek célja a közigazgatás megsegítésére egy egységes módszertan kidolgozása volt, és amelynek alkalmazásával létre lehet hozni felszínborítottsági térképeket. A CORINE projekt-

ben résztvevők 6 évente készítenek felszínborítottsági adatbázist, illetve frissítik a korábbi, többek között műholdképek felhasználásával, mely egész Európát lefedi, és öt fő osztályt tartalmaz: mesterséges felszínek; mezőgazdasági területek; erdők és félig természetes területek; vizes élőhelyek; vízfelületek. [9] A CORINE és a hozzá hasonló adatbázisok elősegítik a közigazgatási feladatok ellátását, illetve a felszínborítottság változásának követését, amelynek okai között a klímaváltozás is szerepet játszhat;

- *mezőgazdasági és erdészeti alkalmazások*: a műholdképek alapján különböző vegetációs indexek származtathatók, melyek segítségével végig lehet követni a növények fej-

3. ÁBRA.

A Sentinel-1 műhold felvétellek készítés közben, művészi ábrázolás [23]

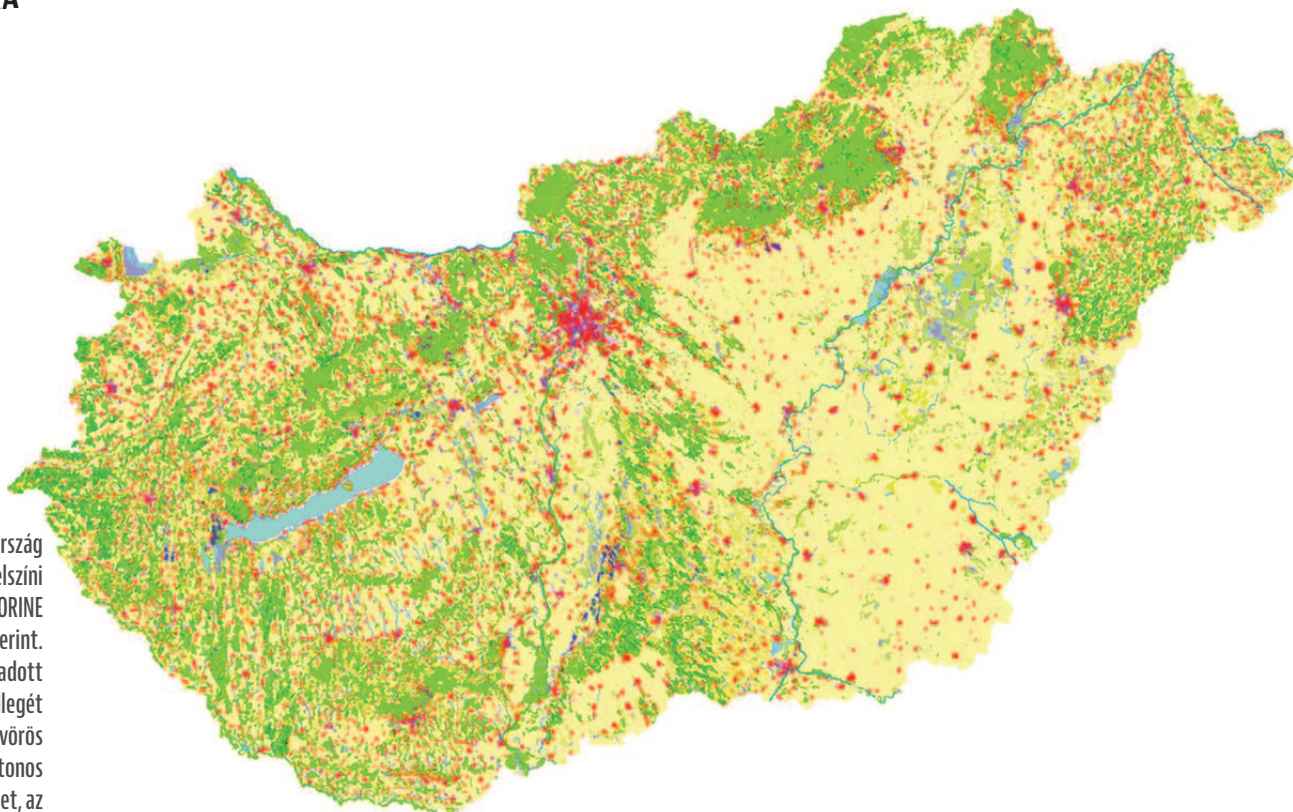
4. ÁBRA.

A Sentinel-1 műholdfelvételek (2020. július 31. és 2020. augusztus 6.) alapján számított koherenciaértékek a bejrúti kikötő környezetében. 2020. augusztus 4-én a kikötőben történt robbanás miatt bekövetkező pusztítás következtében a koherenciaértékek csökkenése volt tapasztalható (Forrás: A szerző szerkesztése [7] alapján)



⁵ A szakirodalomban: Interferometric Wide swath.

⁶ CORINE: Coordination of Information on the Environment.



5. ÁBRA. Magyarország kategorizált felszíni lefedettsége a CORINE [8] adatbázis szerint. (A színek az adott területek jellegét mutatják, a vörös például a folytonos városi területet, az élénkzöld erdőt, a világos élénkzöld természetes gyept) (Forrás: A szerző szerkesztése [10] [11] alapján)

lődését, egészségének állapotát, ezáltal lehetséges a mezőgazdaságban termésbecslést végezni, illetve betegségek és kártevők terjedését vizsgálni, az érintett területek kiterjedését felmérni;

- *meteorológiai, klimatológiai alkalmazások:* műholdképek felhasználásával lehetséges pl. a légkörben jelenlevő kihullható csapadékmennyiséget, illetve szállópor-tartalmat vagy a felhőfedettséget felmérni. A felsorolt adatok mind olyanok, melyek felhasználásával modelleket lehet létrehozni a földi légkör állapotának követésére, illetve ezeket meglévő modellekbe betáplálni a pontosabb előrejelzés érdekében;
- *a határőrség, rendőrség és egyéb hatóságok munkájának megsegítése:* tengeri és szárazföldi határok megfigyelése az illegális bevándorlás és embercsempészet megfékezése érdekében, valamint kritikus infrastruktúrák monitorozása;
- *vészhelyzetek monitorizálása:* különböző természeti és ember által előidézett katasztrófák megfigyelése, információ szolgáltatása a hatóságoknak a megelőzési, vé-

dekezési és mentési folyamatok megsegítésére.

A fenti példaalkalmazások után következzen egy részletesebb példa az optikai műholdas adatok felhasználására. Az alábbiakban röviden bemutatott tanulmányt [12] nemzetközi csapat készítette, az elkészítésében részt vett az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai és Űrtudományi Tanszékének kollégája, dr. Kern Anikó is. A tanulmány célja az Észak-Amerikában őshonos tölgy-csipkéspoloska (*Corythucha arcuata*) [13] terjedésének feltérképezése volt Horvátországban és Magyarországon, elsősorban a NASA Terra [14] és Aqua [15] műholdjaiban elhelyezett MODIS⁷ [16] műszer által készített képek felhasználásával. A poloska Közép-Európában először 2013-ban jelent meg, azonban az utóbbi években a terjedése felgyorsult a régiókban. [17] Invazív fajról van szó, a poloskának nincsen természetes ellensége; az általa megtámadott tölgyfák leveleiben súlyos károkat tud okozni, lecsökkentve a fotoszintézist.

A tanulmány szerzői szerint az *in situ*⁸ elvégzett megfigyelések alapján a régió tölgyfáit (*Quercus* sp.) nem érintette más kártevő vagy betegség által

okozott számottevő pusztítás 2013 és 2019 között. A szerzők kiemelik, hogy ezek a megfigyelések elengedhetetlenek az erdők állapotának monitorozásában, azonban igen korlátozott tér- és időbeli lefedettséggel rendelkeznek. A tanulmány által vizsgált területek a poloska által megfertőzött területekre korlátozódtak, azaz Horvátország északkeleti, Magyarország délnyugati részére.

A szerzők által használt kulcsparaméter az ún. Normalizált Vegetációs Index [18] (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) volt, melyet a MODIS-felvételek alapján számítottak ki a vizsgált területre. Az indexet a műholdfelvételek vörös és a közeli-infravörös sávjából számítják ki, és az értéke erősen korrelál a növények klorofilltartalmával és a fotoszintézis intenzitásával. Az értéke -1 és 1 között változik, ahol az 1-es érték a sűrű, egészséges növényborítottságnak felel meg, 0 a vegetáció hiányát, a negatív értékek pedig a szárazföld hiányát jelzik.

Annak érdekében, hogy megfelelő referenciaadattal rendelkezzenek, a szerzők a poloskafertőzés előtti időszakról egy kb. 20 éves adatbázist ál-

⁷ Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer.

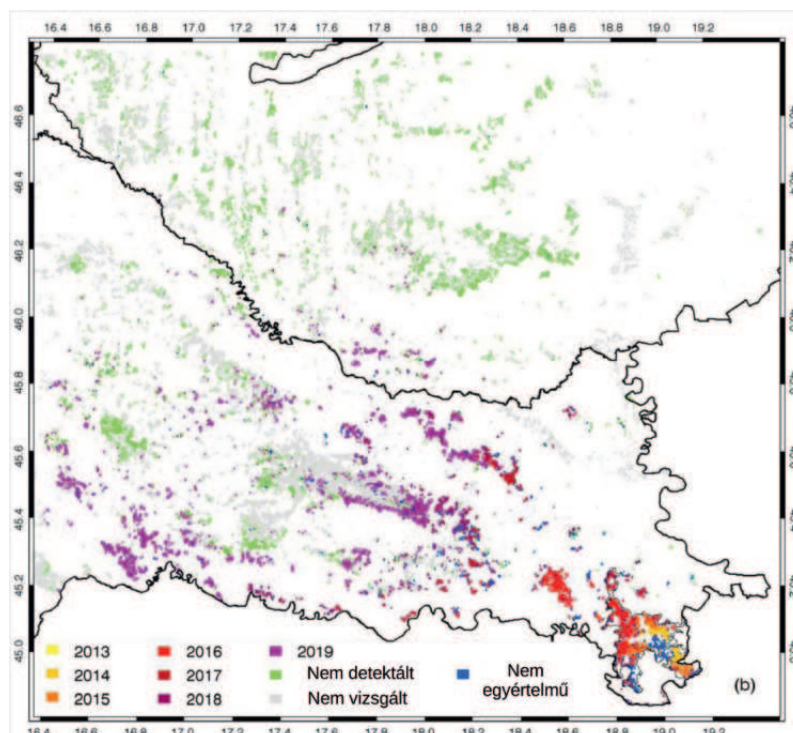
⁸ Az *in situ* latin kifejezés, szó szerinti jelentése (adott) pozícióban, (adott) helyen. Olyan mérési technikákat jellemez, melyek a vizsgált jelenség közvetlen közelében képesek információkat szolgáltatni a jelenség paramétereiről. Bizonyos értelemben a távérzékelés „ellentettje”.

lítottak össze a MODIS-képek alapján kiszámítható NDVI értékekből, melynek felszíni felbontása 250 m volt. Az időjárási és egyéb környezeti tényezők kiszűrése érdekében két további, a FORESEE⁹ [19] és az ERA5-Land¹⁰ [20] adatbázist is alkalmaztak, melyekből különböző paramétereket használtak fel, és további mennyiségeket származtattak, mint pl. napi maximum-/minimum-hőmérséklet, illetve napi átlagos talajvíztartalom (a 2000 és 2019 közötti időszakra).

Mivel a kártevők tipikusan egy adott fajtát preferálnak, az NDVI alapján mérhető kár az adott faj előfordulási részarányával és a kártevők számával lesz arányos egy adott területen belül. Ezért a szerzők figyelembe vették a vizsgált pixelek esetén a tölgyfák részarányát, amihez a két ország nemzeti felszínborítottsági adatbázisait használták fel.

A szerzők két módszer alkalmazásával azonosították a feltehetően poloskák által „megfertőzött” területeket: az RS módszer (*Remote Sensing*, azaz távérzékelés alapú módszer) csak a távérzékelés alapján kiszámított NDVI értékek idősorának felhasználásával azonosította a fertőzött pixeleket. Ilyen esetben az NDVI értékek erős csökkenése volt tapasztalható egy adott időszakban egy referencia NDVI idősorhoz képest. Az MR módszer (*Model Residual*, azaz modell reziduál alapú módszer) az NDVI értékek vizsgálatánál figyelembe vette egyéb tényezők hatását is, mint pl., hogy mely szakaszában vagyunk a vegetációs időszaknak, illetve a meteorológia és a talajvízszint hatásait is. Ebben az esetben a poloska által okozott károk a késő nyári NDVI értékekben bekövetkezett erőteljes csökkenés formájában jelentkeztek.

A fenti két módszerrel a szerzők két térképet állítottak elő, melyeken nyomon lehet követni a kártevők terjedését (az MR módszerrel létrehozott térképet a 6. ábra mutatja be). A térképeken csak azon pixelek tartalmaznak releváns információt, ahol az erdős területek aránya nagyobb 95%-nál. Az eredmények



6. ÁBRA.
A tanulmányban [11] bemutatott MR módszer alapján meghatározott tölgy-csipkésposloska elterjedési térképe. A színek a poloskafaj első megjelenésének évét jelzik (Forrás: A szerző szerkesztése [12] alapján)

alapján a szerzők megállapították, hogy a poloskák terjedését elsősorban a tölgyerdők földrajzi elhelyezkedése határozza meg, és az emberi tevékenység, azon belül elsősorban a főútvonalak közelsége segítette elő.

A következő fejezetben az aktív mikrohullámú távérzékelési alkalmazásokat mutatom be hasonló felépítésben.

AKTÍV MIKROHULLÁMÚ MŰHOLDAS TÁVÉRZÉKELÉS ALKALMAZÁSAI

A SAR módszerrel elkészített felvételek segítségével lehetséges a felszín elektromágneses-hullámviszaverő képességét becsülni, mely több tényezőtől is függ, de elsősor-

ban a felszín domborzati viszonyaitól. [5] Általában elmondható, hogy minél érdekesebb a felszín, annál jobban képes a radarjeleket visszaverni, ezáltal a SAR felvételen a felszíni formációk és a visszaverő objektumok „fényes” pontként jelennek meg, mely nagyobb visszavert intenzitásértéknek felel meg. A simább felületek tipikusan nem a műhold irányába verik vissza a besugárzott jelet, így „sötét” pixeleket eredményeznek. Az erdők, ahol a jelnek van lehetősége többfajta felületről visszaverődni (levelek, ágak, törzs), szintén fényesebb pixelként jelentkeznek. A felszínen található objektumok és a felszín dielektromos állandója, mely az anyagok elektromágneses térrel való kölcsönhatását

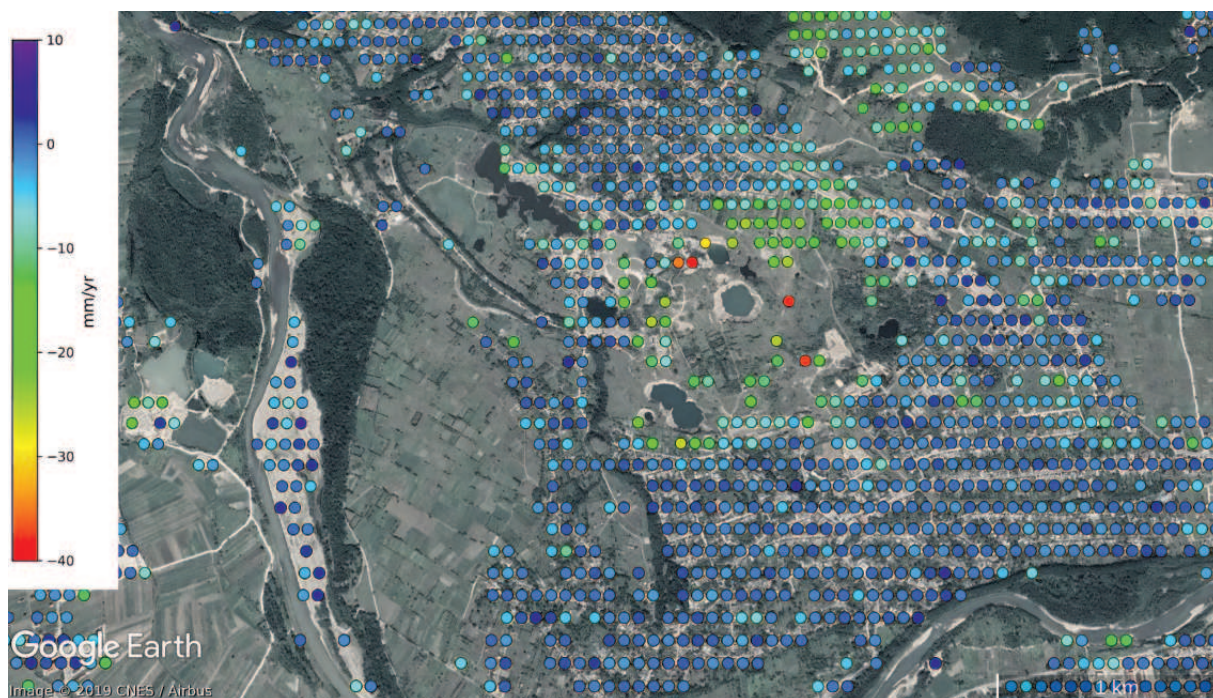
7. ÁBRA.
Aknaszlatina település elhelyezkedése az ukrán-román határ mentén. [22] A drónfelvétel az Aknaszlatina területén kialakult víznyelőket mutatja (Gönczy Sándor felvétele) [21]



⁹ Open Database FOR Climate Change-Related Impact Studies in Central Europe. <https://nimbus.elte.hu/FORESEE/>.

¹⁰ European ReAnalysis, <https://www.ecmwf.int/en/era5-land>.

8. ÁBRA.
A Sentinel-1 SAR képek
InSAR feldolgozási
eredményeiből becsült
vertikális
sebességkomponensek
Aknaszlatina területére,
mm / év
mértékegységben [21]



jellemző mennyiség, további meghatározó tényezők, melyeket nagyban befolyásolhat a természetes visszaverő felületek esetén a nedvességtartalom is. A talajban és a növényekben a nagyobb nedvességtartalom nagyobb reflektivitáshoz és ezáltal fényesebb pixelekhez vezet.

A fentiek alapján így a SAR távérzékelésnek egy kézenfekvő alkalmazási területe a talaj nedvességtartalmának monitorozása. A SAR felvételek alkalmazhatók továbbá – az optikai felvételekhez hasonlóan – a felszínborítottság kategorizálására, a mezőgazdaságban és erdészetben, illetve a különböző hatóságok tevékenységének támogatásában is (határok biztosítása, tengeri hajóforgalom megfigyelése, katasztrófák monitorozása). A SAR felvételek felhasználásának nagy előnye, hogy függetlenül a felhőtakaró jelenlététől képes adatokat szolgáltatni egy adott területről, míg a passzív optikai távérzékelés esetén a felhőtakaró jelenléte a felvétel egy részét vagy akár egészét használhatatlanná teheti.

A SAR alapú földmegfigyelés két további területen nyújt többet. A SAR rendszerek sok esetben vertikálisan (V) és / vagy horizontálisan (H) polarizált jelet is képesek kibocsátani és mind a V, mind a H polarizált jeleket

venni. A felszíni szórópontok, felszínnek más-más módon képesek a V és H polarizált jeleket visszaverni. Bizonyos objektumok erősebben verik vissza a V polarizált jelet, mint a H-t, és fordítva, vagy akár konvertálni is tudnak a két polarizáció között. Ezt fel lehet használni pl. a felszínborítottság kategorizálására, az erdei biomassa megbecslésére, tengeri olajfoltok detektálására és követésére.

A SAR felvételek azonban nem csak a visszavert amplitúdóról tartalmaznak információt, hanem a visszavert jel fázisát is tartalmazzák. A fázis elsősorban a műhold és a felszíni szóróobjektum távolságának a függvénye. Több SAR felvétel felhasználásával le lehet követni a fázisban bekövetkezett változások idősorát, mely a SAR felvételekből képzett ún. interferogramok generálásával lehetséges. Egy interferogram, a visszavert intenzitáson túl, mely az amplitúdó négyzete, két SAR felvétel fáziskülönbségét is tartalmazza. Az interferogramok sorozatának feldolgozásával a felszíni szóróobjektumok elmozdulásának és a felszínben bekövetkezett változásoknak a műholdirány¹¹ komponensét lehetséges végigkövetni. A leírt feldolgozási lépéseket megvalósító módszereket gyűjtőnéven (műholdas) radar-interferometriának vagy rö-

viden InSAR-nak (Interferometrikus SAR) szokás nevezni.

Az InSAR-nak számos alkalmazási területe létezik: természeti katasztrófák (földrengés, földcsuszamlás, vulkánkitörések) megfigyelése, kritikus infrastruktúrák (gátak, erőművek) stabilitásának monitorozása, gleccserek mozgásának megfigyelése.

Az említett SAR alkalmazások közül az InSAR alkalmazására mutatunk be egy példát egy tanulmány ismertetésén keresztül, melynek jelen cikk szerzője is társszerzője volt.

A tanulmányban [21] a szerzők Aknaszlatina (ukrán megnevezése **Солотвино** – Szolotvino) település (Kárpátalja, Ukrajna) (7. ábra) területét lefedő Sentinel-1 SAR felvételek felhasználásával, InSAR módszerek alkalmazásával végeztek el felszíni mozgásvizsgálatot.

A földtörténet során a Kárpát-Pannon régióban nagy mennyiségű só halmozódott fel mind a Kárpátok vonulatán belül, az Erdélyi-medencében, mind a Kárpátok vonulatán kívül. Az Erdélyi-medencében néhány 10 méteres vastagságú sórétegek rakódtak le, melyeket későbbi kéregmozgások ún. só-diapírokká (sódómókká) gyűrtek. A felszínközeli sórétegeket sok településen bányászták a Keleti- és a Déli-Kárpátok mentén a

¹¹ A műholdirány a műholdat és az adott pixelhez tartozó felszíni elemet összekötő egyenes iránya. (Line-of-Sight – LOS).

mai Ukrajna és Románia területén, az egyik ilyen település az Ukrájában található Aknaszlatina. Ugyan mára már számos helyen beszüntették a sóbányászatot, sok felhagyott bánya a mai napig komoly kockázatot jelent a helyi infrastruktúrára és a lakott területek biztonságára nézve. Az édesvíznek a felhagyott bányaüregekbe és a talajba történő beszivárgása során a víz kioldja a bányaüregek környezetében a talaj sótartalmát, destabilizálva a bányaüreg, mely a bánya beomlásához vezethet. Aknaszlatina területén összesen 10 bánya működött, ezek közül a 8-as és a 9-es bánya üzemelt a leghosszabb ideig. Aknaszlatinán több bányaüreg beomlása vezetett dolinák és víznyelők kialakulásához, melyek átmérője elérte a 150–230 m-t is. (7. ábra, drónfelvétel)

A szerzők az InSAR módszer alkalmazásával végeztek vizsgálatot annak érdekében, hogy feltárjanak felszíni elmozdulásokat, amelyek esetleg további felszín alatti folyamatokhoz köthetők. A szerzők négy évet felölelő (2014–2019) Sentinel-1 felszálló- és leszálló-irányú SAR képet dolgoztak fel InSAR módszerrel. A módszer alkalmazása során korrigálták az at-

moszférikus hatásokat, melyek befolyásolják a korábban említett interferogramok fázisértékeit. A feldolgozás során olyan pixeleket választottak ki, melyek elmozdulásait nagy megbízhatósággal volt képes meghatározni az alkalmazott InSAR módszer.

A módszer eredményeképpen előálltak a felszíni műholdirányú (LOS) elmozdulások idősorai a kiválasztott pixelek esetén, mind felszálló-, mind leszállóirányban. Az elmozdulási idősorok segítségével meg lehetett becsülni az elmozdulási sebességeket is. Ezután a szerzők – ismerve a műholdak felvételezési geometriáját – megbecsülték a felszálló- és leszállóirányú sebességek alapján a lokális koordinátarendszerben értelmezett elmozdulási sebességek kelet-nyugati és vertikális komponensét. A kelet-nyugati összetevők értékei nem utaltak markáns elmozdulásokra, azonban a vertikális komponensekben (8. ábra) határozott mintázat rajzolódott ki.

A 8. ábrán bemutatott vertikális sebességkomponensek egyértelműen azt mutatják, hogy a kialakult víznyelők körül továbbra is detektálható felszínmozgás, mely arra enged következtetni, hogy a víznyelők ki-

alakulásával nem értek véget a felszíninformáló folyamatok. Fontos megjegyezni azonban, hogy a beomlások körüli terület nem minden pontján sikerült sebességeket meghatározni, így a mozgások térbeli értelemben „alulmintavételezettek” lehetnek.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben röviden bemutattam a Föld körül keringő műholdak felépítését, kitérve a Copernicus földmegfigyelő program két műholdtípusára, a Sentinel-1 és Sentinel-2 műholdakra. Ezután ismertettem az optikai és az aktív mikrohullámú távérzékelés alkalmazási területeit, a műholdképek lehetséges felhasználásának módszerét egy-egy konkrét tanulmányon keresztül bemutatva. A példák alapján talán sikerült az olvasók számára is kézzelfoghatóbbá tenni a műholdas földmegfigyelés területét és demonstrálni alkalmazásának hasznosságát. Ezek után talán nem nehéz elképzelni, hogy ennek a területnek a katonai felderítésben is igen komoly szerepe van, illetve lehet a jövőben. Terveim szerint a cikksorozat következő részében már kifejezetten ezt a területet fogom körbejárni. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] „S2 Mission” <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-mission> (Letöltve: 2024.10.1.);
- [2] „Sentinel-2C delivers stunning first images.” https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Sentinel-2C_delivers_stunning_first_images (Letöltve: 2024.10.2.);
- [3] „MSI Instrument – Sentinel-2 MSI Technical Guide – Sentinel Online – Sentinel” Online. <https://doi.org/10.1080/14432471.2024.2395033> (Letöltve: 2024.10.2.);
- [4] „Lake Balaton in western Hungary” www.earth.com/image/lake-balaton-in-western-hungary (Letöltve: 2024.10.1.);
- [5] „S1 Mission” <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-mission> (Letöltve: 2024.10.1.);
- [6] A kép forrása: https://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/Dressed_to_thrill (Letöltve: 2024.10.1.);
- [7] „S1 Applications” <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-applications> (Letöltve: 2024.10.2.);
- [8] „CORINE Land Cover” <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover> (Letöltve: 2024.10.1.);
- [9] „Home: Corine Land Cover classes” <https://land.copernicus.eu/content/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html> (Letöltve: 2024.10.1.);
- [10] „CORINE Land Cover - Hungary” https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/corine-land-cover-2000-by-country-1/clc00_hu_national.eps (Letöltve: 2024.10.1.);
- [11] „CORINE Land Cover Classes” https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/corine-land-cover-2006-by-country/legend/image_large (Letöltve: 2024.11.4.);
- [12] Kern Anikó, et al. „Detecting the oak lace bug infestation in oak forests using MODIS and meteorological data” *Agric. For. Meteorol.*, vol. 306, 15 Aug. 2021, p. 108436, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108436>;
- [13] Barber, Nicholas A. „Light environment and leaf characteristics affect distribution of *Corythucha arcuata* (Hemiptera: Tingidae)” *Environmental Entomology* 39.2 (2010) pp. 492–497. <https://doi.org/10.1603/EN09065>;
- [14] „Terra | The EOS Flagship” <https://terra.nasa.gov> (Letöltve: 2024.10.2.);
- [15] „Aqua Earth-Observing Satellite Mission | Aqua Project Science” <https://aqua.nasa.gov> (Letöltve: 2024.10.2.);
- [16] „MODIS | Terra” <https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis> (Letöltve: 2024.10.1.);
- [17] Csóka György, et al. „Spread and potential host range of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832) – Heteroptera: Tingidae] in Eurasia” *Agricultural and forest entomology* 22.1 (2020) pp. 61–74. <https://doi.org/10.1111/afe.12362>;
- [18] „NDVI – Normalizált Vegetációs Index” https://www.met.hu/ismertetok/NDVI_ismerteto.pdf (Letöltve: 2024.10.1.);
- [19] Dobor, L., et al. „Bridging the gap between climate models and impact studies: The FORESEE Database” *Geoscience Data Journal* 2.1 (2015) pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/gdj3.22>;
- [20] Balsamo, G., Beljaars, A., Scipal, K., Viterbo, P., van den Hurk, B., Hirschi, M., Betts, A. K. (2009). *A Revised Hydrology for the ECMWF Model: Verification from Field Site to Terrestrial Water Storage and Impact in the Integrated Forecast System*. *J. Hydrometeorol.* 10(3), pp. 623–643. <https://doi.org/10.1175/2008JHM1068.1>;
- [21] Szűcs Eszter, et al. „Evolution of surface deformation related to salt extraction-caused sinkholes in Solotvyno (Ukraine) revealed by Sentinel-1 radar interferometry” *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions* 2020 (2020) pp. 1–25. <https://doi.org/10.5194/nhess-2020-84-supplement>;
- [22] Copyright and License <https://www.openstreetmap.org/copyright>;
- [23] A kép forrása: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2014/01/Sentinel-1_radar_vision (Letöltve: 2024.10.1.).



NAGY NORBERT*

A LEOPARD 2 HARCKOCSICALÁD

1. ÁBRA. Leopard 2A7HU
harckocsik gyakorlato-
(Fotó: HM Zrínyi Nkft. /
Rácz Tünde)

ÜZEMELTETÉSI RENDSZERE

II. RÉSZ

A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program első és látványos eredménye a harckoszító fegyvernem átfegyverzése, korábban elvesztett képességeinek visszaállítása. A Leopard 2 harckocsik rendszeresítése nem csupán típusváltás: a nyugati eszközök a korábbiaktól eltérő üzemeltetési környezetet igényelnek, amelynek kialakítása folyamatban van. Az üzemeltetés rendszerének újjáalakítása bonyolult és nagy körülmények között igénylő folyamat, hiszen egyszerre kell megfelelnie a műveleti és a pénzügyi hatékonyság követelményeinek is. A szerző cikkének első részében az üzemben tartás alapelveit, a gyártó által kidolgozott üzemeltetési filozófiát ismertette, majd bemutatta a Bundeswehr üzemeltetési rendszerét. A tanulmány második részében a Leopard harckocsikat alkalmazó országok különböző üzemeltetési stratégiáit elemzi.

AZ ELTERJEDT TÍPUS ELŐNYE: A LEOPARD-ÜZEMELTETŐK KÖZÖSSÉGE

A Leopard harckocsicalád hatékony üzemeltetése érdekében az alkalmazók nagy része egy érdekérvényesítő

és költségeket csökkentő szervezetet alakított LeoBen (Leopard-benutznende Staaten – Leopard-üzemeltető államok közössége) néven. [1] Ezen szakmai közösségben az egyes országok megfelelő tapasztalattal és szaktudással rendelkező üzemeltetési szakembereivel képviseltetik magukat, az egyes haderők érdekeit szem előtt tartva használják fel a közös üzemeltetési tapasztalatokat, alkalmazzák a közös alkatrészbeszerzési lehetőségeket, valamint határozzák meg a harckocsicalád fejlesztési irányait. A KNDS ugyanis a Leopard-alkalmazó országok igényeit figyelembe veszi a termékei továbbfejlesztése során. A LeoBen tagjai olcsóbban vagy rövidebb idő alatt, rugalmasabban juthatnak hozzá alkatrészekhez, megismerhetik a mások által közzétett információkat a harckocsiállomány üzemeltetése során. E mellett befolyással lehetnek fejlesztési folyamatokra, sőt kezdeményezhetnek bizonyos fejlesztéseket, korszerűsítéseket, ezek költségeit megoszthatják a tagok között.

Hazánk az egyik legújabb tagja a közösségnek, több típus miatt is

érdekeltek vagyunk az üzemeltetési tapasztalatok átvételében, a közös, ezáltal hatékonyabb alkatrészellátásban, illetve a jövőbeni fejlesztési irányok meghatározásában.

KÜLÖNBÖZŐ ÜZEMELTETÉSI STRATÉGIÁK

A Leopard 2 harckocsit, illetve a komponenseinek felhasználásával kialakított harcjárműveket napjainkban több mint 20 országban üzemeltetik. A rendszeresítő országok geopolitikai helyzetük, biztonság- és védelempolitikai céljaik mentén alakítják ki a harceszközök üzemeltetésének stratégiáját. Bár a gyártó szerepe megkerülhetetlen, az egyes országok üzemeltetési stratégiája eltérő mértékben veszi igénybe a gyártói támogatást. A KNDS partner a különböző módon felépített logisztikai támogatási rendszerek kialakításában, így szaktudással, speciális eszközeivel, jogosultságokkal, képzéssel és alkatrészellátással igyekszik az üzemeltetők igényeit kiszolgálni, sőt gyakran ajánlásokat fogalmaz meg a jövőbeni kihívások kezelésére.

* Őrnagy, PhD, Magyar Honvédség Klapka György 1. Páncélosdandár. ORCID: 0000-0002-7810-8180

FÜGGÉS A GYÁRTÓTÓL: KATAR

Katar kis méretű, viszonylag kis létszámú haderővel rendelkező ország, mely a Magyar Honvédség által vásárolt KMW (KNDS) harceszközökhöz hasonló számú és konfigurációjú csomagot vásárolt. Katar 2013-ban kötött szerződést 62 darab Leopard 2A7 és 24 darab PzH 2000 vásárlására, illetve a hozzájuk tartozó logisztikai és kiképzési eszközökre 1,89 Mrd euró értékben. [2] A katarai haderő mindenre kiterjedő logisztikai támogatást (eszközök, műhely, alkatrészcsomag, felkészítés) igényelt. A támogatás része az eszközök teljes szintű gyártói technikai kiszolgálása, mely azt jelenti, hogy a KNDS szakemberei végzik a legalacsonyabb szintűtől egészen a gyári javításokig bezárólag a megelőző karbantartásokat és a helyreállítást célzó beavatkozásokat. Emellett üzemeltetik a vásárolt kiképzéstechnikai eszközöket (szimulátorok, vezetőképző-harcocsi) is, így a katarai haderő részéről minimális humán, illetve szervezeti erőforrást igényel a flotta üzemeltetése. A KNDS szolgáltatási szerződés kere-

tében biztosítja az előírt hadrafoghatóságot; a rendszer működésének egyetlen feltétele a szolgáltatási díj megfizetése, amely előre tervezhető, a források rendelkezésre állása esetén biztosítható. Ez az üzemeltetési stratégia teljes mértékben a KNDS szolgáltatásaira támaszkodik, így a szolgáltatások valamilyen okból történő elérhetetlensége esetén már rövid távon nagyon súlyos üzemeltetési problémák jelentkeznek. Tehát a katarai haderő szinte teljes mértékben ki van szolgáltatva a KNDS, illetve a gyártó ország politikai vagy egyéb támogatásának. (2. ábra)

A SEMLEGESSÉG ÖNÁLLÓSÁGA: AUSZTRIA

Bár Európa közepén, baráti NATO-tagországokkal körülvéve helyezkedik el Ausztria, semlegessége miatt a szomszédos Németország által gyártott, Hollandiától használtan vásárolt 114 darab Leopard 2A4-es harcocsijának üzemeltetése érdekében 1996-ban egy viszonylag nagy függetlenséget biztosító üzemeltetési

stratégiát alakított ki. Ennek elemeként a harcocsik minél nagyobb mélységű technikai kiszolgálása érdekében magas szintű javítási (felújítási) jogokat, az ahhoz szükséges szaktudást (képzést) és technológiát vásárolt a gyártón keresztül a harcocsi fődarabjait gyártó cégektől. Ezzel és a szükséges infrastrukturális feltételek¹ megteremtésével létrehozott ipari kapacitások biztosítják a motor (MTU), a nyomatékvaltó (Renk), illetve a harcocsifegyverzet (Rheinmetall) ipari nagyjavításszintű technikai kiszolgálását.

Az osztrák haderő hazánkhoz hasonlóan egy harcocsizászlóaljat üzemeltet. A harcocsik zászlóaljon belüli karbantartási feladatai a kezelők (F1) mellett a törzsszárad karbantartó szakaszára hárulnak. Ez a szakasz képes az F2 szintű technikai kiszolgálások végrehajtására, amely a harcocsik félévenként esedékes felülvizsgálatát jelenti. Állományában ehhez fegyverzettechnikust, fegyvermestert, infravörösműszer-üzembentartót, valamint több fegyverzet-tech-



2. ÁBRA.
A katarai haderő által rendelt Leopard 2A7+ harcocsi sivatagi festéssel (Fotó: Ocskay István)

¹ A welsi 14. harcocsizászlóalj laktanyájában települ egy harcocsijavító logisztikai központ, amely rendelkezik a szükséges fegyver-, alváz- és különlegesberendezés-javító műhelyekkel, illetve tesztlétesítményekkel.

nikai és páncélos- (alváz-) szerelőt [8; 284. o.] alkalmaznak.

HADERŐFEJLESZTÉS A GAZDASÁGI FELEMELKEDÉS ÉRDEKÉBEN: LENGYELORSZÁG

Lengyelország a 2000–2010 közötti évtized közepén hajlandó volt elfogadni a német kormány felajánlásaként első lépcsőben 104 darab Leopard 2A4 harckocsit és a kapcsolódó logisztikai, illetve kiképzési eszközöket, amelyekhez később további Leopard 2A5 harckocsikat vásároltak. A lengyel kormány a hazai hadiipari kapacitások megmentése és gyártói függésének csökkentése érdekében jelentős beruházásokkal igyekezett megteremteni az üzemeltetéshez szükséges feltételeket. Többek között törekedtek a német harckocsik alkatrészigényének minél nagyobb részét hazai forrásból kielégíteni. E folyamat keretében jelentős nézeteltérés alakult ki a KMW és a lengyel fél között, így a lengyel ipar bevonásával tervezett korszerűsítés során a Rheinmetall Defense AG segítségével² alakították ki a Leopard 2PL harckocsit, mely a Leopard 2A4 jelentősen korszerűsített lengyel változata. (3. ábra) A gyártói támogatás hiánya, valamint a KMW (KNDS) és az RM közötti érdekellentétek miatt a lengyel Leopard 2 korszerűsítési folyamata nagyon lassan halad, illetve bizonyos technikai problémák nehezítik az elkészült harc-

kocsik üzemeltetését. Az elmúlt években a lengyel vállalatok felkészültek a legszükségesebb alkatrészek gyártására, azonban a KMW támogatásának hiánya bizonyára közrejátszott abban, hogy a lengyel kormány a szükséges önállóságának (függetlenségének) biztosítása érdekében más harckocsitípusok rendszeresítése, illetve gyártása mellett döntött. Jelen pillanatban úgy tűnik a lengyel példa alapján, hogy a Leopard 2-es harckocsik gyártói támogatás nélküli üzemeltetési kísérlete jelentős nehézségekbe ütközik. Az újabb típusok (M1 Abrams, K-2PL) beérkezését követően nem valószínű, hogy Lengyelországban rendszerben maradnak a Leopard 2-es harckocsik.

A NÉMET MEGOLDÁS

A BW több mint négy évtizede alkalmazza a Leopard 2 harckocsik különböző változatait. Napjainkban egy olyan rugalmas rendszer keretében üzemeltetik a harceszközöket, amelyben a katonai logisztika kapacitásának hiányait a polgári ipari szereplőktől vásárolt szolgáltatásokkal igyekeznek pótolni. A HIL GmbH. (Heeresinstandsetzungslogistik), a német kormány 100%-os tulajdonában lévő vállalkozás a haderő eszközeinek üzemeltetésére létrehozott szervezet [5] széles spektrumban, a kiszolgálási szintek mindegyikén képes szolgáltatásait biztosítani a BW laktanyákban, közö-

sen használva a katonai infrastruktúrát. (4. ábra) Így az egyes katonai szervezetek logisztikai támogatást tervező szakemberei a katonai szervezet pillanatnyi javítási szükségleteinek megfelelő mértékben kiegészíthetik a hiányzó katonai kapacitásokat a polgári szereplő által nyújtott szolgáltatással. A kiszolgáláshoz használt eszközök biztosítása, illetve az általuk használt infrastruktúra igénybevételi költsége egy bonyolult és jogi szempontból is kihívást jelentő mechanizmust (szolgáltatói szerződés) igényel. A rendszer működése szempontjából fontos kérdés a szakemberek biztosításának, biztosíthatóságának lehetősége. A katonai logisztikai képességek hiánya gyakran a humánerőforrás hiányával függ össze, így ugyanazon laktanya (helyi munkaerőpiaci feltételek) esetében a hiányzó katonai szakembereket a HIL vállalat szakembereinek kell pótolnia. A munkaerő költsége (képzésidő és pénzügyi ráfordítás igénye) gyakran feszültséget eredményez a katonai és a polgári munkaadók között, hiszen a rendszer mindkét eleme kapacitáshiánnyal küzd. A BW vezetése tisztában van a jelenlegi rendszer hiányosságaival, annak bonyolult finanszírozásával és alacsony hatékonyságával. Ezen problémák megoldása érdekében határozott szándék mutatkozik az önálló, minősített időszakban, műveleti körülmények között alkalmazható katonai logisztikai rendszer kiépítésére és fenntartására. Ennek a szervezeti alapjai megvannak, minden szinten léteznek a szükséges javító, karbantartó szervezeti elemek, az azok részére szükséges járművek, szerszámok beszerzése, cseréje folyamatos (illeszkedve a Bundeswehr logisztikai eszközparkjának megújítási folyamatába). A katonai szervezetek logisztikai elemeinek szervezeti bővítése, illetve a szervezetek feltöltése folyamatban van, azonban a szakemberképzés gyakran több éves képzési ideje az állomány nagy részének tartós távollétét eredményezi.

A HIL kapacitásainak kihasználása a BW szakemberképzési és képesség ki- (vissza-) építési folyamata miatt szükséges. A békeidőszaki vegyes

3. ÁBRA.
A Bumar Labedy vállalat
létesítményében egy
Leopard 2A4-es
harckocsitornyot
ellenőriznek
(Fotó: Leszek Chemperek)



² A Rheinmetall Defense vállalattal még 2016-ban kötöttek szerződést 128 darab Leopard 2A4 korszerűsítésére Leopard PL néven, a KMW vállalat nélkül. [4]

(katonai és polgári) logisztikai modell az említett kihívásokkal szembeül, azonban a fajlagos (üzemóra-ra vetített) költsége rendkívül magas. Magas fajlagos, egyes harckocsira vetített költségek mellett alacsony a harckocsi hadrafoghatósága, azonban a BW finanszírozási helyzetéből következően nehéz különválasztani az üzemeltetési problémák között a pénzügyi és a szervezeti eredetűeket. [5]

MŰVELETI KÖVETELMÉNYEK

A harckocsi- és gépesített kötelékek alkalmazási elvei a korábbi és a jelenleg is zajló háborús tapasztalatokon alapulnak. A gyorsaság, a manőverező hadviselés nem mond ellent a megerősített körletek, beépített területek ellen vívott harc követelményeinek, azok valójában együtt gyakorolnak hatást az alkalmazott harceljárásokra. A technikai fejlődés elmosza a korábbi peremvonalnak vagy a harcérrintkezés vonalának jelentőségét, így a harcterület nagyobb mélységében jelentkeznek azon fenyegetések, amelyekkel korábban csak a közvetlen harcérrintkezésben lévő első lépcsős erők szembesültek. A légi eszközök, azon belül is a drónok különböző feladatú és méretű változatai jelentős hatást gyakorolnak napjaink hadviselési formáira, harceljárásaira, emellett az alkalmazott ellentevékenységek, technikai megoldások rövid időn belül újabb változásokat generálnak. A különböző típusú drónok jelentősen átformálják a harcterületen elhelyezkedő erők tevékenységét, különösen a harci kiszolgáló feladatokat végző logisztikai erők eljárásait. A harci kiszolgálás feladatait nem lehet hátrébb végrehajtani, mert az a harcoló erők harcából történő kivonását jelentené, így a különböző támogató tevékenységek idejét kell lerövidíteni, illetve – amennyire lehet – rejtetten végrehajtani. Ez a műveletek haditechnikai biztosításának rendszerére is hatással van. Követelményként megfogalmazható, hogy a haditechnikai eszközök sérülése, elakadása vagy működésképtelenné válása esetén a harcoló erők kötelékében álló harci kiszolgáló erőknek kell a helyreállítás, műszaki mentés feladatait végrehajtani, mert arra más (a mélységben elhelyezkedő) szervezet nem



képes. Ez – az orosz–ukrán háború tapasztalatai alapján – csak a harcoló erők meglévő harci kiszolgáló képességeinek fejlesztésével (visszaállításával) biztosítható. A manővererők szervezetszerű logisztikai támogató szervezeteinek rendelkeznie kell azon képességekkel, amelyek a lehető leggyorsabban képesek a harcból kiesett haditechnikai eszközöket hadrafoghatóvá tenni. A megnöveke-

dett távolságok, a harcterületen folyó dinamikus műveletek nem teszik lehetővé a sérült eszközök lassú és körülmenyes hátravontatását, így törekedni kell a helyszínen történő helyreállításra. Az orosz–ukrán háború tapasztalatai alapján a sérült, elakadt vagy más okból elhagyott harcjárművek, felszerelések az ellenfél vagy a saját légi indítású csapásmérő eszközök áldozataivá válnak annak érdekében, hogy

4. ÁBRA. A HIL GmbH műhelye Munsterben [6]

1. TÁBLÁZAT. A haditechnikai biztosítás műveleti feladatai kiszolgálási szintenként (A szerző szerkesztése)

Kiszolgálási szint	A haditechnikai biztosítás műveleti feladatai		
	feladat jellege	eszköz	végrehajtó
század	A meghibásodás helyszínén a hiba jellegének megállapítása. Egyszerű beszabályozással, fedélzeti és alegységkészletből származó tartozékcserevel végrehajtható feladatok. Harci sérülések javítása.	MES 1 szerszám- és sérülésjavító készlet. TASZT készlet. BDR* készlet	századtechnikus, kezelőszemélyzet
zászlóalj	A zászlóalj harcterületén, fő komponensek (fődarab) cseréjével végrehajtható feladatok. Diagnosztikai eszközökkel végrehajtható működésellenőrzési, -beszabályozási feladatok. Meghibásodott harceszközök vontatása, műszaki mentése. A csatlakoztatható és szerelhető elemek szállítása, tárolása.	MES 2 készlet Általános szerszámzat, műhelyfelszerelés. Mentő-vontató harckocsi és szállító járművek.	karbantartó szakasz állománya
dandár (egység)	Az egység logisztikai körletében a fő komponensek és szerelhető elemek cseréje, javítása, készletgazdálkodási feladatai. A javított berendezések, részegységek működésének ellenőrzése, beszabályozása diagnosztikai eszközökkel. A nem javítható harceszközök cseréje, hátraszállítása.	MES 3 készlet Általános szerszámzat és műhelyfelszerelés. Mentő-vontató harckocsi és szállító járművek.	javító alegység
magasabbegység	Elsősorban a hátraszállított részegységek, fő komponensek, egységek és meghibásodott alkatrészek cseréje, javítása, működésük ellenőrzése. Készletgazdálkodási feladatok, után- és hátraszállítások szervezése. A gyártó- és szerződéses partnerekkel lebiztosított javítási tevékenység koordinálása, ellenőrzése.	MES 3/4 készlet Általános szerszámzat és műhelyfelszerelés. Szakjavító műhelyek.	központi javító szervezet

* BDR – Battle Damage Repair – Harctéri Sérülés Javítása.



5. ÁBRA. Leopard 2A7HU harckocsi ideiglenes karbantartó helyén az MH Klapka György 1. Páncélosdandár tatalaktanyájában (Fotó: HM Zrínyi Nkft. / Rác Tünde)

a veszteség véglegessé váljon az alkalmazó szemszögéből, vagy ne kerüljön az ellenség kezébe. Ennek eredményeként néhány órán belül minden elhagyott eszköz megsemmisül, amivel csökken vagy lehetetlenné válik a sérült harcjárművekből még kinyerhető, működőképes részek használata. Szintén a távolságok miatt az egyes javítóanyagok (szerelési egységek) megfelelő szintű lépcsőzése (század, zászlóalj, dandár) nélkülözhetetlen, ellenkező esetben az egyes cserélendő elemek előreszállítása megnyújtja a helyreállításához szükséges időtartamot.

A fenti követelmények alapján a harcoló kötelékek szervezetszerű harci kiszolgáló alegységeinek rendelkeznie kell a harcterületen cserélhető részekkel, illetve a gyors helyszíni cseréhez szükséges eszközökkel (szerszámokkal), valamint a működés ellenőrzéséhez nélkülözhetetlen diagnosztikai berendezésekkel. (5. ábra)

Természetesen nem lehet a harckocsi javításához szükséges összes elemet, részegységet a manővererőkkel együtt mozgatni, illetve a tárolásáról gondoskodni, ezért a gyakorlati üzemeltetési tapasztalatok alapján kell a leggyakrabban meghibásodó és még viszonylag könnyen máházható szerelési egységeket készletezni. (1. táblázat)

Nem hagyható figyelmen kívül a Magyar Honvédség NATO-kötelezettségeiből eredő felajánlás, amely egy „nehézdandár” méretű és képességű szervezetre vonatkozik. Ezen képesség hangsúlyos eleme a Leopard 2A7HU harckocsival felszerelt harckocsizászlóalj és a PzH 2000HU önjáró löveggel felszerelt tüzérszázal. Ezen alegységek telepíthetősége, át-alárendelhetőségének biztosítása csak integrált logisztikai támogató képességekkel együtt lehetséges, mert a műveleti kötelék békében nem feltétlenül rendelkezik ezen eszközök kiszolgálásához szükséges eszközökkel. A feladatok tervezhetősége és a képességek leihívhatóságának biztosítása érdekében a kiszolgálásukhoz szükséges logisztikai eszközök természetes módon csak az érintett két alegység szervezetében helyezhetők el. Az alegységek szervezete ennek megfelelően lett kialakítva, állománytáblájuk tartalmazza a műveleti és békefeladataik ellátásához szükséges harctámogató és harci kiszolgáló szervezeti elemeket. Ezen eszközök egyes elemei részei a már futó szerződésnek, más elemeit pedig ezt követően kell beszerezni annak érdekében, hogy a kitűzött célok elérhetők legyenek.

ÖSSZEGRZÉS

Megállapítható, hogy a gyártó által kidolgozott technikai megoldások, illetve az azok segítségével kialakított üzemeltetési rendszer a műveleti alkalmazhatóság elősegítését célozzák. Tekintve a korábbi haditechnikai biztosítás feltételrendszerét és követelményeit, elmondható, hogy a kor színvonalának megfelelő és napjaink fenyegetései között jobban alkalmazható üzemeltetési rendszer kialakítása a HHP keretében megkezdett szervezetfejlesztési folyamat eredményeként megkezdődött.

A rendszeresítésre kerülő Leopard 2 komponensekből kialakított harckocsik és harcjárművek üzemeltetési

rendszerének kialakítása a használó katonai szervezetek integrált logisztikai rendszerében, csapatszinten valósul meg. Az ehhez szükséges eszközöket a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően megvásárolták, így az alkalmazó szervezetek logisztikai alegységei a korábbi (szervezeti) képességeik visszaállításával képesek a zászlóalj- és dandárszintű üzemeltetési feladatok elvégzésére. [3]

A magasabb szinten végrehajtandó technikai kiszolgálásokat jelenleg teljes mértékben a gyártó vállalatok által szerződésben vállalt szolgáltatások biztosítják, azonban csak korlátozott ideig. Így a hosszabb távú üzemeltetési feltételei megteremtésének a Magyar Honvédség ezen harcjárművek flottaszintű üzemeltetését biztosító stratégiai elgondolása alapján kell megvalósulnia. Egy ilyen elgondolás tartalmazhatja, hogy egyes magasabb szintű kiszolgálási folyamatok milyen mértékben támaszkodjanak a gyártó vállalatokra, illetve milyen mértékben kell az MH más szervezeteinek, esetleg hazai polgári vállalkozásoknak abban szerepet vállalniuk. A műveleti alkalmazási követelmények elsődlegessége alapján a csapatszintű karbantartási folyamatok csak a szervezetek meglévő logisztikai rendszerén belül, tehát katonai (szervezeti és anyagi) erőforrások felhasználásával üzemelhetnek, míg a ritkábban előforduló, magasabb szintű, de költségesebb kiszolgálási folyamatok akár polgári szervezetek bevonásával is végrehajthatók békeidőszakban. Ezen polgári szolgáltatók képességeinek megteremtése jelentős anyagi erőforrásokat igényel, melyek biztosítási igénye rövid távon jelentkezik, ugyanakkor a katonai és polgári kapacitások rugalmas és hatékony kihasználása folyamatos kihívást jelent a Honvédelmi Minisztérium gazdálkodása szempontjából.

Amennyiben a kialakítandó rendszer nem válaszol az említett műveleti (háborús vagy szövetséges) környezetben végrehajtandó feladatokból eredő kihívásokra, akkor a pusztán békefeladat-rendszer ellátása nem indokolja polgári szereplők bevonását, mert a honvédelmi szempontból diszfunkcionális képesség megteremtése az erőforrások pazarlását jelentené.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Kolařík, Tomáš. Operation, maintenance and modernisation of Czech Leopard 2 tanks will benefit from the LEOBEN Club <https://doi.org/10.1080/14432471.2024.2396674>;
- [2] <https://www.defenseindustrydaily.com/qatar-looking-at-leopard-2a7-tanks-from-germany-07487/> (Letöltve: 2024.4.4.);
- [3] Ocskay István, Gávay György, Hegedűs Ernő. A Leopard 2A4 harckocsi szerkezetének és üzemeltetésének vizsgálata a Magyar Honvédség igényei tükrében. A katonai műszaki tudomány időszaki kérdései, tanulmánygyűjtemény, Ludovika kiadó, Bp., 2022.;
- [4] Strategic Bureau of Information on Defense Systems: Rheinmetall to upgrade 128 Polish Leopard 2016.02.29. <http://www.strategic-bureau.com/en/rheinmetall-modernisera-les-leopard-polonais/> (Letöltve: 2023.12.21.);
- [5] Europäische Sicherheit & Technik: Zukunftskurs der HIL GmbH vertraglich vereinbart 2023.12.21. <https://esut.de/2023/12/meldungen/46376/zukunftskurs-der-hil-gmbh-vertraglich-vereinbart/>, (Letöltve: 2023.12.23.);
- [6] Weinzierl, Stefan. „Panzer-Instandsetzung – Wo die Autos Ketten haben” 17. Feb. 2022. <https://www.instandhaltung.de/praxisanwendung/panzer-instandsetzung-wo-die-autos-ketten-haben-293.html> (Letöltve: 2023.12.23.).



BUSA ATTILA JÓZSEF*

KIBERVÉDELMI KÉPZÉSEK A HONVÉDELEMBEN – EURÓPAI ÉS HAZAI VISZONYLATBAN

Összefoglalás: A digitális kor kihívásai miatt a kibervédelem egyre fontosabb szerepet játszik a honvédelemben. A cikk célja, hogy megvizsgálja a NATO-n belül akkreditált európai és a Magyarországon létrehozott kibervédelmi képzési központokat, emellett egy lehetséges fejlődési irányt mutasson. Az egyes kiberképzési központok képzési formáinak összehasonlítása a cél egy előre meghatározott szempontrendszer alapján, szem előtt tartva, hogy a magyarországi kiberképzéseknek is helye van a palettán. A cikk röviden ismerteti a hazánkban is elengedhetetlen kibervédelmi oktatási központ létrehozásának okait. Kitér a kibervédelmi feladatok és gyakorlatok komplexitására, a technológiai fejlődés hatásaira és a szervezeti képességek fontosságára mind hazai, mind a NATO szempontjából.

Kulcsszavak: kibervédelem, kibervédelmi képzések, Kooperatív Kibervédelmi Kiválósági Központ, Locked Shields, Crossed Swords, kibervédelmi gyakorlatok, Kiber Akadémia.

Abstract: The challenges of the digital age make cyber defence an increasingly important part of defence. The aim of the article is to examine the European and Hungarian cyber defence training centres accredited within NATO and to point to a possible direction of development. The aim is to compare the types of training offered by each cyber training centre on the basis of a predefined set of criteria, bearing in mind that there is a place for cyber training in Hungary. I will briefly describe the events that have led to the emergence of a cyber defence training centre in the Hungarian Defence Forces. I will discuss the complexity of cyber defence tasks and exercises, the impact of technological development and the importance of organisational capabilities from both a domestic and NATO perspective.

Keywords: cyber defence, cyber defence training, Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence, Locked Shields, Crossed Swords, cyber defence exercises, Cyber Academy.

KIBERTÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

2007-ben Tallinnban, az észti fővárosban komoly kibertámadás történt, amely az első komoly kiberhadműveletként vált ismertté. A válság közepontjában az Észtországot ért számítógépes támadások álltak, amelyek a kormányzati és gazdasági célpontokra mért sikeres offenzívával teljesen megbénították az ország működését. Az események hátterében az állt, hogy az észti kormány bejelentette: a Vörös Hadsereg Bronzkatona-emlékművét Tallinn központjából a város szélén található katonai temetőbe helyezi át. Ezt követően, vélelmezhetően az orosz Killnet hackercsoport megindította az észtek elleni összevont kibertámadást. A támadások során számos kormányzati és üzleti weboldal, valamint az online banki rendszerek is teljesen megbénultak. A kibervédelmi incidenst követően a NATO-nemzetek összefogtak, és közös erővel segítettek a digitális középkorba taszított Észtországon.

* Doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola. ORCID: 0009-0009-6167-2154



Ennek köszönhetően két generációnyi digitális fejlődést sikerült megugrania az országnak. A kibervédelem szerepe felértékelődött az eseménynek köszönhetően, ezért 2008-ban megalapították a NATO Kooperatív Kibervédelmi Kiválósági Központot Tallinnban, ahol elkezdődött a specifikus kibervédelmi képzések kidolgozása és oktatása a Szövetségben belül. Kezdetben nagy segítséget nyújtott a központnak az Egyesült Államok és Izrael, később pedig még 32 állam csatlakozott a támogatók köréhez.

A következő mérföldkő a 2010-ben felbukkanó Stuxnet, amely egy számítógépes féreg volt. Ez a kibertámadás az iráni nukleáris program ellen irányult, és kifejezetten a Siemens által használt ipari rendszereket vette célkeresztbe. A vírus célja az iráni urándúsító centrifugák irányítórendszerének megzavarása és károsítása volt.

A Stuxnet rendkívül fejlett volt, és számos különleges technikát alkalmazott, például a folyamatosan változó, robusztus önvédelmi mechanizmusokat, illetve a felfedezés elkerülését szolgáló stratégiákat. Ez az eset felhívta a figyelmet arra, hogy a kibertér már nemcsak kiberbűnözők és hekkerek részéről jelenthet fenyegetést, hanem állami szereplők is használhatják a kibertérben zajló tevékenységeket politikai és katonai célok elérésére. A Stuxnet [1] az egyik első ismert esete volt egy olyan kibertámadásnak, amely valós fizikai rendszerekre irányult, és komoly hatással volt az érintett ipari folyamatokra.

A 2010-es évek utolsó negyedében a kiberbűnözés professzionális szintre lépett. A kiberbűnözők a rosszindulatú szoftvereket kezdték elrejtetni, és egyre jobban megszervezték csoportjaikat. Komoly programozói

tapasztalattal rendelkeztek, ami sokkal jobb minőségű malware¹-eket eredményezett. A támadók többnyire saját maguk módosították egyedivé a payloadot², pontosan tudták, hogy a támadást elősegítő programkód hogyan épül fel és hogyan működik. A bűnözők egyre motiváltabbak lettek abban, hogy nagyobb anyagi háttérrel rendelkező célpontok után nézzenek. A 2010-es évek hekkerei gyakran előre elkészített eszközöket (toolokat) használtak a kibertámadásokhoz, mivel ezek könnyen használhatók, idő- és erőforrástakarékosak, lehetővé teszik a gyors támadásokat tömeges célpontok ellen is. Az ilyen előre elkészített eszközök elterjedése és nagy hatóereje miatt a fenyegetettség jelentősen megnőtt, és ráirányította a figyelmet a számítógépes rendszerek kibertámadások elleni hatékony védelmének kiemelt fontosságára.

A 2016-os NATO-csúcstalálkozóan az állam- és kormányfők egyöntetűen nyilvánították a kibertér operatív területté válása melletti elkötelezettségüket, ennek megfelelően pedig elfogadták azt negyedik műveleti dimenzióként (a szárazföldi, a légi és a tengeri mellett). [2] A világűr csak ezek után, 2019 decemberében vált az ötödik műveleti területté. A kibervédelem megerősítése érdekében a tagállamoknak új kibervédelmi stratégiát kell kidolgozniuk, emellett erősíteniük kell a kiber ellenállóképességüket. [3] Ezt követően több nemzetnél is stratégiai szinten kezdenek foglalkozni a kibervédelmi képzések megszervezésével.

A KIBERVÉDELMI KÉPZÉSEKKEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KIHÍVÁSOK

Hatékony és átfogó kiberbiztonsági képzési koncepció tervezéséhez fontosnak tartom megvizsgálni egy kibertámadás „sikeres” létrejöttének lépéseit. A kibertámadási folyamat egyes elemeihez szükséges kompetenciák felállítása az első lépés. Kutatásom kiindulási alapjaként a Lockheed Martin-féle kibertámadási láncot (cyber



1. ÁBRA.
Lockheed Martin-féle
kibertámadási lánc [5]

¹ Az angol malware (a malicious software rövidítése), magyarul: rosszindulatú szoftver, kártévő szoftver, kártékony szoftver, káros szoftver.

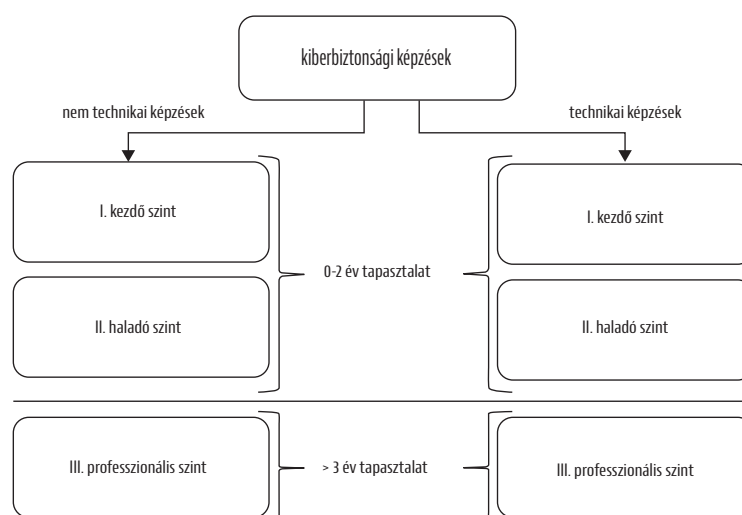
² A támadó által a célrendszerbe juttatott kártékony programkód vagy adat.

killchain)³ [4] (1. ábra) vettem alapul. A támadásokra teljes egészében nem lehet egy általános sémát ráhúzni, azonban a kiberbiztonsági szakmában ez a legismertebb eljárás. Egy átgondolt kibertámadás felépítése összetett folyamat, amely a támadók részéről kitartó erőfeszítést igényel, és egyre nehezebbé válik a technológiai fejlődésnek köszönhetően.

Az első lépésnél feltüntetett feldeírításhoz szükséges kompetenciák halmazába tartozik a nyílt forrásokból elérhető információk megszerzésének tudománya (Open Source Intelligence – OSINT⁴), a legtöbbször előnyösebb jogosultsági szint elérésére irányuló, megtévesztésen alapuló technikák (social engineering⁵) ismerete, valamint az adathalász (phishing) technikák. Ezekre a technikákra a továbbiakban nem technikai képességként fogok hivatkozni. A megfelelő védekezési szint eléréséhez szükséges fejlesztendő terület ezen a szinten a kibertudatosság kialakítása. Kiemelten fontos továbbá a vezetési szinten történő, illeszkedő és szükséges kiberbiztonsági szervezési folyamatok koordinálása, illetve a megfelelő szabályzók elkészítése és azok betartatása.

A felfegyverkezés és a továbbítás már kissé magasabb szintű ismereteket igényel, így a technikai képességek körébe sorolhatók. A védelem szempontjából a fejlesztendő terület ezen vonatkozásban a programozási és hálózatbiztonsági ismeretek magas szintű ismerete.

A 4-es, 5-ös, 6-os és 7-es szinten a támadás elmélyítéséhez már egy magasabb technikai szintre van szüksége a támadónak, ahol programozási, operációsrendszer-ismereti és hálózatismereti képességekkel is rendelkeznie kell, ráadásul magas szinten. A biztonság növelése érdekében a felsorolt technikai képességeket egy magasabb szinten kell fejleszteni a megfelelő tudás elérése érdekében. Ezen képességek fejlesztésére kiválóak a nemzetközi kibervédelmi gyakorlatok, ahol a valósághoz nagyon hasonló környezetben tudják szimulálni



a kibertámadásokat, ezáltal fejleszthetők a szükséges védekezési technikák, praktikák.

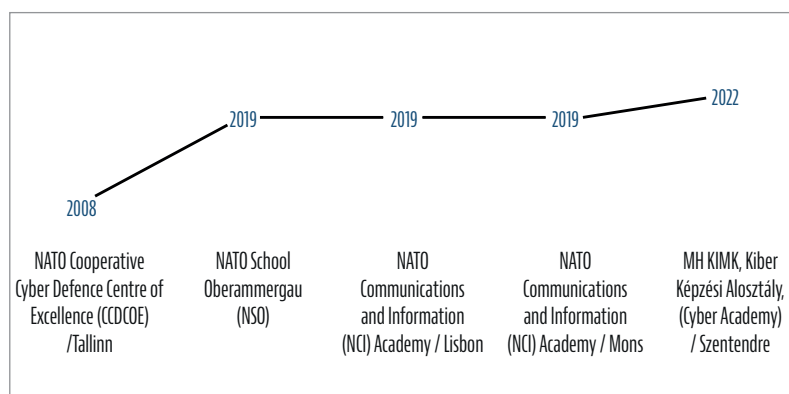
A KIBERBIZTONSÁGI KÉPZÉSEK VIZSGÁLATÁHOZ FELÁLLÍTOTT SZEMPONTRENDSZER

A kiberbiztonsági szakterületek az egyes képzési területeken belül is meglehetősen szerteágazók lehetnek, ezért szükség van egy közös szempontrendszer felállítására, amely a későbbiekben segít besorolni az egyes kiberképző intézeteket az általuk szervezett tréningek alapján, legyen szó technikai vagy nem technikai képességekről. Ezek tovább bonthatók elért, szakmai tapasztalati szintekre. (2. ábra) Megkülönböztethetünk tehát az egyes képességcsoportokhoz tartozó minimális szakmai tapasztalatot igénylő (kevesebb, mint 2 év) I. kezdő, II. haladó szinteket, valamint a már releváns szakmai tapasztalati szintet

igénylő (több, mint 3 év) III. professzionális szintű képzéseket.

A 2. ábra lépéseinek vizsgálata segítséget nyújt abban, hogy egy képzés vizsgálata során milyen kompetenciák fejlesztésének szükségessége merül fel. Így egyes képzéseket tovább bonthatjuk a kibervédelmi folyamatban fejlesztendő kompetenciájuk alapján. Megkülönböztethetjük az alábbi szakterületeket:

- információgyűjtési szakterület: phishing, osint, social engineering stb.;
- hálózatbiztonsági szakterület;
- Windows szerverismereti szakterület;
- Linux szerverismereti szakterület;
- kliensoldali Windows ismereti szakterület;
- kliensoldali Unix alapú rendszerismereti szakterület;
- kiberbiztonsági csapatirányítói szakterület;



2. ÁBRA.
A kiberbiztonsági képzések szakmai tapasztalati szintjei (A szerző szerkesztése)

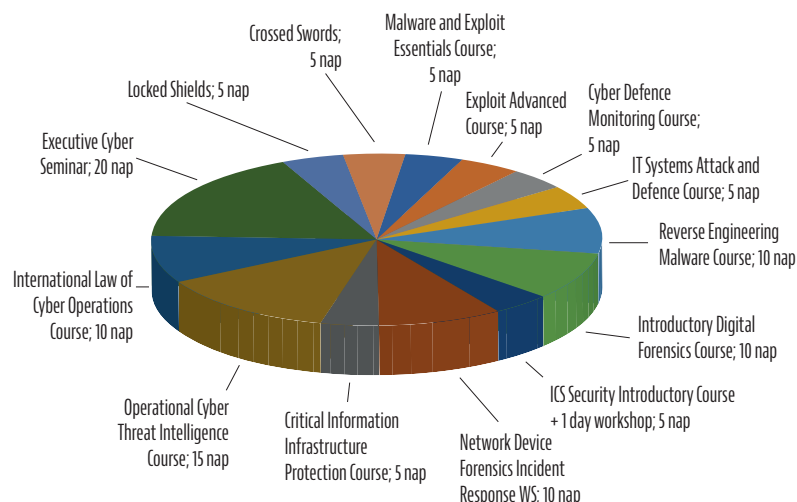
3. ÁBRA. Főbb kibervédelmi oktatóközpontok alapítási dátumai a NATO/EU-ban (A szerző szerkesztése)

³ A cyber killchain mint fogalmat nagyon ritkán használják magyarul. Kibertámadási láncot jelent, és a kibertámadások különböző fázisait írja le, amelyeket egy támadó követhet a támadás végrehajtása során.

⁴ A globális információs robbanás a 20. század végén, a 21. század elején gyökeresen átforgalmazta a hírszerzés feladatrendszerét, mert a nyílt információk tömegében kell megtalálni az ellenfél igazi titkait.

⁵ A social engineering pszichológiai manipuláció, amely az áldozat megtévesztésén alapul.

4. ÁBRA. A NATO CCDCOE kibervédelmi képzései és gyakorlatai (A szerző szerkesztése)



- kiberbiztonsági szervezői, vezetői szakterület.

A fent kialakított szempontrendszer alapján a képzés elvárt szakmai tapasztalati szintjének és a fejlesztendő kompetenciaterületnek köszönhetően a különböző kiberbiztonsági képzések beazonosíthatók. Ennek eredményeként a későbbiekben vizsgált oktatóhelyeknél a futó képzések tekintetében beazonosítható, hogy az egyes intézményeknek melyek az erősségei, és melyek azok a területek, amelyek fejleszthetők a jövőben.

KIBERVÉDELMI OKTATÓKÖZPONTOK FELÁLLÍTÁSA

Jelen fejezet célja a főbb, nem iskola-rendszerű, katonai kiberképző intézetek bemutatása, különös tekintettel a Tallinnban, Oeirasban, Monsban, Oberammergauban, valamint Vardóban felállított kibervédelmi intézetek fontosságára. A kutatásom a fent felsorolt intézmények NATO-tagok által igénybe vehető tanfolyamaira terjedt ki. Majd ezt követően a Magyarországon folyó tanfolyamrendszerű képzéseket állítom párhuzamba a nemzetközi tanfolyamokkal.

Alapítási idejüket tekintve mindenképpen a tallinni iskola tekinthető a NATO-ban a legelsőnek, még akkor is, ha az újdonsült kiberbiztonsági (hálózatbiztonsági) képzések megjelennek a nagy múltú oberammergaui NATO-iskolában is, melyet 1953-ban alapítottak, és a nemzetközi tiszt-

helyettesképzés egyik kiemelkedő alappilléreként vált ismertté. A német alma máterben 2019-ben jelentek meg először online képzési formában a kiberbiztonságot érintő kurzusok. Szintén ebben az évben nyitotta meg kapuit a NATO Communications and Information Agency által patronált NCI Academy. A több székhelyű képzési intézmény Monsban és Oeirasban tartja a kibervédelemmel kapcsolatos oktatást. A fent felsorolt intézmények közül mind hirdeti a NATO-tagállamok katonái számára elérhető kurzusokat. A magyarországi kiberképzőhely, a Magyar Honvédség Kiber és Információs Műveleti Központ, Kiber Képzési Alosztály 2022. január 1-től működik a jelenlegi formájában, amelynek tanfolyamai nemzetközi viszonylatban egyelőre nem elérhetőek. Az egyes iskolák alapítási dátumait a 3. ábra szemlélteti.

NATO COOPERATIVE CYBER DEFENCE CENTRE OF EXCELLENCE, TALLINN

A NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence-et (CCDCOE) 2008-ban hozták létre, amely az Észti Kiberbiztonsági Stratégia részeként a kibervédelmi, -biztonsági és -hadviselési területeken nyújt szakértelmet és támogatást.

A központ fő feladatai közé tartozik a kibertérrel kapcsolatos kihívások elemzése, kutatása és oktatása, valamint a kibertérrel kapcsolatos nemzetközi együttműködés elősegítése.

A CCDCOE együttműködik más nemzetekkel, intézményekkel és szakértőkkel, hogy javítsa a globális kibervédelmi képességet. [6] Rendszeresen szerveznek kibervédelmi gyakorlatokat és konferenciákat, segítve az országokat és szervezeteket a kibervédelmi képességeik fejlesztésében és tesztelésében. A nemzetközi kibervédelmi gyakorlatok rendkívül fontosak az informatikai biztonság és az online védelem szempontjából. Az információs technológiák robbanásszerű fejlődése miatt egyre több személyes és üzleti adatot kezelünk az interneten, így a kibertámadások által okozott kár is egyre nagyobb. A gyakorlatokon szimulálni tudják a különböző kibertámadásokat, a vírusok, férgek, tróják, illetve adathalász támadások hatásait a teljes infrastruktúrára. Az ilyen támadások következményei súlyosak lehetnek, például adatvesztés, személyazonosság-lopás, pénzügyi csalás, de akár egy egész szervezet megbénulását is okozhatják. A nemzetközi kibervédelmi gyakorlatok és együttműködések különböző országok, iparágak, vállalkozások és intézmények között segíthetnek az ilyen támadások elhárításában és a károk minimalizálásában. A gyakorlatok általában magukban foglalják a biztonsági szabályok és eljárások kidolgozását és betartását, a biztonsági eszközök telepítését és frissítését, valamint a személyzet oktatását és felkészítését. Az online világ globális jellegét tekintve a kibervédelmi kihívások nem ismernek határokat, ezért a nemzetközi együttműködés lehetővé teszi az információk és a szakértelem megosztását, valamint a különböző országok és szervezetek közötti erőforrások hatékony felhasználását. Számos éles helyzetet szimuláló nemzetközi kibervédelmi gyakorlat elérhető, amelyek segítenek felkészülni egy esetleges kibertámadásra mind védekezési (blue team: kék csoport), mind támadási (red team: vörös csoport) oldalról. Az évente megrendezésre kerülő védelmi gyakorlatok a *Locked Shields* és a *Cyber Coalition*. Az offenzív oldalon történő tapasztalatszerzést a *Crossed Swords* gyakorlat teszi lehe-

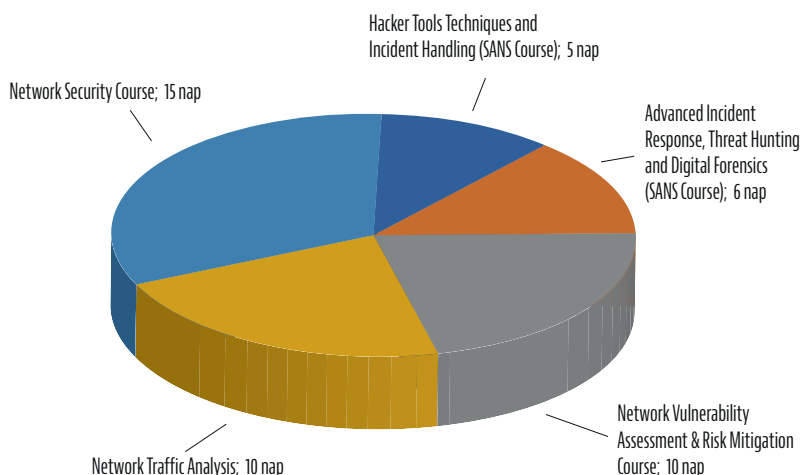
tővé, amelyet minden év végén szerveznek meg a tallinni CR14⁶-es cyber range platformon.

Kutatásom során feltérképeztem, hogy az egyes képzési intézmények milyen kiberbiztonsági témájú céltanfolyamokat szerveznek. A felmérésem alapját csupán a NATO számára is felajánlott képzések adják. Az összegyűjtött adatokból egyértelműen látszik, hogy a CCDCOE igyekszik a kibervédelem teljes spektrumát lefedni. Az ötnapostól a húsznapos tanfolyamig található kurzusok a képzési palettájukon, amelyeket zömében jelenléti oktatási formában tartanak, de van számos online képzésük is. (4. ábra)

Az iskola a NATO-ban egyedülálló módon felvállalja, hogy kiemelkedően fontos a támadói (red) oldal specifikus képzése, amelyet a Malware and Exploit Essentials Course, Exploit Advanced Course, valamint az IT Systems Attack and Defence Course tanfolyamain hajt végre. Továbbá minden évben szervez egy „red teaming” kibergyakorlatot is, a *Crossed Swords*-ot.

Természetesen itt is ki kell hangsúlyozni azt, hogy nem csak a támadó oldal erősítése a fő spektruma az iskolának, de mindenképpen szükséges a megfelelő védelmi intézkedések előkészítéséhez. A védelmi oldal erősítése érdekében léteznek jogi, stratégiai, valamint információbiztonsági képzések mind IT (Information Technology), mind OT (Operational Technology) területen. A megszerzett ismeretek kamatoztatására minden évben több lehetőség nyílik a CCDCOE által szervezett számos kisebb-nagyobb nemzetközi kibervédelmi gyakorlaton, amelyek közül a két legnagyobb a *Locked Shields*⁷ és a *Cyber Coalition*⁸.

A vizsgálat során alkalmazott szempontrendszer alapján a tallinni iskola képzései széles spektrumban lefedik a nem technikai és technikai képzések valamennyi ágazatát. A NATO-s kiberbiztonsági képzések tekintetében az etalonként ismert képzőintézmény



egész évben várja a tanulni vágyókat. Fejlődni, fejleszteni mindig lehetséges és szükséges is. Véleményem szerint a támadó oldali felkészítésekből lehetne több a professzionális szintű technikai képzések palettáján.

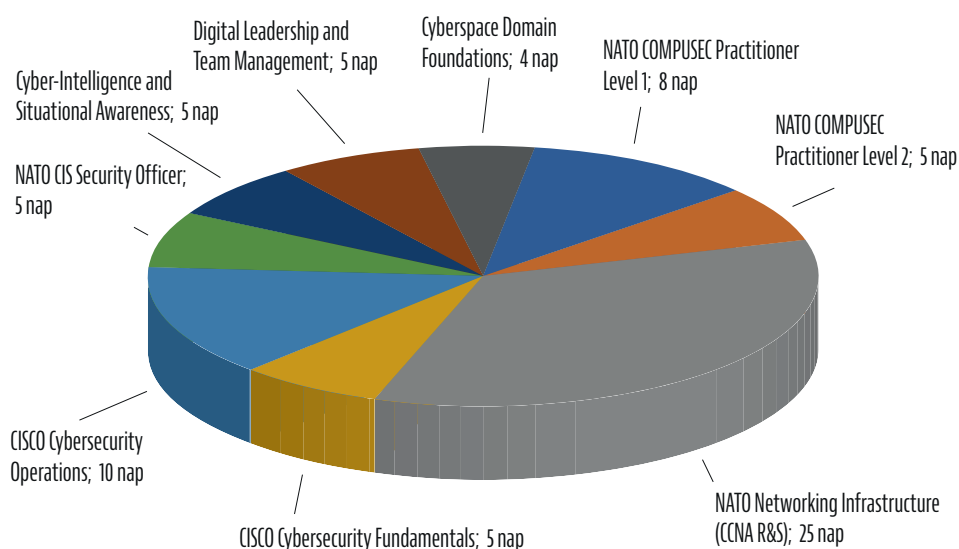
NATO SCHOOL OBERAMMERGAU

A NATO School Oberammergau (NSO) egy képzési intézmény, amely a NATO tagállamainak, partnerszervezeteinek és más érdekelt feleknek kínál katonai és civileknek szóló oktatási programokat. Az iskola a bajorországi Oberammergauban található. Célja az észak-atlanti térségben és azon

túlmutató területeken a nemzetközi biztonság és védelem terén dolgozó szakemberek képzése és továbbképzése. Az intézmény különböző kurzusokat és tréningeket kínál, amelyek a NATO védelmi stratégiájára és műveleti képességeire fókuszálnak. (3. ábra) Az 1953-ban alapított intézmény 2019 óta indít főleg hálózatvédelemre specializálódott kibervédelmi felkészítéseket. 2023-tól online formában teljes NATO-finanszírozással kiszervezi a SANS Technology Institute⁹ egyes kurzusait is a jelentkezők számára. A SANS világszerte elismert képzésein az alapok-

5. ÁBRA.
Az NSO kibervédelmi képzései (A szerző szerkesztése)

6. ÁBRA.
Az NCI Academy lisszaboni kibervédelmi képzései (A szerző szerkesztése)



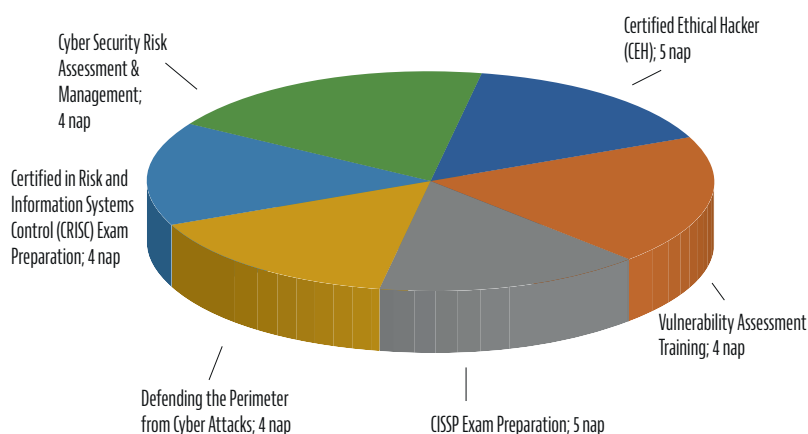
⁶ A NATO CR14 egy olyan platform és adatközpont, amely lehetővé teszi a NATO számára a legnagyobb kibervédelmi gyakorlatok és kiképzések lebonyolítását.

⁷ A *Locked Shields* egy éves, rendszeres kibervédelmi gyakorlat, amelyet a tallinni Kooperatív Kibervédelmi Kiválósági Központ (CCDCOE) szervez. A gyakorlat során nemzetközi csapatoknak kell számos kibertámadás elleni védelem kiépítésére és fenntartására törekedniük.

⁸ A *Cyber Coalition* egy éves, rendszeres nemzetközi kibervédelmi gyakorlat, amelyet a NATO szervez. A gyakorlat célja a tagállamok, partnerországok és szervezetek közötti együttműködés elősegítése a kibertér védelme terén.

⁹ A SANS Technology Institute egy nemzetközileg elismert oktatási intézmény, amelynek fő célja magas színvonalú információbiztonság terén jártas szakemberek képzése és továbbképzése.

7. ÁBRA.
Az NCI Academy monsi
kibervédelmi képzései
(A szerző szerkesztése)



tól ismerkedhetünk meg a különböző támadási taktikákkal és technikákkal, továbbá elsajátíthatjuk a hackerek által is használt és elterjedt rootkitet, kártékony szoftvereket, amelyek célja az, hogy a hekkerek jelenlétét elrejtse a számítógép rendszerében vagy hálózatában. A „root” a rendszergazda (adminisztrátor) jogosultságaira utal, a „kit” szó pedig egy gyűjteményt vagy eszközöket jelent. Tehát a rootkitet arra tervezték, hogy hozzáférjen a számítógéphez, és ezzel teljes ellenőrzést szerezzen a rendszer felett.

Az oberammergaui iskola kibervédelmi területén közel 25 szakképzett oktató dolgozik, és éves szinten hozzávetőlegesen 300-an kaphatják kézhez az okleveleiket a sikeres vizsgákat követően.

A képzések között kizárólag technikai jellegű, alapfokú kurzusok találhatók meg, ahol a 15 napos Network Security Course már egy kellő belépő szintű tudást biztosít a professzionális szintű képzésekhez. A fejlődési irány a nem technikai jellegű képzési lehetőségekben rejlik, még akkor is, ha ezek nagy részét a lisszaboni NCI Academy biztosítja a szakmabelieknek.

NCI ACADEMY, LISSZABON

A NATO Communications and Information Agency (NATO Kommunikációs és Információs Ügynökség) legkiemelkedőbb, információbiztonsággal foglalkozó oktatási intézménye, az NCI Academy (NATO Kommunikációs és Információs Akadémia) a portugáliai Lisszabonban található. [7]

2019 szeptemberében történt megalkakulása óta világszínvonalú képzé-

si képességet biztosít a NATO számára technológiai előnyének megőrzése érdekében. Az NCI Academy a NATO kommunikációs és információs rendszerek (Communications and Information Systems – CIS), a légi irányítás és ellenőrzés (Air Command and Control – AirC2), a kiberbiztonság és a kibervédelem terén nyújt képzést. Ezen túlmenően a képzési igények alapos elemzésével és a legújabb tanulási technológiák felhasználásával kulcs szerepet játszik a tagállamok számára új tanulási megoldások megtervezésében és kidolgozásában.

A stratégiai, kiberbiztonsági üzemeltetési, kibertudatossági ismeretek mellett kiemelt szerepet kap a képzések között a hálózatvédelem, amelyet a Cisco Systems, Inc.-del közösen kidolgozott tanmenetre építenek fel. (4. ábra)

Az alap kiberbiztonsági tudatossági képzésen fontosnak tartják az alap kiberfogalmak tisztázását, amelyet a két alapozó tanfolyamuk, a Cyberspace Domain Foundations és a CISCO Cybersecurity Fundamentals biztosítanak a jelentkezők számára 4 és 5 nap időtartamban.

Egyedülállóként jelenik meg a vezetőket célzó kurzus, a Digital Leadership and Team Management, amelyen a kiberbiztonsági szervezési és vezetési ismereteket sajátíthatják el a résztvevők online vagy jelenléti formában.

Az intézmény kiemelt helyen szerepel a NATO információvédelmi képzései között, ugyanis a közel 3000 oktató több mint 8000 főt képez egy évben az online és a jelenléti képzésben együttvéve.

Az NCI Academy képzési palettáján szerepelnek még a nem technikai jellegű képzések kezdő, haladó és professzionális szintű tanfolyamai. A lisszaboni iskola a technikai jellegű képzésekből a haladó szintű ismereti háttérrel kiválóan biztosítja. Moduljaival az iskola zseniálisan fogja meg a kibervédelem stratégiai szintjeinek egymásra épülését, és példaértékűen implementálja a biztonsági direktívákat a hálózatbiztonság alapjaiban. Fejlődési irányként a támadó oldali képzéseket lehetne megjelelni, hogy a jövő kiberkihívásainak továbbra is maradéktalanul eleget tudjon tenni az egyik legjobb infrastruktúrával ellátott kiberképzési intézet.

NCI ACADEMY, MONS

Az NCI Ügynökség vezetése alatt működik az NCI Academy monsi intézménye is. A kiberbiztonsági képzések szempontjából azért fontos, mert itt kiemelt szerepet kap a kiberbiztonsági döntéshozatal előkészítése, vagyis a kiberbiztonsági kockázatelemzés és kockázatkezelés. (5. ábra) A belgiumi kurzusok többségében ötnaposak, aminek nagy előnye, hogy a tanfolyam csupán egy munkahétre szakítja ki feladatai közül a munkavállalót.

A nemzetközi kiberbiztonsági képzőintézetek közül itt a legalacsonyabb az oktatók létszáma. A mintegy 25 főből álló, többnemzetiségű, professzionális gárda évente 200 hallgatót képes fogadni, illetve a képzéseket megtartani online és jelenléti formában, hiszen minden képzésük elérhető a speciális oktatóportáljukon is.

A többségében egy munkahetet kitevő szakmai tanfolyamok haladó szintűek és technikai jellegűek, azonban kiváló alapot adnak a későbbi professzionális szintű tudásbázis megszerzéséhez. A kis számú oktatói gárda ellenére a professzionális szintű támadóoldali felkészítések az aktuális kiberfenyegetettség trendeknek köszönhetően nagyban növelnék a képzési paletta sokszínűségét.

CYBERSECURITY TRAINING CENTRE OF EXCELLENCE, VARSÓ

Az egyre növekvő kiberfenyegetettség és a világszerte tapasztalható hibrid hadviselésére reagálva 2020-ban Lengyelország létrehozta a saját Kiberbiztonsági Képzési Kiválósá-

gi Központját (Cybersecurity Training Centre of Excellence – CSTCoE) Varsóban. A Központ a lengyel Honvédelmi Minisztérium egyik vezető szakmai szervezeti egysége, amely a kiberbiztonság, a rejtjelzés és az információk technológiák területén a fejlesztési irányokat és a szakképzési rendszert alakítja. A Központ a katonák és civilek kiberképességeit növelve fejleszti a Lengyel Fegyveres Erők és a NATO kompetenciáit a kibertérben végzett tevékenységek kapcsán, valamint a szakértői potenciált megszilárdító egységként is működik, és támogatja a Nemzetvédelmi Minisztériumot a nemzeti és nemzetközi kiberképzési együttműködések fejlesztésében.

A Központ a képzéseit integrálta az altiszt és tiszt oktatási rendszerbe olyan módon, hogy a már említett képzési szinteken a már meglévő szakok mellé indított kibervédelmi szakokat is. Így biztosítani tudja az utánpótlást, és nem szorul kizárólag a civil szférából bevonzott szakemberekre. Ez a példa követendő lehet a magyar képzésben is.

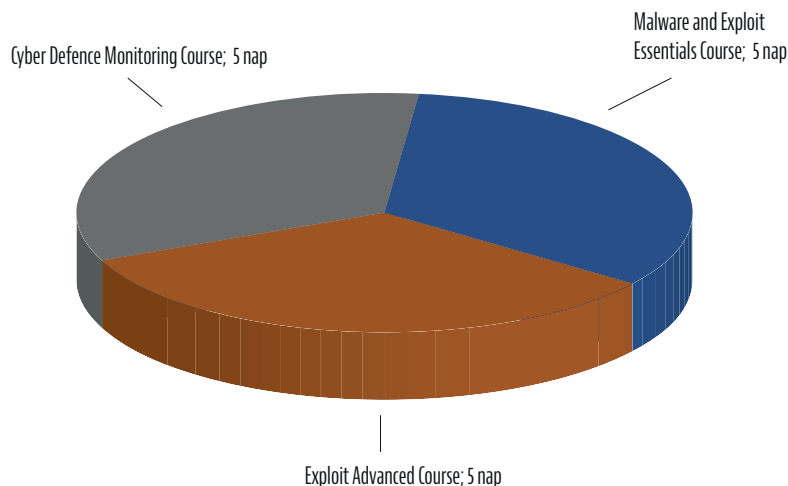
Az említett komplett iskolarendszerű szakokon kívül természetesen szervez specifikus kiberbiztonsági tanfolyamokat is, melyeket 2023 novembere óta NATO-tagállamoknak is felajánl. (6. ábra) Egyelőre három ötnapos, gyakorlatközpontú képzés érhető el csak jelenléti formában.

A varsói Központban 150 oktató dolgozik, és bár még nincs statisztikájuk a NATO-s képzéseikkel kapcsolatban, az iskolarendszerű képzésükön évente 1800 hallgatót képesek oktatni.

A NATO egyik legfiatalabb oktatóközpontjaként még az útkeresés az egyik legfontosabb feladata véleményem szerint. El kell határozniuk, hogy maradnak a néhánynapos kezdő szintű képzéseknél, amelyeket egy évben többször is megtartanak majd, vagy felosztják az évet akár több, egymásra épülő, nagyobb technikai tudást igénylő képzésre.

MAGYAR HONVÉDSÉG KIBER- ÉS INFORMÁCIÓS MŰVELETI KÖZPONT, KIBER KÉPZÉSI ALOSZTÁLY (CYBER ACADEMY), SZENTENDRE

Az összehasonlító és elemző felmérésből semmiképpen nem hagyható ki a magyarországi képzőintézmény,



8. ÁBRA. A CSTCoE kibervédelmi képzései (A szerző szerkesztése)

amelynek létrehozása a 2016-os varsói NATO-csúcsot követően elengedhetetlenné vált. A környező európai államokban létrehozott honvédelmi kibervédelmi képzési intézményeket alapul véve 2018-ban elkezdődtek a szervezési feladatok. [8]

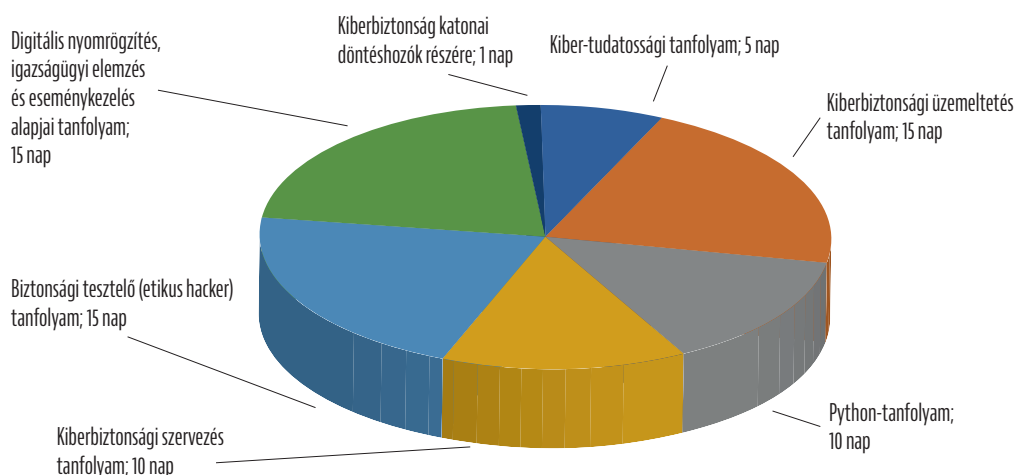
A 2020-ban megjelent Nemzeti Biztonsági Stratégia is a kiberképességek erősítését sürgette, majd a 2021-es Nemzeti Katonai Stratégia is alátámasztotta egy új Kiber- és Információs Műveleti Központ létrehozását. [9]

A Magyar Honvédség Kiber- és Információs Műveleti Központja (MH KIMK) – alkalmazkodva a biztonsági kihívásokhoz – 2022 elején alakult meg a Magyar Honvédség Katonai Kibertér Műveleti Központ, a Civil-katonai Együttműködési és Lélektani Műveleti Központ, valamint a Budapest Helyőrségdandár Elektronikus Eseménykezelő Főközpont összevonásával. A honvédség nem kizárólagos műveleti lehetőségeinek egy szervezetbe történő integrációjával

egy olyan új képességet hoztak létre, amellyel gyorsabban és nagyobb eredményességgel kezelhetők a Magyar Honvédség feladatai, egy napjainkra jellemző, bonyolult, hibrid környezetben. A honvédség ezen alakulatának katonái az év minden napján a honvédelmi tárca KCEHH nyílt hálózatrészeinek kiberbiztonságáért felelnek, feladatukat az eseménykezelő központon keresztül látják el. A számítógépes kártevők, zsarolólevelek, rosszindulatú kódok elhárítása napi 24 órában jelent feladatot a központ állományának. Bár 100 százalékos védelem soha nincs, de a 21. századi technikai megoldások értő kezekben vannak, és megbízhatóan biztosítják a megfelelő szintű védelmet. [4]

A megalapult Központban a kiberképzési feladatokat a Kiber Képzési Alosztály látja el. A korábban felsorolt nemzetközi iskolákkal ellentétben a cikk megírásának időpontjában még egyelőre kizárólag hazai viszonylatban szervez képzéseket, kimondot-

9. ÁBRA. Az MH KIMK kibervédelmi képzései (A szerző szerkesztése)



tan a védelmi szférában. A nemzetközi képzéseknél megfigyelhettük, hogy teljes spektrumukban nem fedik le képzéseikkel a kibervédelem minden szakterületét, csupán egyes szakterületekre igyekeznek ráerősíteni az egyes iskolákban. A magyarországi tanfolyamok kialakításánál törekedtek arra, hogy a kiberbiztonsági kurzusok egymásra épülő modulrendszerben legyenek elérhetőek, és az összes kiberbiztonsági szakterületet igyekeznek lefedni a védekezési oldalon. (7. ábra)

A kiberképességek megalapozását a megfelelő szintű kibertudatosság jelenti. Ez a képzés különösebb előképzettséget nem igényel. A komolyabb gyakorlati ismereteket követelő képzések mindegyikéhez beugró szintű képzés a Kiberbiztonsági üzemeltetés tanfolyam, amelyre épülnek az Etikus Hacker és a Digitális nyomrögzítés, igazságügyi elemzés és eseménykezelés alapjai elnevezésű tanfolyamok. A jelenlegi formában 4 oktató évente kb. 800 hallgatót képez ki a fent említett kurzusokon.

A korábban felsorolt képzőintézmények közül a magyar iskola a második a CCDCOE után, amelyik igyekszik a nem technikai jellegű és technikai jellegű képzésekből is mind a kezdő,

mind a haladó, mind a professzionális szintű kurzusokból is ízelítőt adni az intézménybe látogatóknak. A professzionális szintű támadó oldali felkészítések kidolgozása és a NATO-országoknak való felajánlása lehet a várható fejlődési irány a jövő kihívásainak történő megfelelés érdekében.

A Központ technikai fejlesztése és a szakállomány feltöltése folyamatos. A Magyar Honvédség kiemelkedő fejlődési lehetőségekkel igyekszik bevonítani a munkaerőt. Az intézmény jövőbeni céljai között szerepel az e-learning alapú online képzések fejlesztése, valamint a NATO irányába felajánlható angol nyelvű szakképzések megszervezése.

ÖSSZEGZÉS

Cikkemben kiemeltem néhány fontosabb kiberképző intézményt, amelyeket az általuk nyújtott képzési szakterületek irányából a szakmai kompetenciaszintek segítségével meghatározott szempontrendszer alapján vizsgáltam. A kutatásom alapján kiemelkedően alacsony számú azonos témájú képzés folyik a szóban forgó iskoláknál. Az intézmények között szétoszlának az egyes kibervédelmi szakterületek, mint például a kibertudatossági, kibervédelmi üzemeltetési, hálózatbiztonsági, stratégiai szintű, jogi, valamint forenzikus ismeretek. Ez a megközelítés tükröződik a NATO alapvető szemléletében is, miszerint az erőforrásokat igyekszik megosztani a tagállamok között. Úgy gondolom, hogy nem lehet vagy nagyon nehéz minden képességet egyenlő mértékben kiemelteni fejleszteni egy intézményben. Mi lehet ennek az oka? Talán a legnagyobb problémát a kiberbiztonsági szakemberek hiánya okozza, amely nem koncentráltan csak a hadi ágazatot érinti, hanem az egész világra jellemző. Továbbá nem elég, ha valaki kiváló szakember, a tudását át is kell tudnia adni a hallgatóság felé. A kiberbiztonsági szakterületen belül dolgozók sem érhetnek a legmagasabb szinten mindenhez. Itt arra gondolok, hogy kötelező szegmentálni a tudásfókuszokat is, miszerint külön kell tárgyalni hálózati, szerveroldali, felhasználóoldali, operációs-rendszer-specifikus védelmi területekről. Ezeket a területeket felosztva,

különböző szintű tudást adva alakították ki az európai NATO kiképzőközpontokban az egyes felkészítéseket, ezért is nehéz egy homogén viszonyrendszert kialakítani az iskolák képzései között. Tanulmányomban éppen ezért választottam szempontrendszerként azt, hogy milyen képzettségi szintet adnak a vizsgált kibervédelmi kurzusok.

A közös együttműködés elkerülhetetlen a nemzetek között a sikeres védelmi szint elérése érdekében. Erre kiváló lehetőséget nyújtanak az összevont kiberbiztonsági gyakorlatok, ahol lehetőség nyílik a nemzeteknek önállóan és csapatban is bizonyítani a rátermettségüket. A 2020-as évek eleje óta hazánk is egyre sikeresebben vesz részt ezeken a gyakorlatokon. A legutóbbi, 2024 tavaszán megrendezésre került *Locked Shields* gyakorlaton Magyarország a szlovák csapattal közös együttműködésben a negyedik helyet érte el a közel 40 induló közül.

Véleményem szerint a magyarországi kiberképző intézmény, vagyis a Magyar Honvédség Kiber- és Információs Művelési Központ kiemelt helyen szerepelhet a jövőben, amennyiben sikerül a képzéseit meghirdetnie a NATO képzési palettáján. Az online tanfolyami lehetőségek bővítése is segíthet abban, hogy a fontos ismeretanyag minél több emberhez eljusson. Elgondolkodtató példával állt elő a varsói központ, ahol a kibervédelmi képzéseket bevonták a meglévő katonai iskolarendszerű képzések körébe, így biztosítva az állandó, felnövekvő szakembergárdát. Kikerülhetetlen az oktatói létszám bővítése, amely jelenleg jelentősen elmarad a nemzetközi intézményekéhez képest.

A fentiek alapján látható, hogy a NATO-n belüli kibervédelmi képzési intézmények szerepe kulcsfontosságú a modern kiberbiztonsági kihívásokra való hatékony válaszadásban. Ezek a képzési intézmények segítik a szövetségeket a kibertérrel kapcsolatos készségeik fejlesztésében, a fenyegetésekkel szembeni gyors alkalmazkodásban, valamint az együttműködés és információcsere javításában, elősegítve ezzel a NATO egészének biztonságát és ellenálló képességét a kibertérben.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Kovács L. és Sipos M. A STUXNET és ami mögötte van: tények és a cyberháború hajnala. Hadmérnök V. Évfolyam 4. szám, december 2010.;
- [2] Tóth A. A prágai NATO csúcstalálkozót követő határozatok, megállapodások a parancsnoki rendszer-és a vezetési-rendszer korszerűsítésére, valamint az együttes tevékenység képesség fejlesztésére. Hadmérnök 2016. / 3. sz., ISSN 1788-1929, pp. 214–220., 2016.;
- [3] Ambrus É. A Well Planned Life, Digital Wellbeing. 05. november 2023. [Online]. Available: <https://evaambrus.wordpress.com/2023/11/05/the-importance-of-cybersecurity-capacity-building-for-nations/>. [Letöltve: 2023. december 21.];
- [4] Busa A. J. Kibervédelmi alapismeretek. In Honvédelmi alapismeretek tankönyv, ISBN 9789633279007, Budapest, Zrínyi Kiadó, 2023., pp. 274–293.;
- [5] Lockheed Martin, 1998. <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/cyber/cyber-kill-chain.html>. [Letöltve: 02. 05. 2024.];
- [6] T. Tóth. A NATO Kibervédelmi Kiválósági Központ bemutatása. Nemzetbiztonsági Szemle 2018. / 4. sz., ISSN 2064-3756, pp. 48–62., 2018.;
- [7] NCIA WebPage, NATO Communications and Information Agency. 21. december 2023. <https://www.ncia.nato.int/about-us/our-locations.html>. [Letöltve: 2023. december 21.];
- [8] Kovács L. A kiberbiztonság stratégiai megközelítése, Budapest: Nemzeti Közszerzői Egység, 2018., pp. 105–163.;
- [9] 614/2022. (XII. 29.) Korm. rendelet a honvédelemről és a Magyar Honvédségről szóló törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról, 2023., pp. XI. Fejezet, 42§–46§.

ÉLES PÉTER*

KÖLTSÉGEK ÉS BEVÉTELEK A FELESLEGES LŐSZERKÉSZLETEK KEZELÉSÉNÉL



Összefoglalás: A szerző tanulmányában a hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek témakörét tárgyalja. A publikációjában azt vizsgálja, milyen kiadásokkal, illetve bevételekkel járhatnak a felesleges lőszerkészletek kezelésének különböző módjai. Biztonsági szempontból tény, hogy ezeket a kockázatot jelentő anyagokat ártalmatlanítani kell, azonban a megsemmisítés módját – a műszaki-technikai mellett – gazdasági aspektusból is mérlegelni kell. A szerző az elemzését számszerű adatokkal támasztja alá.

Kulcsszavak: hadihasználatra alkalmatlan lőszer, értékesítés, megsemmisítés, lőszerszátszerelés

Abstract: The author's doctoral research focuses on the questions of unfit and unnecessary ammunition stocks for military use. In his publication, the author examines the costs and revenues of different ways of managing surplus ammunition stocks. It is not a question that these hazardous substances must be disposed of, but it does matter in what way – even from an economic point of view. The author supports his analysis with numerical data.

Keywords: ammunition unsuitable for military use, sale, destruction, dismantling of ammunition

BEVEZETÉS

Doktori kutatási témám a hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek kezelésének módjai. A Magyar Honvédség még mindig nagy volumenben tárol ilyen lőszereket jelenleg is, amelyek kezelése elsőrendű feladatnak kellene lennie. Néhány korábbi publikációmban [1][2][3] foglalkoztam ennek a fontosságával, módjaival, adott esetben a műszaki megoldásokkal. Többször hangsúlyoztam, hogy ez a tevékenység alapvető fontosságú a kockázatkezelés, a veszélycsökkentés szempontjából (lőszerek véletlen elműködéséből származó kockázatok). Azonban csak érintőlegesen említettem ez idáig a hadihasználatra alkalmatlan és feles-

leges lőszerkészletek különböző kezelési módjainak anyagi vonzatait, költségeit és bevételeit.

A következőkben röviden megvizsgálom a különböző kezelési módok költségeit: mennyibe kerül egy bizonyos lőszer „eltüntetése” a Magyar Honvédség rendszeréből, illetve mekkora bevétel származhat értékesítésükből. Kutatásaim egyik hipotézise, hogy az állam bevételt szándékozik képezni a hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek életciklusvégi kezeléséből, aminek egyik módja a lőszerek szétszerelése és az abból származó végtermékek értékesítése. Tanulmányom végén mérlegre teszem az eredményeket, és következtetéseket vonok le eme hipotézis-

sem aspektusából. A publikációban három lehetséges és alkalmazott kezelési módszert vizsgálom: az értékesítést, a megsemmisítést és a szétszereléssel történő hatástalanítást¹.

ÉRTÉKESÍTÉS

A 2005. évben megkezdődtek a Magyar Honvédség inkurrens harcanyagkészleteinek, köztük a lőszerkészleteinek nagyarányú értékesítési eljárásai, melyek megközelítőleg 2012-ig tartottak.² Ez esetünkben annyit jelentett, hogy a típusinkurrens³ vált, különféle űrméretű és rendeltetésű lőszereket ún. csomagrendszerben, jelentős mennyiségben ajánlották ki értékesítési pályázatokban. A csomagrendszer azt jelentette, hogy egy értékesítési pályázatban, eljárásban többféle harcanyag, lőszerfajta, műszaki harcanyag (aknák, robbanóanyagok stb.), sőt esetenként lőszeralkatelemek is szerepeltek. A csomagot csak egyben volt lehetőség megvásárolni. Pályázni csak a megfelelő engedélyek és tanúsítványok (ellenőrzések) birtokában lévő, kizárólag hazai cégeknek állt módjukban, azaz átestek nemzetbiztonsági átvilágításon, és volt engedélyük hadfelszerelési anyagokkal történő kereskedelemre.

Ebben az időben a pusztavacsi Magyar Honvédség Veszélyesanyag Ellátó Központ (MH VEK) volt az a szervezeti elem, amely kezelte a Magyar Honvédség harcanyagkészleteit. Ekkoriban az MH VEK kötelékében telje-

1. ÁBRA.
Megsemmisítésre váró gyártási selejt pisztolylőszerek (A szerző felvétele)

¹ A polgári vállalkozások általi szétszerelést nem tárgyalom: az ezekben a projektekben részt vett két vállalkozás a lőszereket szétszerelte, és ezért a HM tárcsa tetemes összegeket fizetett, valamint a szétszerelésből nyert alkatelemeket is a vállalkozó cégek értékesíthették. Ez a tevékenység 2005 és 2009 között folyt, ekkor az ezekben részt vett két cég gazdasági okokra hivatkozva beszüntette a tevékenységét.

² Az értékesítések kisebb mértékben folytatódtak 2013 után is, azonban azok nagyságrendje meg sem közelítette a tárgyalt időszakban jellemző volument.

³ Egyszerűen úgy fogalmazhatunk, hogy ezeket a lőszereket alkalmazó fegyverrendszereket kivonták a hadrendből, így a lőszereik feleslegessé, azaz inkurrenssé váltak.

* Örnagy, MH Anyagellátó Raktárbázis Központi Anyagellátó Osztály osztályvezető, az NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadtudományi Doktori Iskolájának doktorandusza. ORCID: 0000-0002-9938-9823

2. ÁBRA.
Értékesített
aknagránátok elszállítás
előtt, a 2000-es évek
végén
(A szerző felvétele)



sítettem szolgálatot, mint harcanyag-ellátó tiszt (2005–2010), majd később tervező részlegvezető (2010–2013), és ezen beosztásaimból fakadóan közvetlenül részt vettem a lőszer értékesítési folyamataiban; a továbbiakban az így szerzett tapasztalataimat is felhasználom.

A rendszerváltás után a hadsereg létszámcsoökkentése és a haditechnikai eszközök rendszerből történő nagyarányú kivonása következtében óriási mennyiségű felesleges lőszerkészlet keletkezett, ezek teljes vertikumában (lövészlőszerektől a harckocsi- és tüzérségi lőszerkéig). A honvédelmi tárca a feleslegek csökkentésének egyik módjaként a fentebb említett csomagokban történő értékesítést alkalmazta.

Az értékesítési eljárások, amelyek 2005 és 2012 között jelentettek jellemző feleslegkezelési utat, csak olyan anyagokra voltak megoldással, amelyeknek még volt szavatossági idő-tartalékuk, és műszaki állapotuk jó volt, azaz volt piaci kereslet irántuk. Esetleg kevésbé voltak kurrenssek, de az árak elég nyomott volt ahhoz, hogy azokat a szóba jöhető piaci szereplők a „kapcsolt ballasztal” együtt megvásárolják. Ugyanis az értékesítések nagyrészt csomagokban történtek, vagyis meghatározott anyagokra, típusokra és mennyiségekre írtak ki pályázatot. Ekkoriban az értékesítések szakmai felelőse az MH Összhaderőnemi Logisztikai és Támogató Parancsnokság, később az MH Összhaderőnemi Parancsnokság, lefolyta-

tója pedig a HM Beszerzési és Biztonsági Beruházási Hivatal volt. Ezekben a csomagokban a valóban értékkel bíró lőszerhez hozzákapcsoltak kvázi értéktelen tételeket is (például hadihasználatra alkalmatlan lőszerkeket, selejt lőszer elemeket). Érthető tehát, hogy az értékes anyagok elfogytával az értékesítés lehetősége is erősen lecsökkent. Az adás-vételek során felmerülnek biztonsági kockázatok, a lőszer illegális diverzifikációjának lehetősége. Az államnak azért is érdeke részt vállalnia a lőszer életciklusvégi kezelésében, mert alapvető törvényességi és nemzetközi jogi kötelezettsége megakadályozni ezeknek az anyagoknak az illetéktelen kezekbe jutását vagy a fekete piacra kerülését.

Az eladási folyamatok vizsgálatát több adás-vételi szerződés alapján folytattam, amelyeket 2007 és 2012 között kötött a honvédelmi tárca különböző piaci szereplőkkel. Ezeket a szóban forgó szerződéseket kutatásaim során irattárakban találtam elő, valamint annak idején a végrehajtásukban is részt vettem. Mindazonáltal konkrét cégeket nem említek, elkerülendő bármiféle titoksértést.

Egy 222 tételből álló szerződésben szerepeltek például különféle lőszerke és műszaki harcanyagok, többek között harckocsi lőszerke is. A 222 tétel összesen több mint 130 000 db harcanyagot takart. A csomag eladási ára meghaladta a bruttó 75 millió forintot. Ez 574 Ft/db bruttó árat jelentett, azaz bátran tekinthetjük nyomott árnak. A csomag azonban mintegy felerészt

hadihasználatra alkalmatlan anyagokat tartalmazott, azaz itt van a fent említett „kapcsolt ballaszt”, ami akár indokolhatja is az alacsony eladási értéket.

Egy másik adás-vételi szerződés bruttó értéke majdnem 170 millió forint volt több mint 400 tétel lőszerért és műszaki harcanyagért vegyesen. Az előzővel megegyező volt a vezérlő elv, csak jóval nagyobb volumenben. Érzékeltetésképpen a darabszám százazres nagyságrendű volt, az össztömege meghaladta a 6700 tonnát.

Talán nem felesleges hangsúlyoznom, hogy a „kapcsolt ballaszt” elenére a vevőknek bőven megérte a fizetendő összeg, azaz a csomagok kurrens tartalmának is „kedvező” volt a vételára. Valamint megjegyzem, hogy például a hadihasználatra alkalmatlan lőszerkekből a kinyerhető lőporok polgári felhasználásra még sok esetben tökéletesen megfeleltek, azaz jó áron eladhatók voltak, a fém alkatrészkekről nem is szólva. Például, a csomagokban szereplő 152 mm-es ágyútarack egy repesz-romboló lőszerke az alábbi anyagokat tartalmazta:

- húzott acél gránáttest TNT-vel szerelve: 40 kg (ebből 6,86 kg TNT);
- sárgarézhüvely a lőportöltettel: 8 kg (ebből 3,55 kg lőpor).

Fontos megemlítenem, hogy az értékesítések során jogviták is előfordultak, melyekben némely vevő vitatta az átadott áru mennyiségét, minőségét vagy egyáltalán az áru átadásának megtörténtét. Ezek a jogviták végül mind a HM, illetve az MH igazának megállapításával végződtek.

Az adás-vételi szerződések teljesítése során rendszeresen megesett, hogy az írásban nem vagy nem kellően szabályozott kérdések miatt a tárca – és így az állam – bevételtől esett el.

Részben vagy nem eléggé szabályozott terület volt például a rakodási munkák ellenértékének számítása. Így például a rögzített határidőn belüli elszállításokhoz a rakodási munkákat az akkori MH Veszélyesanyag Ellátó Központ állománya térítésmentesen hajtotta végre. Többször előfordult az is, hogy a cég nem tudta rögtön értékesíteni az általa megvásárolt harcanyagokat harmadik félnek, és mivel Magyarországon csak a Magyar Honvédség képes és jogosult ilyen anya-

gok szabályos és törvényes tárolására, bértárolási szerződéseket kötött a tárintézzettel, az akkori MH Veszélyesanyag Ellátó Központtal. Amikor sor került az elszállításokra, a rakodási feladatokat az ellátó központ állománya hajtotta végre. Ezt természetesen kiszámlázták a cégnek, amelynek azonban ez így is megérte.

Különleges eset volt, amikor is egy ilyen bértárolást végző vevő nem tudta továbbértékesíteni az általa megvásárolt inkurrens harcanyagokat, ebből kifolyólag nem tudta fizetni a bértárolás költségeit, kötbérfizetési kötelezettsége keletkezett. Az általa megvásárolt lőszer, alkatelemek továbbra sem találtak vevőre, azok eladása a későbbiekben sem sikerült, így a keletkezett kötbért és a bérleti díjat nagyrészt nem fizette meg, tízmillió nagyságrendű tartozása halmozódott fel. A honvédelmi tárca a sorozatos egyeztetések és haladékok eredménytelenségét követően perre vitte az ügyet, amit 2020/2021-ben megnyert. A tartozás behajtása, amint az várható volt, nem volt sikeres, ami azonban a téma szempontjából lényeges, az eladhatatlannak bizonyult lőszer tulajdonjoga visszaszállt a Magyar Államra, kezelője újfent a Magyar Honvédség, konkrétan az MH Anyagellátó Raktárbázis lett. Ezek a lőszer, jelenleg még mindig a megsemmisítésükre várnak. Elmondható, hogy egy évtizednyi huzavona, pereskedés és peren kívüli egyezkedések végeztével oda jutottunk, ahonnan elindultunk, a felesleges lőszer az MH készletében maradtak. Sőt, a helyzet rosszabb, mint a kiinduláskor, mert óriási mennyiségű felesleges munkát végeztek az érintett dolgozók (a lőszer átcsoportosítása a vevő által bérelt tárolóhelyekre, akár más helyőrségekből is), a lőszer műszaki állapota jelentősen romlott, amíg nem katonák kezelésében voltak, valamint hirtelen hatalmas mennyiségű kezelendő felesleg „termett”, aminek tűzszerészek általi megsemmisítése éveket vesz igénybe (a szétszerelés a nem pontosan ismert műszaki állapot miatt ebben az esetben nem jöhet szóba).

TŰZSZERÉSZEK ÁLTALI MEGSEMMISÍTÉS

A hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek triviális kezelési módjának tűnik a tűzszerészeti

úton történő megsemmisítésük. Ennek során a tűzszerész szakemberek a jóváhagyott eljárásrendjük, technológiai folyamatuk szerint ezeket a lőszerkeket robbantótérben robbanóanyag segítségével elpusztítják. Meghatározott mennyiségű lőszert meghatározott méretű gödrökbe helyeznek, melléjük ugyancsak szigorúan megszabott mennyiségű robbanóanyagot helyeznek, majd a gödör befedése után indítják a robbantást. A Magyar Honvédség tűzszerész szabályzata ennek kapcsán az alábbiakat írja elő:

„5.11.2 A robbantással való megsemmisítés következtében a robbanószerkezet külső burkolata, köpenye (lövedéktest, aknatest, bombatest stb.) repeszekre, szilánkokra esik szét, a benne lévő töltetben végbemegy az a kémiai, fizikai átalakulás, amely a megsemmisüléséhez vezet. Ennek következtében a megsemmisített robbanószerkezetből csak olyan kisebb-nagyobb repesz, szilánkok, burkolatrészek maradnak vissza, amelyek már robbanó- vagy pirotechnikai anyagot nem tartalmaznak, előtálalásuk esetén veszélyt nem jelentenek, illetve a robbanószerkezet eredeti rendeltetése szerint nem alkalmazható.” [6]

„5.12.2 Egy robbantógödörben maximum 250 kg össztömegű robbanószerkezet semmisíthető meg, az indító- és robbanóanyaggal együtt. Amennyiben egy robbanószerkezet tömege ezt meghaladja, akkor az össztömeg határértéke értelemszerűen nem korlátozható.” [6]

„5.13.1 A megsemmisítésre előkészített robbanószerkezetben lévő rob-

banóanyag robbantását indítótöltettel kell végrehajtani. Indítótöltetként az MH-ban rendszeresített szabvány robbanóanyagokat kell felhasználni. Az indítótöltetek robbantáshoz történő előkészítésénél a Robbantási Utasítás előírásait be kell tartani.

5.13.2 Az indítótöltet tömegét és elhelyezését a gyakorlati tapasztalatok alapján és ezen szabályzat 5.11 pontjában megfogalmazottak figyelembevételével úgy kell meghatározni, hogy a robbanószerkezet falának átütését és a robbanóanyag beindulását biztosítsa.” [6]

A fentiekből könnyen belátható, hogy ez a módszer rendkívül költséges. A megsemmisítés során a lőszerből nem marad vissza végtermék, tehát nincs értékesíthető alkatelem. A robbanóanyagok bekerülési költsége is jelentős. Egy 2024-es robbanóanyag ajánlatkérésre a 225 grammos, négyzet alapú hasáb TNT-préstest ára 26,75 EUR, a 420 grammos, hengeres TNT-préstest ára 25,75 EUR vételi ajánlat érkezett (kb. 10 000 Ft/db). Nyilvánvaló, hogy ilyen préstestek tonnára lenne szükség, ha a Magyar Honvédség több ezer tonnás felesleges lőszerkészleteit kellene megsemmisíteni.

Nem elhanyagolható a megsemmisítést követő tevékenységek költsége sem. Robbantással történő megsemmisítés után a talajban rengeteg kisebb-nagyobb repesz, szilánk, burkolatrész marad vissza. Ezért a robbantótér ezekkel szennyezett talaját, a környezetet rekultiválni kell. Egy ilyen rekultiváció költségére a kutatásaim során nem találtam egzakt,



3. ÁBRA. T-72 harckocsiágyú lőszerének megsemmisítésre kijelölt lőportöltetei (A szerző felvétele)

hitelesnek elfogadható összeget, de állítható, hogy az igen jelentős. Függetlenül azonban a konkrét összegtől, a lényeg az, hogy ez is kiadási tétel.

Az egyik legfontosabb pedig, hogy a tűzszerész állomány szaktudásának igénybevétele is költségvonzattal jár (illetmény).

Nem anyagi jellegű kérdés ugyan, de a megsemmisítés elemzésénél mindenképpen fennálló tényező, hogy az effajta kezelési mód rendkívül időigényes is. Ha a tűzszerész szakállomány csak ezeknek az anyagoknak a megsemmisítésével foglalkozna, a több ezer tonna ilyen úton történő ártalmatlanítása éveket, akár egy évtizedet is igénybe venne.

Természetesen néhány esetben elkerülhetetlen ehhez az eljáráshoz folyamodni, mégpedig:

- olyan lőszeralkatelemek esetében, amelyek szétszerelése nem gazdaságos (nem lehetséges) és/vagy aránytalanul veszélyes – például: tűzérési gyújtók, csappantyúk;
- kezelésre veszélyessé vált lőszer esetében, ezek szétszerelésének megkísérlése is tilos;
- nem ismert műszaki állapotú lőszer esetében (mint a fenti példában említett, visszashallt tulajdonjogú lőszerknél).

Látható, hogy a megsemmisítés nem lehet a hadihasználatra alkalmat-

lan és felesleges lőszerkészletektől való „megszabadulás” elsődlegesen alkalmazandó módszere sem gazdasági, sem hatékonysági szempontból.

SZÉTSZERELÉSEL TÖRTÉNŐ HATÁSTALANÍTÁS

A lőszer szétszereléssel történő hatástalanításának során a nyert végtermékek értékesítése reális lehetőség, amely bevételt jelent. Ha ezek nem is érik el a lőszer tárolására, állagmegővására, valamint a szétszerelésükre fordított erőforrások mértékét, kompenzálják belőle valamennyi részt, így ez mindenképpen behozhatatlan előnyt jelent a megsemmisítéssel szemben. A lőszer lőszerként történő értékesítésének nincs reális és széles lehetősége⁴, ezért bizonyossággal állíthatom, hogy ezzel a lehetőséggel szemben is a szétszerelés a preferálandó.

Ennek a szétszerelési tevékenységnek a minél szemléletesebb ismertetésére régebbi és jelenlegi munkákat hozok példaként, melyeknek a dokumentációja rendelkezésemre áll. Sikertől felkutatnom a Magyar Honvédség pusztavacsi lőszerrelő üzeméből⁵, az 1990-es évekből származó ún. munkautasításokat, amelyek a lőszerrelési munkák alapokmányaként szolgáltak. Ezen megtalálható a munka megnevezése, a vonatkozó dokumentációk (pl. technológia utasítás) szá-

ma, az anyagigény, az anyagelszámolás, a nyert végtermékek megnevezése és mennyisége, a költségek, a munkaidő-elszámolás, a MEO (Minőség Ellenőrző Osztály) záradéka. A munkautasításon szerepel a munka tervezőjének, jóváhagyójának, az anyagmozgásokban érintetteknek az aláírása, a MEO képviselőjének kézjegye, valamint a parancsnok, illetve a hatáskörrel megbízott személy láttamozása. Kutatásaim eredményeként az alábbi munkákra vonatkozó ilyen dokumentációk szkennelt verzióival rendelkezem:

- 38/98 számú munkautasítás: 57 mm-es 43M páncéltörő ágyú űrméret alatti lőszer szétszerelése (8249 db) – megnyitva: 1998. november 10., lezárva: 1998. december 17.;
- 6/99 számú munkautasítás: 57 mm-es 43M ágyú páncéltörő-fényjelző lőszer szétszerelése (14537 db) – megnyitva: 1999. január 11., lezárva: 1999. február 12.;
- 13/99 számú munkautasítás: 100 mm-es harcokciágyú páncéltörő-fényjelző lőszer szétszerelés (2800 db) – megnyitva: 1999. február 24., lezárva: 1999. április 06.;
- 16/99 számú munkautasítás: 100 mm páncéltörő lövedék kiolvasztás, rézgyűrű leszedés (2874 db) – megnyitva: 1999. március 23., lezárva: 1999. április 15.;
- 37/99 számú munkautasítás: 76 mm-es repesz lőszer (gyújtóval) szétszerelés (20556 db) – megnyitva: 1999. július 13., lezárva: 1999. november 04.;
- 41/99 számú munkautasítás: 76 mm-es repesz lövedék kiolvasztás (20556 db) – megnyitva: 1999. szeptember 22., lezárva: 1999. december 10.;
- 45/99 számú munkautasítás: 76 mm-es páncéltörő lőszer szétszerelés (15017 db) – megnyitva: 1999. október 19., lezárva: 1999. december 10.;
- 46/99 számú munkautasítás: 76 mm-es páncéltörő lövedék kiolvasztás, rézgyűrű leszedés (15017 db) – megnyitva: 1999. október 19., lezárva: 1999. december 20.

A közelmúltból az alábbi munkautasításokat használtam fel (fellelhetőek az Magyar Honvédség Anyagellátó



4. ÁBRA. 42M védő kézigránatok szétvágásra történő előkészítés előtt (A szerző felvétele)

⁴ Ezek a lőszer egyrészt régi típusúak, az alkalmazó fegyverzetük már ritkán van használatban, másrészt életkoruk magas, műszaki állapotuk nem jó, azaz piacképességük enyhén szólva is kétes.

⁵ Akkoriban ez a szervezet a Magyar Honvédség Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem (Pusztavacs) volt. Jelenlegi megnevezése Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis Lőszertechnikai Alosztály (Pusztavacs).



5. ÁBRA. Egy lőszer széthúzás közben a pneumatikus lőszer széthúzó berendezésben (A szerző felvétele)



6. ÁBRA. 42M támadó kézigránátok szétvágáshoz előkészítve (A szerző felvétele)

Raktárbázis Lőszertechnikai Alosztályánál); ezeket az alosztály akkori vezetőjeként magam hagytam jóvá, szkenelt változataik a birtokomban vannak:

- 9/2021 számú munkautasítás: 42M támadó kézigránát szétvágás (10 080 db) – megnyitva: 2021. augusztus 25., lezárva: 2021. december 15.;
- 1/2022 számú munkautasítás: 42M támadó kézigránát szétvágás (10 080 db) – megnyitva: 2022. január 04., lezárva: 2022. február 25.;
- 2/2022 számú munkautasítás: 7,62 mm-es 39M könnyű lövedékű acélmagvas töltény (LPSZ) kitörése (17 600 db) – megnyitva: 2022. január 25., lezárva: 2022. április 21.;
- 8/2022 számú munkautasítás: 7,62 mm-es 39M könnyű lövedékű acélmagvas töltény (LPSZ) kitörése (53 248 db) – megnyitva: 2022. március 31., lezárva: 2022. augusztus 09.;
- 10/2022 számú munkautasítás: 7,62 mm-es 39M könnyű lövedékű acélmagvas töltény (LPSZ) kitörése (54 560 db) – megnyitva: 2022. május 04., lezárva: 2022. augusztus 11.

Ehelyütt természetesen nem fogom mindegyik munkát kielemezni, de ez nem is szükséges. A szétszerelések során a ráfordított összegek, azaz a kiadások, valamint a bevételek összevetéséhez elegendő, ha egy-egy kiragadott példát ismertetek.

A régebbi anyagokból a 38/98 számú munkautasítást [4] veszem példaként, azaz az 57 mm-es 43M páncél-

törő ágyú űrméret alatti lőszerének szétszerelését (8249 db). E munka során a lőszerhüvely fenekéből kicsavarták a csappantyús csavart, a lőszeret széthúzták, azaz a hüvelyt és a lövedéket szétválasztották. Eltávolították a hüvely tartalmát: a lőport, a gyullasztó lőport, a réz-telenítő huzalt, a rögzítő-távtartó kartonhengereket, a lángcsökkentőket, a flegmatizátor anyagokkal kezelt papírcsíkokat. Mivel űrméret alatti lövedékről van szó, ez nem tartalmazott robbanóanyagot, tehát értelem-szerűen gyújtószerkezetet sem, így ilyen munkafázis itt nem szerepelt. Robbanóanyag helyett a lövedékbe volfrám-karbidból porkohászati úton készített páncéltörő keményfém-magot szereltek (a páncél átütését ez a keményfém-mag végezte a páncélba történő becsapódásakor meglévő mozgási energiájával). Ezt a volfrám-karbid alkatelemet végső lépésként a lövedéktest szétvágásával szintén eltávolították.

A szétszerelés 1898,47 munkaórát vett igénybe, ekkor a dolgozók átlagóránként 129,45 Ft volt, azaz az összes munkadíj 245 756,9 Ft volt. A rezsivel és a segédanyagok értékével együtt az összes ráfordítás 2 410 097,5 Ft volt.

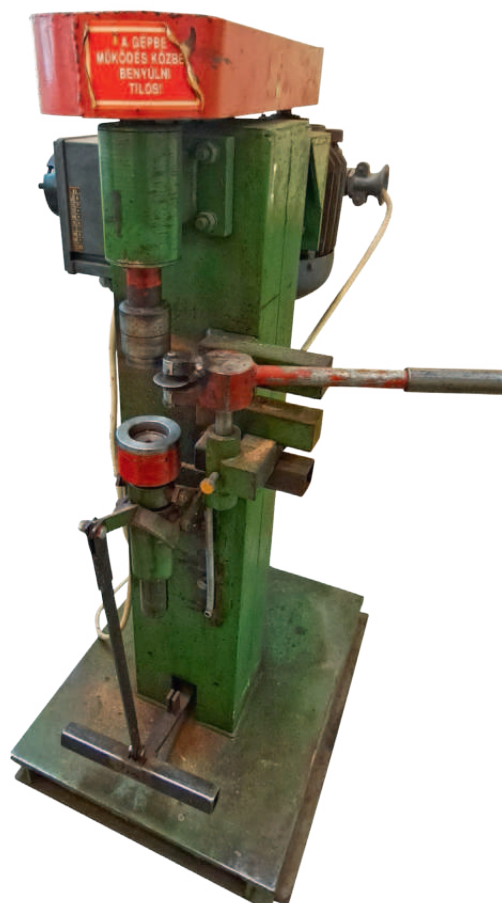
A lőszer szétszereléséből az alábbi értékesíthető végtermékeket nyerték ki:

- sárgarézhulladék (lőszerhüvely): 15 310,00 kg;
- lőpor: 13 338,83 kg;

- alumínium: 808,00 kg;
- volfrám-karbid: 4099,00 kg;
- szerkezeti acél: 9115,00 kg;
- fahulladék: 5500,00 kg.

Kutatásaim során nem találtam egységes adatokat a fenti anyagok 1999-es piaci értékére, ezért egységesen mindent 100 Ft/kg áron számolva a kinyert anyagok által képződött bevételre

7. ÁBRA. 42M kézigránát-szétvágó berendezés (A szerző felvétele)





8. ÁBRA.
Pneumatikus
lőszerszállító
berendezés
(A szerző felvétele)

4 817 083 Ft-ot kapunk. Azaz viszonylagos nyereség képződött (bevételből kivonva a ráfordítást): 1 856 985,5 Ft. Azért nevezem viszonylagos nyereségnek, mert a ráfordítások között nem vettük számításba a lőszerre fordított azelőtti költségeket (tárolás, rakodási munkák, műszaki állapotellenőrzések, laboratóriumi vizsgálatok költségei), mielőtt szétszerelésre bekerült volna a szerelőüzembe. Ezeket is figyelembe véve nem beszélhetünk valós nyereségről, azonban ahogy azt már korábban hangsúlyoztam: legalább valamennyi bevételt képezünk, azaz valamennyi pénzt visszanyerünk a ráfordításokból a lőszeralkatelemek értékesítése útján.

A közelmúltból az 1/2022 számú munkautasítás, azaz a 42M támadó kézigránát szétvágásának (10 080 db) adatait ismertetem.

Ez a szétszerelés 422,4 munkaórát vett igénybe, ekkor a dolgozók átlagóránál 2 726,5 Ft volt, azaz az összes munkadíj 1 151 673,6 Ft-ot tett ki. A rezsi- és a segédanyagok értékével együtt az összes ráfordítás 1 170 993,6 Ft volt.

A kézigránátok szétvágásából (szétszereléséből) az alábbi értékesíthető végtermékeket nyerték ki:

- lazalemez-hulladék (acéllemez): 2217,6 kg;
- TNT préstest (ép és zúzott vegyesen): 1209,6 kg;
- fahulladék: 45158,4 kg.

Az értékesíthető anyagokból 1 816 416 Ft bevétel lett volna képezhető, az alábbiak szerint:

- lazalemez-hulladék (70 Ft/kg): 155 232 Ft;
- fahulladék (10 Ft/kg): 451 584 Ft;
- TNT préstest (nincs hivatalos adat, ezért 1000 Ft/kg árral számoltam): 1 209 600 Ft.

Eddig azonban csak a fém- és fahulladékok értékesítése történt meg.

Természetesen ebben az esetben is érvényes az előző megjegyzésem a viszonylagos nyereségre vonatkozóan.

KÖVETKEZTETÉSEK

Tanulmányomban igyekeztem átfogóan bemutatni a hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek – amelyek tárolása akut problémát jelent a Magyar Honvédség számára – lehetséges kezelési módszereinek gazdasági vetületeit, a kiadás-bevétel viszonyát. Részletesen foglalkoztam az egyes módszerekkel, ahol csak tettem, pontos, dokumentált számokat említettem.

Összevetve a három vizsgált módszert – értékesítés, megsemmisítés, szétszerelés –, konklúzióként kimondhatom, hogy amennyiben lehetséges, és nincs valamilyen akadályozó tényező (pl. a lőszer veszélyes), akkor ezeknek a lőszerkészleteknek a kezelése leggazdaságosabban a szétszereléssel történő hatástalanítás útján

valósítható meg. A tanulmányommal – véleményem szerint – bizonyítottam, hogy napjainkban gazdasági szempontból reálisan ez a legmegfelelőbb út.

A szétszerelésekre vonatkozó munkautasítások adatait felhasználva kimutattam, hogy mind a múltban, mind a jelenben „megérte” a felesleges lőszer szétszerelése, mint ahogy fentebb említettem, bevétel képezhető a nyert végtermékek, azaz a lőszer alkatelemeinek értékesítéséből. Ezeknek az elemeknek a nagy része (az „éles elemeket”, mint például a lőporokat, robbanóanyagokat leszámítva) könnyen értékesíthető, engedélyt nem igényelnek, mivel egyszerűen különféle fém- és fahulladékok. Az „éles elemek” piacra vitele is könnyebb, mint a teljes lőszerké, mivel ezek így nem komplett harcanyagok. Bányászati, építőipari célokra alkalmasak, és az 1990-es években ilyen célra hatalmas tételekben vásárolták meg ezeket, beleértve külföldi vevőket is. Jelenleg is az eladás a fő nyomvonal, bár egyelőre csak a veszélytelen alkatelemek tekintetében.

Gazdaságossági szempontból fő megállapításként pedig megismétlem: a lőszer szétszerelése során kinyert végtermékek értékesítéséből származó bevételek – ha nem is éri el a lőszer tárolására, állagmegóvására, valamint a szétszerelésükre fordított erőforrások mértékét – kompenzálják belőle valamennyi részt. Mivel nem kérdés, hogy ezeknek a kockázatot jelentő lőszernek a megnyugtató kezelése elsőrendű, célszerű a leggazdaságosabb módszer kiválasztása. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Éles Péter: Hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek kezeléséről. Honvédségi Szemle, 150. évf., 5. szám (2022). pp. 105–111. <https://doi.org/10.35926/HSZ.2022.5.8>;
- [2] Éles Péter: A lőszer életciklusa a központi tárolástól a rendszerből történő kikerülésig. Honvédségi Szemle, 151. évf., 1. szám (2023). pp. 80–90. <https://doi.org/10.35926/HSZ.2023.1.6>;
- [3] Éles Péter: Hatékonyságnövelés műszaki-technológiai fejlesztésekkel a felesleges lőszer szétszereléssel, elműködtetéssel történő hatástalanításában. Honvédségi Szemle, 152. évf., 4. szám (2024). pp. 82–93.;
- [4] 38/98 számú munkautasítás: 57 mm-es 43M páncéltörő ágyú űrméret alatti lőszer szétszerelése (8249 db) – MH Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem (Pusztavacs), 1998. A szerző birtokában;
- [5] 1/2022 számú munkautasítás: 42M támadó kézigránát szétvágás (10 080 db) – MH Anyagellátó Raktárrendszer Lőszertechnikai Alosztály (Pusztavacs), 2022. A szerző birtokában;
- [6] A Magyar Honvédség tüzészség szabályzata (Mű/41). A Magyar Honvédség kiadványa, 2014.

LUCZ ZSOLT*

HELIKOPTERES VESZÉLYHELYZETI ELJÁRÁSOK OKTATÁSA A KIKÉPZÉS KEZDETI SZAKASZÁBAN A MAGYAR LÉGIERŐBEN



1. ÁBRA. AS-350B könnyű kiképzőhelikopter a magyar légierő kötelékében (Fotó: Hamza Norbert)

Összefoglalás: Az első helikopter megalkotása óta a tudomány képviselői és a mérnökök folyamatosan arra töreksenek, hogy minél biztonságosabb gépeket tervezzenek és állítsanak gyártásba, majd használatba. Bár napjaink forgószárnyasai magasfokú megbízhatóságról tesznek tanúbizonyságot, és a hibák előfordulásának esélye az üzem-bentartási szabályok betartása esetén csekély – köszönhetően például a duplikált kritikus rendszereknek –, a legkevésbé várt pillanatban alakulhat ki vészhelyzet. Ahhoz, hogy ezeket a helyzeteket megfelelően kezeljük, nélkülözhetetlen a felkészülés, amelyet kiképzéssel, majd rendszeres gyakorlással valósítanak meg és tartanak fenn. Cikkemben a légijárművezető-szokról érkező hallgatókat is érintő két fő vészhelyzeti gyakorlatot mutatom be, amelyek a pályakezdő pilóták számára biztos alapokat nyújtanak.

Kulcsszavak: helikopter, AS-350B, Zlin, vészhelyzet, emberi tényező

Abstract: Since the creation of the first helicopter, the representatives of science and engineers have been continuously striving to design and produce machines as safe as possible. Although today's rotary wing aircraft – thanks to the duplicated systems, for example – are highly reliable and the chances of failures occurring are low if the operating rules are followed, emergency situation can still occur at the least expected moment. In order to manage these cases properly, preparation for such emergencies is essential, which is achieved and maintained through training and then regular practice. In my article, I will present two main emergency drills, which are also relevant for students coming from the pilot training course and provide a solid basis for pilots starting their career.

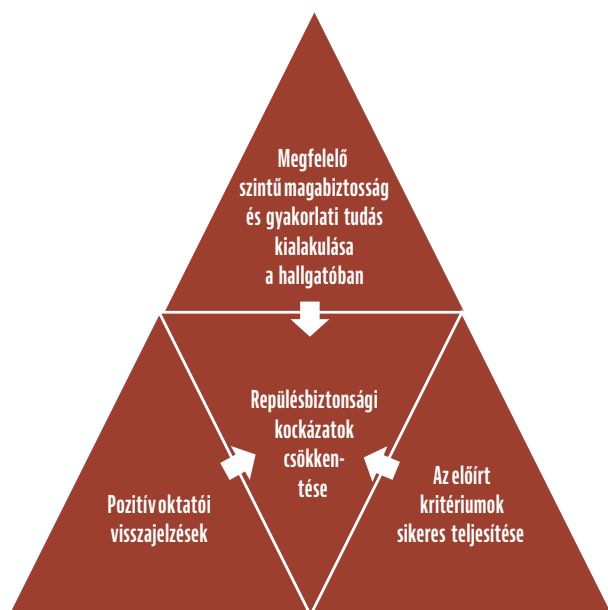
Keywords: helicopter, AS-350B, Zlin, emergency, human factor

AZ ISKOLAPADTÓL A HELIKOPTERES KÉPZÉSIG

A honvédelmi tárca 2014-ben kezdte meg a repülőhajózóutánpótlás-koncepció kidolgozását. Az állami és polgári repülésben is problémát jelentett a folyamatos pilótahiány, emellett az állami szférában az új típusok beszerzése és a hajózók átlagéletkorának növekedése az elkövetkezendő években folyamatos és új szerkezetű képzésen alapuló utánpótlást tett szükségessé. Az új képzési rendszerben résztvevők a 2018/2019-es tanévtől kezdték meg tanulmányaikat a Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karán. Az első két évben az elméleti ismeretek elsajátítása történik az iskolapadban, a következő két évet pedig Szolnokon, az MH Kiss József 86. Helikopterandárnál (korábbi nevén MH 86. Szolnok Helikopterbázis) töltik gyakorlati képzésen.

* Doktorandusz, főhadnagy, MH Kiss József 86. Helikopterandár, Vegyes Kiképző Repülő Század, oktató helikoptervezető.
ORCID:
0009-0002-9801-8681





2. ÁBRA.
Repülésbiztonsági
kockázatok csökkentő
tényezők (A szerző
szerkesztése)

A képzés első fázisa merev szárnyú, Zlin 242L és Zlin 143LSi repülőgéptípusokon történik. Az alapvető repülési készségek és manőverek elsajátítása alatt a hallgatóknak már rendelkezniük kell a veszélyhelyzetek elhárítására irányuló tudással. Erről a gyakorlati repülések megkezdése előtt írásbeli vizsgán adnak számot. Ezenkívül a repülések megkezdése előtti eligazításokon, szóbeli formában is elvárt helyesen válaszolniuk az oktatók által felvázolt kényszerhelyzeti kérdésekre. A hallgatók felé támasztott elvárások ezen a téren a 2018/19-es tanévtől kezdve nem változtak. Természetesen ebben a képzési szakaszban az oktató felelőssége a levegőben esetlegesen kialakult valós problémák szakszerű és biztonságos megoldása, de elengedhetetlen, hogy a növendék is tisztában legyen a kialakult helyzettel, és megtanulja azt az előírásoknak megfelelően kezelni. Ezen tényezők mind a repülésbiztonsági kockázatok csökkentik, hiszen kialakul az oktatókban egyfajta bizalom, a hallgatókban pedig egyfajta magabiztosság. (2. ábra)

A merev szárnyú képzés egyben szűrő is, hiszen a valós repülést semmilyen előzetes elméleti képzés és teszt nem képes helyettesíteni, de azok sikeres elsajátítása nyilvánvalóan szükséges a repülés megkezdéséhez. Az oktatóknak a hajózójelölteket az első önálló repülésig meg kell

tanítaniuk a repülés során előforduló legkritikusabb veszélyhelyzetek kezelésére, majd azt követően rendszeresen ellenőrizniük kell eme jártasságuk meglétét. A szimulált vészhelyzeti gyakorlatokban megszerzett készség megléte pedig a repülésbiztonsági kockázatokat tovább minimalizálja.

AZ AS-350B LEGFŐBB VESZÉLYHELYZETEI

A merev szárnyú (Zlin-es) fázist sikeresen teljesítő, majd helikoptervezetést tanuló hallgatók a felkészítésüket AS-350B típusú könnyű, többcélú helikopteren folytatják. A két AS-350B Écureuil (Mókus) 2016. június 16-án, sárga színűre festve, a bázis címerével és a KIKÉPZŐ1 és KIKÉPZŐ2 oldalfelirattal az MH 86. Szolnok Helikopterbázison állt hadrendbe 101 és 102 oldalszámmal. A helikoptereket 1991-ben az Országos Mentőszolgálat (OMSZ) állította szolgálatba, végül a Magyar Légimentő Nonprofit Kft. térítésmentesen adta át a honvédségnek. [1] Megbízhatósága és sokoldalúsága helyezte ezt a típust kiemelt szerepkörbe a világ számos országában. A gép maximális felszállótömegéhez (1950 kg) képest nagy a hajtóműtengelyen leadott teljesítménye (478 kW) [2], továbbá a forgószárnyagy Starflex¹-rendszerű kialakításának is köszönhetően a helikopter gyorsan reagál a kormánymozdulatokra, így könnyen és jól manőverezhető. Felépítése és üzemeltetése ennek megfelelően egyszerű, a repülés technikája viszonylag könnyen elsajátítható rajta, így kiképzési célra is tökéletesen alkalmazható.

Hasonlóan a Zlin-es képzéshez, a hallgatóknak a helikopteres képzés során is számos követelménynek kell megfelelniük, és jelentős mennyiségű ismeret elsajátítására van szükségük, mielőtt gépbe ülhetnek.

A típusra került hallgatók később minden bizonnyal helikoptervezetőként helyezkednek el, így az AS-350B oktatóinak elengedhetetlen, hogy magas elvárásokat támasszanak irányukban. Az elméleti oktatás a következő tantárgyakat tartalmazza: helikopteraerodinamika; légijog- és szabályzatismeret; repülőtérrrend;

műszaki ismeretek; rádiólevelezés; meteorológia; típusismeret, beleértve a veszélyhelyzeteket.

Az elméleti felkészítés során a témaköröket a tantervben előírt óraszámokban adják le, ahol a veszélyhelyzetek és az egyes elemekhez kapcsolódó veszélyek és hibák kezelésének ismerete (Threat and Error Management – TEM) kiemelt szerepet kap. A helikopter üzemeltetésében szereplő összes meghibásodás és veszélyhelyzeti tevékenység ismerete kötelező, azonban cikkemben csak két magas kockázatú, repülés közbeni kényszerhelyzeti eljárás oktatását mutatom be, amelyek nem megfelelő ismerete és végrehajtása súlyos következményeket eredményezhet. A veszélyhelyzeteket alapvetően két kategóriába lehet sorolni: az azonnali beavatkozást igénylőkre, valamint azokra, ahol a megfelelő helyzetértékelés után nincs szükség a gyors és azonnali beavatkozásra.

A kiképzés során, tapasztalati tények alapján vannak egyszerűbben és nehezebben elsajátítható, kevés vagy több veszélyt, hiba elkövetésének lehetőségét tartalmazó gyakorlatok. A képzési programokat ezek figyelembevételével állítják össze, majd hajtják végre, amelyekbe az oktató a növendék egyéni képességének és előrehaladásának megfelelő változtatásokat épít be. Ennek ellenére a növendékek számára ismeretlen a környezet, így az egyszerűnek tűnő elemek is komplikálttá válhatnak. Például a kezdeti szakaszban a leszállás során a megközelítés utolsó fázisában a szakszerű és biztonságos leszállás végrehajtása (mint alap feladatkövetelmény) meghaladhatja a pilóta képességeit. Ennek bekövetkeztakor beszélhetünk az elfogadható kockázati határ túllépéséről. Esetünkben a leszállás végrehajtásában mind oktatói, mind hallgatói szempontból több szempontból is kritikus az alábbi néhány faktor:

- a növendék finommotorikus mozgásai még nem alakultak ki;
- a végrehajtási rutin és figyelemmegosztás, a megfelelő munkaterhelés még nem alakult ki;

¹ Starflex-rendszer: üvegszál-erősítésű, kompozit anyagból kialakított, csukló és csapágy nélküli forgószárnylapát-bekötési mód az agyhoz. Karbantartási igénye alacsony, és ezzel a megoldással a korróziós problémákat és a vibrációs szintet is sikerült minimálisra csökkenteni.

- a leszállás során bármely pillanatban bekövetkezhet váratlan külső hatás (pl. turbulencia, szélnyírás);
- az oktató tapasztalata és oktatási technikája hogyan és meddig engedi a hallgatót magától ténykedni, mielőtt kritikussá válna a helyzet;
- a bizalom megléte tanár és diák között és az oktatást elősegítő légkör fontossága. A hallgató sokkal nyugodtabb és koncentráltabb tud maradni, ha biztonságban érzi magát, az oktató pedig ezáltal türelmesebb lesz a diákkal szemben, több mozgásteret hagyva neki;
- időfaktor és nyugalom a fedélzeten, megfelelő időbeosztás és feladatismertet.

Ha ezen tényezőket nem hagyjuk figyelmen kívül, és időt fordítunk ezek előzetes megbeszélésére, a kockázati határ átlépésének valószínűsége – tapasztalatom szerint – csökkenthető. A repülések előtti felkészüléseken és az eligazításon ezeken felül fontos tisztázni az alábbiakat:

- Mi a pontos feladat és mi a képzési cél?
- Mikor tekintjük a képzési célt elértnek?
- Mi a feladat végrehajtásának rendje, és melyek az osztályzási, értékelési irányelvek?
- Milyen veszélyeket rejt a feladat végrehajtása, és melyek a gyakran elkövetett hibák?
- Mi a kockázati határ, ahol az oktató be fog avatkozni a végrehajtásba?
- Ezek után a kiképzendőnek mit kell tennie, mikor és ki vezet?
- Melyek a repülés várható és megengedett időjárási körülményei?
- Légiforgalmi helyzet a légtérben, forgalom, légtérfoglaltság.

A kiképző repülések, veszélyhelyzetek gyakorlása előtt ezen kérdések tisztázása rendkívül fontos, ezért kötelező. A vészhelyzeti feladatoknál a megfelelő felkészültség, az idő, a higgadság és a kommunikáció kulcsfontosságú, hiszen legtöbbször a másodperc törtrésze alatt kell elemezni és döntést hozni. A kockázatok csökkenthetők, ha rendelkezésre áll meg-

felelő szimulátor vagy szimulációs rendszeren alapuló kiképzési eszköz, ahol a vészjáráások alacsony kockázat mellett nagy hatékonysággal oktathatók.

Az alábbiakban két alapvető veszélyhelyzeti eljárás oktatását mutatom be, amelyeket a légijármű-vezető szakon, azon belül helikopteres vonalon tanulmányokat folytató növendékek a gyakorlati képzésük során elsajátítanak.

AUTOROTÁCIÓ

Az autorotáció (a forgószárny önforgási üzemmódja) oktatása és gyakorlása során szimulálható a hajtómű-meghibásodás vagy a farklégcsavar-meghajtás elvesztése egy-egy repülési feladat során. Légi járművön, kiképzési cellal, a kockázat kezelése miatt, csak az előbbi hajtjuk végre. Ehhez természetesen pontosan előírt eljárásnak kell megfelelni, amelyet részben a helikopter üzemeltetési utasítása, részben pedig a kiképzési utasítás határoz meg. [3] [4] Valós hajtóműállás és annak imitálása során előírt tevékenység szerint a kollektív (egyesített vezérlő-) karral azonnal kis beállítási szögbe állítjuk a forgószárnylapátokat a megfelelő forgószárny-fordulatszám megőrzése érdekében, majd helyzetelemzést (és annak megfelelő döntéshozatalt) követően kell a karokat és kapcsolókat kezelni, és legvégül a rádiózást végrehajtani. Az AS-350B esetében a főreduktor, kialakításából fakadóan rendelkezik szabadonfutóval, amely célja a forgószárny leválasztása a hajtóműről, hogy szabadon foroghasson, és a lassuló hajtómű ne fékezze azt. Gyakorlás során a forgószárny-fordulatszám szabályozása céljából csak a lapátok beállítási szögének változtatása megengedett, a hajtómű teljesítményének tüzelőanyagszabályzó karral történő változtatása nem. Fontos, hogy a járó hajtómű melletti autorotációs gyakorlás, annak teljesítményének alapjáratra helyezése nélkül (csupán a beállítási szög változtatásával) hatásmechanizmusban eltér a valós

helyzettől. Míg első esetben a túlpörgés veszélye áll fenn, utóbbi esetben a forgószárny fordulatszámának megtartása okozhat nehézséget.

Biztonsági okokból a gyakorlást a repülőtér erre kijelölt részén hajtjuk végre, hogy egy esetleges tényleges hajtóműállás vagy szabályozórendszer-hiba esetén, amikor a teljesítmény nem állítható vissza, akkor a leszállás helye megfelelő legyen a kényszerleszállás végrehajtására (lehetőleg kemény felületű legyen, amely a felborulás veszélyét csökkenti). A pályaküszöb eléréséig beállítjuk az előírt sebességet és magasságot, majd ellenőrizzük minden paramétert (3. ábra):

- sebesség: 65 csomó (120 km/óra);
- magasság: 1000 ft (305 méter) QNH² (LHSN³ repülőtér esetében ez ~700 ft AGL⁴);
- normál üzemeltetés értékei;
- kiválasztott leszállási terület alkalmassága;
- szélirány (célszerű a manővereket mindig széllel szemben végrehajtani, ugyanis a földet érés sebességét a szél befolyásolja).

Az elsajátítás megkönnyítésére az autorotáció gyakorlását négy részre osztjuk (3. ábra): bevitel, autorotálás manőverezéssel, felvétel (flare)⁵ és földet érés, kicsúszás. A gyakorlást megelőzően szükség van arra, hogy a gép rendeltetésszerű működéséről megbizonyosodjunk, amely elősegíti a növendéknél a normál és biztonságos üzemeltetés paramétereinek a berögzülését a gyakorlatban, kialakul benne egy figyelési sorrend, így a későbbiekben készségszinten tudja azt alkalmazni, amely valós probléma esetén döntő mértékben redukálhatja a ténykedéshez szükséges időtartamot.

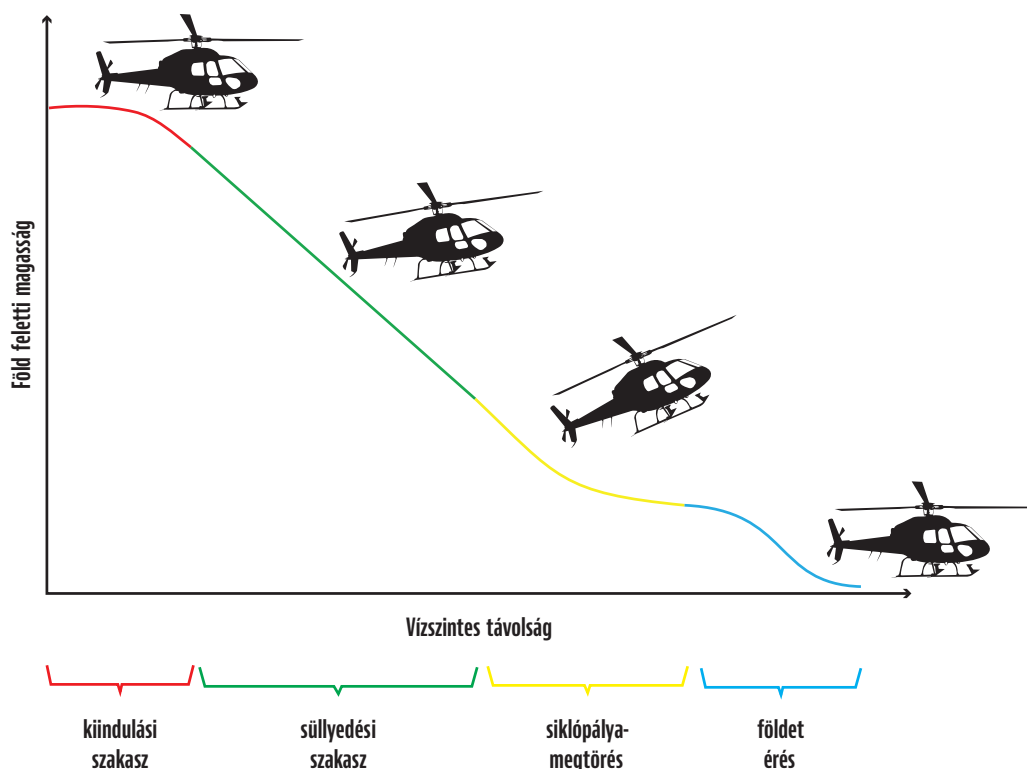
A 3. ábra első mozzanatában látható az autorotációba történő bevitel. Az önforgási üzemmódot kiváltó hajtómű-teljesítménnyel kapcsolatos eseményt követően az elvárás szerint maximum 2 másodpercen belül a kollektív kart alsó helyzetbe szükséges állítani a forgószárny-fordulatszám megőrzésére, de figyelmet kell fordítani az esetleges túlpörgésének megakadályozására

² Átlagos tengerszintre vonatkoztatott nyomásérték, amely beállításával a barometrikus magasságmérő kalibrálható.

³ Szolnok katonai repülőtérének ICAO-kódja.

⁴ Above Ground Level – Föld feletti magasság.

⁵ Siklópálya-megtörés, ahol a gép orrát a vízszinteshez képest fentebb tartjuk, azáltal fékezve a légi járművet.



3. ÁBRA. Az autorotáció folyamata (A szerző szerkesztése)

is. A bevitel másik fontos részlete a megfelelő bólintási helyzet megtartása és az oldalirányú csúszás (slide-slip) elkerülése, kiegyensúlyozása.

A 3. ábra második szakaszában a kollektív kart alsó (lenti) helyzetbe állítottuk, fokozott figyelmet fordítva a forgószárnyfordulat megengedett limitjeire (alsó és felső értékekre), amelyeket állandó bólintási szög mellett a kollektív karral szabályozunk. Fontos, hogy a manőver során a növendék folyamatosan tartsa az előírt paramétereket és a kiválasztott irányt, valamint figyelje a leszállásra alkalmas kijelölt területet. (4. ábra) Ennek érdekében a tekintete folyamatosan vándorol, nem ragad le egy-egy elemnél, és többségében a kabinból kifelé irányul (horizont helyzet a pilótafülké-

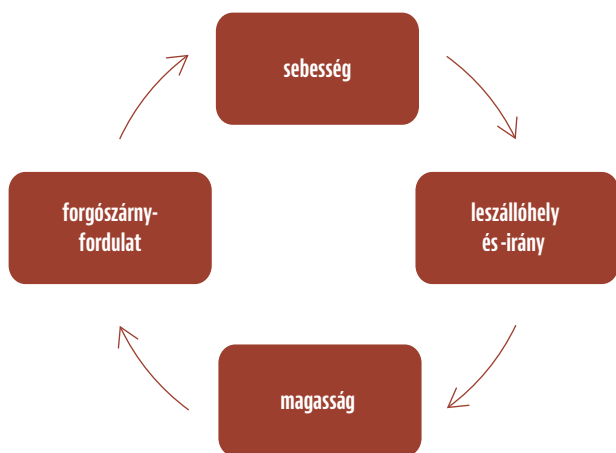
hez viszonyítottan és a siklópálya a leszállóhelyhez képest). Az autorotáció harmadik fázisa az úgynevezett „flare”, amihez már a gyakorlat megkezdése előtt be kell állítani a rádió-magasságmérőn kezdetben 130 ft terep feletti magasságot (AGL), majd 100 ft AGL magasságot, amely pozitív irányba kissé eltér az éles helyzetben alkalmazandó siklópálya-megtörés magasságától a kiképzés kezdeti fázisában, hogy a biztonság megfelelő szintje fenntartható legyen. A „flare” célja elsődlegesen az intenzív süllyedési sebesség csökkentése, valamint a megfelelő földet érési sebesség beállítása. A forgószárnyfordulatra itt is kiemelt figyelem jut. Ha az értéke a megengedett maximális közelébe kerül a „flare” megkezdése előtt, a kollektív kart enyhén meg kell emelni, elkerülve ezzel a gyakorlás során a túlpörgést. Ha azonban a fordulatszám értéke az alsó tartományban van, a botkormány hátrahúzásával kezdjük a siklópálya-megtörést, és ebben az esetben tilos a kollektív kart megemelni. A helikopter bólintási szögét a leszállóhely hosszának megfelelően megemeljük, kezdetben kb. 20 fokig, majd ezt tartva (elkerülve az emelkedést) fokozatosan csökkentjük a függőleges süllyedési és az előre haladó sebességet. Valós helyzetben a pilóta képességeihez a megfelelő terület rendelkezés-

re állása és méretei is meghatározók lesznek, amelyből a pilótának csak az előbbire lesz ráhatása. Kedvezőtlen helyzetben (előnytelen terület, időjárás stb). esetén a gépparancsnok maximális szakmai tudása is csak a károk minimalizálásához elegendő, ahol legfőbb cél az élet védelme. Az autorotációs gyakorlat kezdő pilóták esetében, érzésszinten nagyban hasonlít egy zuhanáshoz, hiszen ilyenkor a vertikális süllyedési sebesség 6–8 m/s vagy több is lehet. Ilyen süllyedési ütemmel maximum 30 s után a helikopter már földbe csapódna megelőző ténykedés nélkül. Az első gyakorlások során a növendék számára természetes módon minden végrehajtás érzete a valóságnál jóval gyorsabbnak tűnik, mivel magas munkaterhelésnek van kitéve, és számára új és rendkívül összetett feladatot kell végrehajtania. Emiatt nem a valós flare-magassággal történik a gyakorlás mindaddig, amíg meg nem szokja a gyakorlat sajátosságait és ütemét. Rendkívül fontos elkerülni, hogy az aerodinamikai fékezés során a gép orrát túl magasra emelve emelkedésbe kezdjen a helikopter.

A harmadik szakasz utolsó fázisában a légi jármű föld feletti sebessége fokozatosan csökken, és a gép elkezd megülni. Miután az előre haladó sebesség kellőképpen lecsökkent, és a helikopter elkezdene nagymértékben süllyedni, a botkormányt előre nyomjuk, közelítve a gépet a vízszintes helyzethez, illetve a kollektív kart egyenletes, közepes intenzitással elkezdjük emelni, hogy csökkentsük a földet érés függőleges sebességét. Mivel a forgószárnyfordulatot igyekeztünk állandó és maximális környéki értéken tartani, a helikopter az átnyomást követően még rendelkezni fog annyi mozgási energiával, amely elegendő lesz a földet érés intenzitásának csillapítására.

Az önforgási üzemmód utolsó fázisa a leszállás és kicsúszás. A földet érési sebességet a „flare” minősége és a rendelkezésre álló terület hossza határozza meg. A legnagyobb kihívást a kis terület, így a kis földet érési sebesség jelenti, amelyet a kiképzés kezdeti szakaszában kerülünk. Az esetek legnagyobb százalékában – a kiképzés során is – úgynevezett repülőgépszerű leszállást hajtunk végre alacsony előre haladó sebességgel

4. ÁBRA. Autorotáció során alkalmazandó ellenőrző folyamat (A szerző szerkesztése)



(20–45 km/h). [5] A kicsúszás hossza a kollektív kar közepes sebességű leengedésével rövidül, a botkormány hátrahúzása (vízszintes helyzetén túl) a földet érés pillanata előtt nem megengedett.

FAROKLÉGCSAVAR-VEZÉRLÉS MEGHIBÁSODÁS

Faroklégcsavar-meghibásodás esetén számos probléma adódhat, de alapvetően két főbb lehetséges problémát feltételezhetünk. Első esetben a faroklégcsavar meghajtása hibásodhat meg, ezáltal megszűnik a hajtómű felől érkező teljesítmény átadása, így a faroklégcsavar csak a levegő általi megfűvás következtében marad forgásban. A második esetben pedig a faroklégcsavar vezérlése nem irányítható, más szóval a pilóta nem lesz képes a pedálokkal vezérelni a helikopter függőleges tengely körüli elfordulását. Ebben az esetben három lehetséges hiba állhat fent:

- a vezérlés teljes egészében megszűnik;
- a teljesítménypedál (AS-350B esetében a jobb pedál) beragad;
- a teljesítménypedállal ellentétes oldali pedál beragad.

Az AS-350B faroklégcsavar vezérlése (5. ábra) a pedáloktól a faroktartó bekötéséig „flexball”-rendszerű, onnan pedig rudazat segítségével válik át a végreduktorig. Ott egy 90°-os himbát hoz működésbe, amely szabályzórudakon keresztül kapcsolatban áll a faroklégcsavarral, változtatva ezáltal annak beállítási szögét. Ha a rendszer bármely apróbb elemében meghibásodás lép fel, a pedálok működésképtelenné válhatnak. Ilyen esetben szükséges a probléma gyors felismerése és szakszerű megoldása. KIAS⁷ 80 sebesség felett a pilóta valószínűleg észre sem veszi a rendellenes működést, amíg a teljesítményben nem következik be változás. KIAS 80 alatt viszont a helikopter útirányú stabilitását biztosító függőleges vezérsík hatékonysága csökken, így a probléma beazonosítása a lábalkormány ellenőrzését és a kormányozhatósági teszt

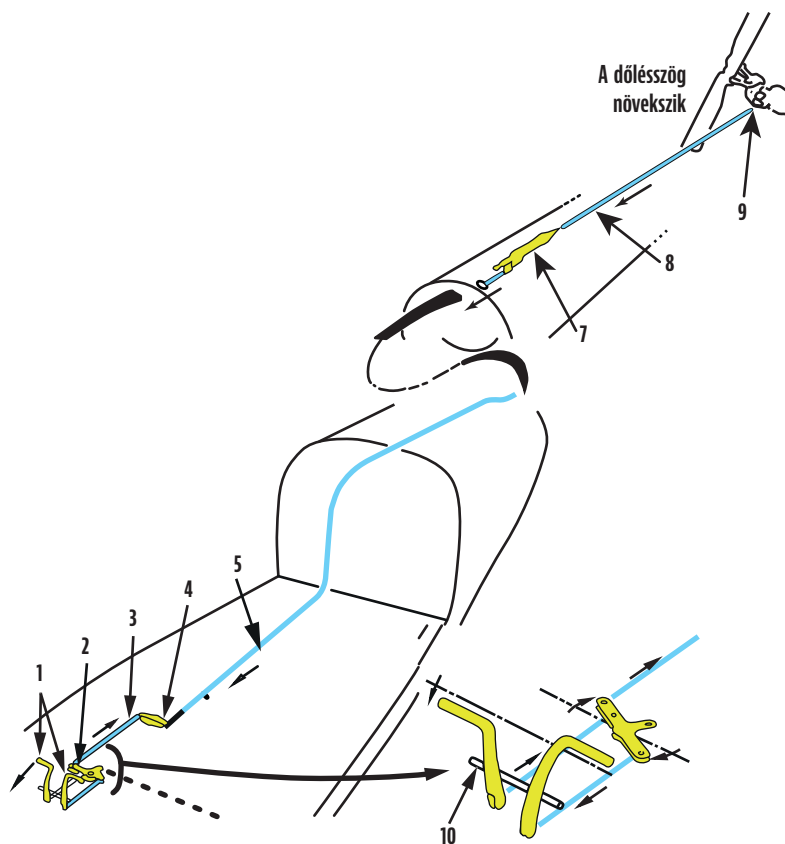
végrehajtását követően lehetséges. A kormányozhatósági teszt két dolgot mutat meg: a meghibásodás jellegét és a vészlejárás során a földet érés szükséges sebességét, amennyiben a leszállás nem autorotálással történik.

A típus szabályzói szerint, ha ezen veszélyhelyzet gyanúja beigazolódik, a függésből történő leszállás tilos, és a leírt eljárás értelmében úgynevezett run-on landing⁸ alkalmazandó. Fontos, hogy a legjobb vészlejárás a megelőzés, amely a faroklégcsavar esetében különösen igaz. Ellenőrizetlen területen történő üzemelés során a faroklégcsavar védelme kiemelt fontosságú, mivel a sérüléséből adódó helyzet kockázati szintje magas, a gyorsításra nem lesz mód, azonnali teljesítménycsökkentéssel kell leszállni, amelynek a sikere a helikopter alatti területtől nagyban függ.

A bejövétel során a pilóta csupán a botkormány és a kollektív kar mozgásával képes irányítani a helikoptert, ahol a forgószárny által létrehozott reakciónyomatékot hasznosítja.

Amennyiben növeljük a beállítási szögét (emeljük a kollektív kart), úgy növelni fogjuk a forgószárny reakciónyomatékát, így az erőhatás a forgásiránnyal ellentétesen fogja elfordítani a gép orrát, ha pedig csökkentjük az állásszögét, úgy a gép a forgásiránynak megfelelően fog visszafordulni. Süllyedés és emelkedés során pedig – jobbforgású forgószárny esetében – a süllyedést jobbra, az emelkedést pedig balra hajtjuk végre.

Amennyiben sikerült a gépet a kiválasztott leszállóterület vonalába irányítani, úgy egy lapos bejövetelet alkalmazva kíséreljük meg a leszállást. Ennél a bejöveteleti profilnál (és ennél a veszélyhelyzeti eljárásnál) kis magasságon relatív nagy előrehaladási sebességgel (a leszállási terület küszöbénél megközelítőleg 2–3 méter magasan és közel 100 km/óra sebességgel) érkezünk meg, ahol a gép folyamatos oldalcsúszásban (úgy mond „kilincscsel előre”) van. Itt a gépet szigorúan finom mozdulatokkal fékezzük csak a



5. ÁBRA. Az AS-350B faroklégcsavar vezérlési rendszere:
1. pedálok;
2. himba;
3. rudazat;
4. himba;
5. flexball;
7. szervovezérlő;
8. végreduktor bemeneti rudazat;
9. faroklégcsavar beállítási szög-vezérlő;
10. pedálok forgási csomópontja [3]

⁶ A Flexball kábeles kialakítás rendkívül flexibilis vezérlési megoldás; a rudazatos vezérléssel ellentétben hajlékonyabb és nagyobb hatásfokú.

⁷ Knots Indicated Airspeed: csomóban (kt.) kijelzett légsebesség, amely a fülkében kijelzésre kerül.

⁸ „Repülőgépszerű leszállás” a helikopteres repülésben alkalmazott leszállás egyik típusa, ahol a helikopter megadott előrehaladási sebesség mellett ér földet.



6. ÁBRA. Egy AS-350B típusú helikopter a földet érést megelőző pillanatban (Fotó: Baranyai László)

botkormány oldalra-hátra mozgató-sával, ugyanis a kollektív kar intenzívebb használata a gép orrának elfordulását eredményezheti. (A magasság csökkentése a rotor forgatónyomatéka miatt jobb fordulóban könnyebb, valamint a jobbról érkező oldalszél preferálandó leszállásnál). AS-350B esetében 20 csomós (~ 35–40 km/óra) előrehaladási sebesség alatt az átstartolásra nincs lehetőség, ezért a sebesség megfelelő értéken tartásának nagy szerepe van. Ezen felül célszerű egy kormányozhatósági teszt végrehajtása (viszonylagosan magasan és egyenes vonalon vízszintesen), amelyet a földet érési sebesség meghatározására hajtunk végre. Amennyiben a helikoptert kellően lelassítottuk, már csak az időzítésen múlik minden. A pilótának a megfelelő időpillanatban, a földtől alig 1 méter magasságban kell

a megfelelő mértékben emelnie a kollektív kart, és ezzel egyidőben fordítania a gép orrát, hogy amikor az a kívánt leszállási irányba ér, a botkormány segítségével letegye a gépet. Ha túl hamar vagy a szükségesnél nagyobb mértékben emeli a kollektív kart, a gép orra tovább fordul a kívánt iránytól, ezért nagyon fontos a leszállási terület és a földet érés helyének megfelelő megválasztása. Ha a növendék így is a földet érést választja, rosszabb esetben a gép felborulhat, szerencsés esetben a felszíntől függően elkerüli azt. Az oktatás alatt a növendékek először szimulátorban tapasztalják meg, milyen benyomások érik őket faroklégcavar-elvesztés esetén, majd éles helyzetben is, a fokozatosság elvét követve először csak megfigyelőként, majd az oktatóval közösen, lépcsőről lépésre sajátítják el az eljárás megfelelő végrehajtását. [5]

tozson a növendék által nyújtott teljesítményre reagálva az oktató döntése alapján. Ennek a célja, hogy az oktatott a képzési célt a leghatékonyabban érje el. A leírtakból következik, hogy a kiképzésben kiemelt szerep jut a biztonsági kockázatok csökkentésének. Ehhez a kezdeti szakaszban különösen, de a későbbiekben is a szimulátorok kiemelkedő segítséget nyújthatnak. Napjainkban számos olyan, otthoni környezetben is alkalmazható szimulátor létezik, melyek segítségével energia- és időráfordítással a hallgatók szignifikáns javulást érhetnek el a helyzetértékelés, helikoptervezetés és a vészhelyzeti eljárások terén. Természetesen a felkészítés során akkreditált szimulátorban is zajlik oktatás, ahol a képzési tervnek megfelelően lépcsőről lépésre haladnak a fiatalok. Végezetül megállapítható, hogy a veszélyhelyzeti eljárások begyakorlása csak bizonyos előzetes alapvető feladatok teljesítése után kezdhető meg, ahol a növendék már birtokában van a szükséges tudásnak és gyakorlatnak, kialakult izommemóriának, tisztában van a helikopter működésével és reakcióival, valamint az oktatója megbizonyosodott a biztonságos üzemeltetés feltételeinek meglétéről. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Hegyi Imre, Kelecsény István. A levegő „Mókusa”, az AS 350-355 könnyűhelikopter-család. *Haditechnika*, 2020/1. LIV. évf. 57–62. o. <https://doi.org/10.23713/HT.54.1.12>;
- [2] Turbomeca ARRIEL 1B Training Manual, Engine system;
- [3] Eurocopter AS-350B Pilot Training Manual, 1998.;
- [4] Flight Manual AS 350B. 1977.10.27. Jóváhagyva: HU CAA Chief of Fly Department, 2009.;
- [5] 488/260 AS-350B kiképzési kézikönyv.

ÖSSZEGZÉS

Minden növendék egyéni kiképzési tervében adott óraszámot határozni meg minden feladattípusra, ugyanakkor a veszélyhelyzetek pontos elsajátítása indokoltá teheti, hogy az egyéni teljesítmény függvényében a feladatok sorrendje és repülési ideje is vál-



1. ÁBRA. A légsavar maradványai a kiemelés után (Fotó: HM Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Szováthy Kinga)

MAGÓ KÁROLY*

MAGYAR GYÁRTÁSÚ ME 109 RONCSÁNAK KIEMELÉSE A BALATONBÓL

Összefoglalás: A Balaton légtere a második világháború idején súlyos harcok helyszíne volt, mivel a támadó amerikai kötelékek a tavat navigációs pontként használták. A kialakult légi harcokban sok repülőgép zuhant a Balatonba, közülük az egyiknek Beregszászi Sándor szakaszvezető volt a pilótája, aki hősi halált halt. A holttestet kiemelték, azonban a magyar gyártású Me 109G-6 roncsa a víz alatt maradt közel nyolc évtizedig. A cikk a Magyar Honvédség egyik legjelentősebb roncskutatási és roncsmentési akcióját mutatja be, amelynek legfontosabb eseménye 2023. október 26-án zajlott a sárkányszerkezet roncsának kiemelésével.

Kulcsszavak: Balaton, repülőgéproncs, Me 109G-6, Beregszászi Sándor szakaszvezető, roncskutatás

Abstract: During the Second World War, the airspace of Lake Balaton saw heavy fighting because the pilots of attacking US aircraft formations used the lake as a navigation point. These aerial battles resulted in many warplanes crashing into the lake – one of them was flown by Senior Airman Sándor Beregszászi, who got killed in action. His body was recovered, but the wreckage of the Hungarian-made Me 109G-6 remained under water for nearly eight decades. The article presents the most significant wreck hunting and recovery action of the Hungarian Defence Forces, the key event of which was the raising of the wrecked airframe on 26th October 2023.

Keywords: Lake Balaton, aircraft wreckage, Me 109G-6, Senior Airman Sándor Beregszászi, wreck hunting

ELŐZMÉNYEK

A második világháború idején a földbe csapódott repülőgépek sárkányszerkezetének nagyobb darabjait a honvédség, a Repülő Kísérleti Intézet vagy a helyi lakosok szállították el. Általánosságban elmondható, hogy a roncsoknak azon nagyobb méretű és tömegű részei maradtak a földben napjainkig, amelyeket megfelelő emelőeszköz hiányában nem tudtak mozgatni. Minden roncskutató olyan roncsot szeretne találni, amelynek jelentős része viszonylag jó állapotban megmaradt. Magyarországon erre re-

* Zászlós, Magyar Honvédség Kiss József
86. Helikopter dandár, Szolnok; roncskutató.
ORCID: 0009-0009-4077-4311

ális esély a víz alatt nyugvó roncsok esetében van. 20 éve foglalkozok roncsok felkutatásával, és azóta gyűjtöm az adatokat a Balatonba zuhant repülőgépekről. Lehet egy kutató alapos, kitartó, de a roncskutatásban a szerencsének van a legnagyobb szerepe! Sok településen jártam szemtanút keresni, de áttörő sikert nem értem el, mert sok esetben a visszaemlékezések pontatlanok voltak, vagy olyan roncsokról volt szó, amelyeket az elmúlt évtizedekben már kiemeltek.

A szerencse Fiel László személyében szegődött mellém 2011. május 23-án, az Aranyas magazin szakmai napján (ilyet több alkalommal is rendeztünk a Szolnoki Repülőmúzeumban). Elmondta, hogy 2010 őszén egy ismerőse a Balatonban horgászott, és a csónak horgonya beleakadt valamibe. Amikor nagy nehezen felhúzta a horgonyt, egy lemezdarab került a felszínre. Úgy vélte, egy repülőgép roncsa lehet a víz alatt. Tájékoztattam, hogy a kutatás beindításához bizonyítékra van szükség, mivel korábban több esetben kiderült, hogy az informátorok tévedtek. Eltelt kilenc év, aztán 2020. február 23-án újra megkeresett a RepTárban, és átadott néhány bizonyítékot. Átnéztem a korábban begyűjtött információkat, illetve a levéltári kutatási eredményeimet, és kiderült, hogy a megadott térségtől nem messze az 1950-es években Hollósy Lajos irányítása mellett kiemelték egy Me 109-es repülőgép motorját, a szárnyának és a törzsének egy részét. Horváth Gábor kutatásai alapján tud-

ható, hogy a német Me 109 veszteségekből legalább 14 olyan gép ismert, amely a Balaton térségében zuhant le vagy tűnt el. Sok esetben nincs pontos információ a helyszínről, ezért az sem kizárt, hogy a roncsuk a víz alatt található.

A kutatások jelenlegi állása szerint a Magyar Királyi Honvédség Légierő két gépe hajtott végre kényszerleszállást a Balatonba, egy pedig belezuhant. Nánási Kálmán hadnagy és Cserny Miklós hadnagy kényszerleszállt a vízre, de mindketten a part menti nádas közelében, ezért kizárható, hogy az ő gépük lett volna a parttól 3,5 kilométerre megtalált roncs. 1944. július 2-án az amerikai 15. Légi Hadsereg több mint 620 B-17 és B-24 típusú bombázóval, emellett jelentős vadász kísérettel támadta hazánkat. Az Egyesült Államok a 8. Légi Hadsereg P-51-eseit is harcra küldte azzal a feladattal, hogy a célterület felett kiiktassák a magyar és a német vadászrepülőgépeket. A támadók ellen 18 gép szállt fel 9 óra 40 perckor Hepes Aladár őrnagy vezetésével. Komárom légterében csatlakoztak a német kötelékhez, de Budapest légterében a magyarok elszakadtak a németektől, ezért a magyarok önállóan megtámadtak egy kb. harminc bombázóból álló csoportot. A magyar pilótáknak öt B-24-es, egy B-17-es és egy P-51-es lelövését igazolták. Kilenc magyar Me 109-est lőttek le, hősi halált halt Karnay Ernő hadnagy, Beregszászi Sándor szakaszvezető, illetve Takáts Pál szakaszvezető. [2] A csendőrség há-

rom nappal később, július 5-én jelentette, hogy Balatonkenese határában légi harc során egy magyar Messerschmitt vadászgép lezuhant, a pilótája meghalt. Beregszászi szakaszvezető halotti anyakönyvi kivonatát Balatonkenesén állították ki július 5-én, így a csendőrség valószínűsíthetően az ő halálesetét jelentette. A kutatások jelenlegi állása szerint az első dokumentum, amelyben lejegyezték, hogy a Balatonba zuhant egy magyar Me 109-es, az 1944. július 11-i csendőrségi jelentés volt: „Balatonkenese (...) Légi harcban egy magyar Messerschmitt 109-es vadászgépet lelőttek. A gép és pilótája a Balatonba zuhant, a pilóta meghalt.” [1] Ezzel (és a családnak 1944-ben adott tájékoztatással) bizonyítható, hogy Beregszászi szakaszvezető a tóba zuhant a gépével.

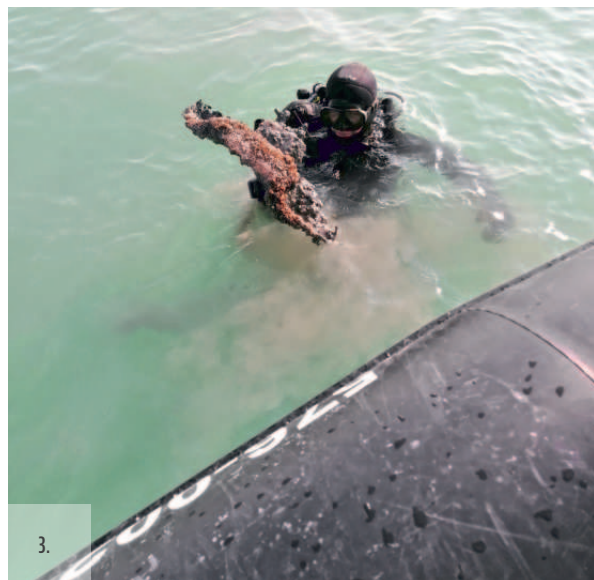
AZ ELSŐ RONCSDARABOK KIEMELÉSE ÉS ELEMZÉSE

A Me 109-es felkutatására Virágos-Kis Sándor alezredes irányításával a *Jackal Cave 2020* nemzetközi gyakorlat keretében merültek először az MH 1. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandár búvárai. 2020 szeptemberében négy kiképzési nap alatt elvégezték a roncs felmérését. Kiderült, hogy a törzs a pilótafülke mögött eltört, a törzsben elhelyezkedő berendezések pedig a roncs mellett hevertek az iszapban. A felszínre hozott leleteket kutatótársammal, Almási Balázssal elemeztük, és megállapítottuk, hogy egy magyar gyártású Me 109-es

2. ÁBRA. A személyzet tagjai egy Me 109 startja előtt
(Fotó: Magyar Repültörténeti Társaság / Zsák Ferenc)



3. ÁBRA. Az első kiemelt roncsdarabok egyike
(A szerző felvétele)



roncs darabjai kerültek elő, mert a gépágyú burkolatán megtaláltuk a magyar szervizfeliratot. Ezenfelül a motorburkolat adattábláján a gyártó cég nevét kicsiszolták, amely jellemző volt a Magyarországon licenccben gyártott Me 109 és Me 210 típusú repülőgépeknél. A motorburkolaton talált piros színű 12-es szám maradványa, valamint a légcsavarkúpon az egyharmad rész piros festés bizonyította, hogy a gépet a Magyar Királyi Honvéd Légierő használta, és a 101/1. századnál szolgált Veszprémben. [3]

PIROS 12

A Magyar Futár című folyóirat 1944. május 24-én megjelent számában látható egy fotó Beregszászi Sándor szakaszvezetőről, aki a piros 12 jelzésű gép előtt áll. [4] Halála után a sírjára egy stilizált, zuhanó Me 109-est faragtattott a család, amelynek motorburkolatán a 12-es szám látható, ezért biztos, hogy a piros 12-es a saját száma volt a századon belül. [5] A motorburkolaton talált szám és a rendelkezésre álló dokumentumokkal szemben állt a közismert történet, amelyet nem lehetett figyelmen kívül hagyni. Az első és a legfontosabb, hogy a köztudatban lévő információk szerint Beregszászi szakaszvezető gépét kiemelték az 1950-es években. Tóth Ferenc roncskutatónak Várnai Levente mondta el, hogy a balatonkenesei honvéddülő előtt egy Me 109-es hajtott végre kényszerleszállást. A gép nem süllyedt el egyből, ezért csónakokkal siettek a helyiek a pilóta mentésére, aki toroklövést kapott, beszélni nem tudott már, csak hörgött. Nehezen tudták kiemelni a holttestet a roncsból, mert be volt kötve, de végül sikerült, és csónakkal a partra vitték. A szemtanú elbeszélése alapján Tóth Ferenc egy grafikát is készített az eseményről, melyen a magyar Me 109-es orra állva lebeg a vízen. [6]

Az ismert tény volt, hogy Beregszászi Sándor szakaszvezető halotti anyakönyvét Balatonkenesén állították ki, így a helyi lakosok emlékezetében a vízre szállt gépet a magyar pilótának tudták be. Beregszászi szülővárosában, Túrkevéen, 2015-ben rendeztek egy kiállítást, ahol a helyi lakosok második világháborús szerepvállalását és kiemelten a szakaszvezető életét mu-

tatták be. Az újságíróknak is azt mondták, hogy a pilóta „toroklövést kapott, a balatonkenesei honvéddülő előtt mintegy ötszáz méterrel tette le a gépet a vízre. A mentésére sietők azonban már nem tudtak rajta segíteni, a repülőgépében halt meg 21 esztendősen”. [7] Ezek alapján a Hollósy Lajos által vezetett roncskiemelésnél Balatonkenese előtt kiemelt Me 109-est Beregszászi Sándor szakaszvezető gépének gondolták, mivel akkor nem készült pontos jegyzőkönyv a roncsokról.

PÓTTARTÁLY

Minden lezuhant repülőgép roncsának feltárásánál egyértelműen tisztázni kell, hogy ki volt a gép pilótája. A felderítő merülések során előkerült póttartálydarab miatt ezt különös alapossggal kellett elvégezni, mert felvetette annak a lehetőségét is, hogy nem is harci feladat közben, hanem gyakorló repülés során zuhant le a Me 109-es. Több visszaemlékezés is bizonyítja, hogy sok esetben fent maradt a repülőgépen a póttartály, főleg műszaki hiba miatt. Ha a légi harc előtt nem volt ideje a pilótának leoldani vagy nem vált le a tartály, akkor ezzel a plusz teherrel kellett harcolnia. Az előkerült lövésszámlálón megtisztítás után látszik, hogy a számláló a 300-as skála alatt áll, amely arra utal, hogy a pilóta kipróbálta a fegyvereket felszállás után – ami a bevetések során előírt feladat volt –, így kizárható, hogy olyan gépről lenne szó, amely nem harc feladat közben zuhant le.

Horváth Gábor, Völgyesi Viktor és Zámboi Péter kutatótársaimmal közösen átnéztünk minden rendelkezésre álló forrást – különösen az arcanum.hu, a hungaricana.hu és a hadisir.hu adatbázisait – abból a szempontból, hogy Beregszászi szakaszvezetőn kívül volt-e másik magyar pilóta, aki a Balatonba zuhant. Egyedül Hemmert László hadnagy jöhetett szóba, mert Prantner András (Szekszárd), a Magyar Nemzet olvasója az újságnak írt – és 2003. június 20-án közzétett – levelében beszámolt arról, hogy Hemmert hadnagy kétszer is kényszerleszállást hajtott végre a sérült gépével a Balatonra, majd ki tudott úszni a partra. [8] Tólosi Zoltán helytörténeti ku-



tató kérdésemre elmondta, hogy jó kapcsolatot tartott fenn Hemmert László leszármazottaival, de sohasem említették neki, hogy a pilótának lett volna kényszerleszállása a Balatonba. A kiemelés bűvárparancsnokának, Virágos-Kis Sándor alezredesnek a véleménye szerint katonai egyenruhában, bőrcsizmában és bőrkabátban, a most megtalált roncs helyszínéről (a legközelebbi parttól 3,5 kilométerre) önerőből kiúszni képtelenség. Egy pilótának csak akkor van esélye a partra úszásra, ha igen jó úszó, és van annyi lélekjelenléte, hogy a víz alatt leveszi a két csizmát és a kabátot, valamint azokat a felszerelési tárgyakat, amelyek nehezítik a mozgását a vízben. Hivatalos dokumentum vagy olyan visszaemlékezés, mely az egykori bajtársaktól származik, és említi Hemmert hadnagy Balatoni eseteit, nincs, így ezeknek a történeteknek nincs valós alapja. Összegezve a rendelkezésre álló bizonyítékokat, a piros 12 jelzésű Me 109-es pilótája Beregszászi Sándor szakaszvezető volt, aki 1923. március 14-én született Túrkevéen.

Dr. Debreceny Sándorné visszaemlékezése szerint „Már nyolcéves korában állandóan papír repülőt hajtogattott, minden áron repülni akart. Eleven gyerek volt, de jól tanult. Negyedik után polgári iskolába került, ahol színészi képességével és rajzaival kitűnt a többiek közül. Később levante lett és a levante szövetség támogatásával került pilótaképzésre.” [9] A Kassai Repülő Kiképző Kerethez került motoros pilótaképzésre. 1941. június 26-án a

4. ÁBRA. Beregszászi szakaszvezető a piros 12 jelzésű gépe előtt [4]

5. ÁBRA. Beregszászi Sándor szakaszvezető
(Fotó: Dinya József)



HA-LDI lajstromjelű Bü 131-es iskola-géppel repült először egyedül. [10] 1944-ben a ferihegyi 2/1. vadászrepülő-század állományában szolgált, és 1944. április 3-án Hemmert László hadnaggyal közösen, Kajdácstól északra lelőtt egy B-24-es bombázót. Április 13-án éppen akkor bombázták a repülőterét, amikor leszállt. Kiugrott a gépből, amelyet ezután telibe talált egy bomba. Május 24-én, már a 101/1. vadászrepülő-század tagjaként ismét légi harcba keveredett, megsebesült, majd július 2-án hősi halált halt.

Sajnos a végzetes légi harcról nem maradt fenn jelentés vagy visszaemlékezés, így a rendelkezésre álló hiányos adatok alapján próbáltuk összerakni a végzetes bevetés eseményeit. Forró Pál hadnagy visszaemlékezése alap-

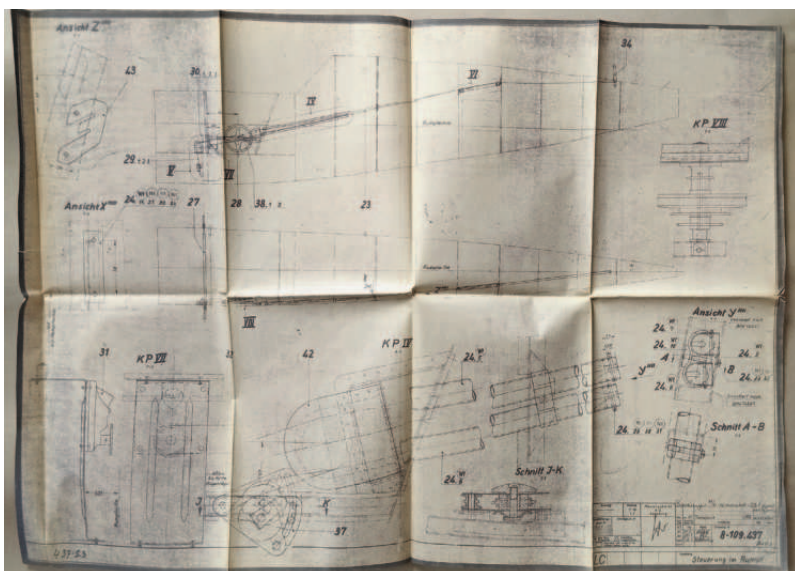
ján tudható, hogy gépe Enying mellett ért földet az amerikaikkal vívott légi harc után. A csendőrség 1944. július 5-i jelentésében szerepel, hogy Balatonszabadnál: „*Légi harcban egy magyar Messerschmitt vadászgépet ellenséges vadászok lelőttek, mely 4 darabban összetörve ért földet. Pilótája ejtőernyővel megmenekült, aki ellenséges találatok következtében sérülést szenvedett.*” [1] Ez minden bizonnyal Forró hadnagy kényszerleszállásának jelentése volt, mert a pilóta a visszaemlékezésében leírta: „*Egy sorozat eltalálta a bal vállam, bal kézfejem és a bal lábam, az oxigénpalack felrobbant és szétvetette az amúgy is sérült törzset.*” [2] A csendőrk július 7-én jelentették, hogy (a július 2-ai légi harcban) Kajár (ma: Balatonfőkajár) mellett a 808 jelzésű Me 109 motorhiba miatt lezuhant, a pilóta megmenekült. Ezek a bejegyzések egyértelmű bizonyítéka annak, hogy a Balatontól délre, délkeletre zajlott az összecsapás a magyar és az amerikai vadászok között. Mivel a piros 12-es a tóba zuhant, minden bizonnyal ebben a harcban sérült meg. Forró hadnagy visszaemlékezése szerint P-38-asokkal csaptak össze először, ami egyezik az amerikai 82. Vadászrepülő Csoport jelentésével, mert a légi harcok a Balatontól északra, 10 mérföldre (kb. 16 kilométerre) kezdődtek, és a Balatontól délre, 30 mérföldre (kb. 48 kilométerre) értek véget. Azonban a Forró hadnagy visszaemlékezésében említett P-51-esek jelentéseiben nem szerepel, hogy a Balaton környékén harcoltak volna.

A kutatások jelenlegi állása szerint az a legvalószínűbb, hogy Beregszászi szakaszvezető gépét az amerikai 82. Vadászrepülő Csoport pilótái közül lőtte le valaki. Ford őrnagy, Darrow, Griffith és Holloway hadnagyok egy-egy Me 109 lelövését jelentették, Biggs hadnagy pedig egy Me 109-est megrongált. [16] Lehet, hogy az összecsapás a tó felett is folytatódott, de lehetséges az is, hogy a pilóta a légi harc után a sérült géppel próbált eljutni Veszprémbe, de végül a Balatonba zuhant. Biztos, hogy a póttartály nehezítette Beregszászi szakaszvezető manőverezését, amely közrejátszott abban, hogy az amerikaiak eltalálták. Heppes őrnagy és Forró hadnagy visszaemlékezése alapján a támadást a magyarok kezdték, azaz lett volna ideje a pilótának a póttartály leoldására, így biztosra vehető, hogy az műszaki meghibásodás miatt maradt a helyén. A pilóta holttestét kiemelték a vízből, majd július 6-án vasúton szállították Túrkevére, ahol július 9-én örök nyugalomra helyezték. [11] Dr. Debreceny Sándorné, Sárika néni visszaemlékezése: „*A szerelmét 1942-ben eljegyezte. Amikor a temetése volt, a menyasszonyával együtt a fiatal lányok is siratták. Az egész város gyászba borult, a város hősi halottja volt. Mindenki fekete ruhában volt, a lányok fekete szalagot viseltek. Rengeteg katona volt a temetésen, ők vigyáztak mindenre.*” [9]

IPARTÖRTÉNETI HÁTTÉR

A roncs megtalálása után indokoltan láttam egy alapos levéltári kutatást, amelynek célja, hogy a lehető legtöbb információt gyűjtsük össze a győri licencgyártásról. Az 1941. június 6-án megkötött német-magyar államközi szerződés alapján hazánkban elkezdődött a felkészülés a Me 109 típusú vadászrepülőgépek gyártására. A sárkány fődarabjainak előállításával a Magyar Waggon- és Gépgyár Rt.-t, a gépekbe építendő Daimler-Benz DB 605 motorok gyártásával pedig a Dunai Repülőgépgyár Rt.-t bízták meg. [12] A repülőgép-sárkányszerkezetek gyártásának beindításával és a követlen kapcsolattartással a Messerschmitt A.G. bécsi leányvállalatát, a Wiener Neustädter Flugzeug-

6. ÁBRA. Eredeti gyártási részletrajz - vezérlés a törzsben 8-109-437.
Blatt 3. (A szerző gyűjteményéből)



werkét (WNF) bízták meg. 1942. december 30-án repülték be az elsőnek elkészült Me 109-est, mely a 91001 gyártási számot és a GI+LA lajstromjelzést kapta. Az első 25 darab elkészült Me 109-esből az első Ga-2, a többi Ga-4 változatú volt, ebből 17-et az RLM-nek (Reichsluftfahrtministerium – Birodalmi Légügyi Minisztérium), nyolcat pedig a Honvédelmi Minisztériumnak adtak át. Ezután a gyártást átállították az erősebb fegyverzettel felszerelt Ga-6 változatra. [13]

Hazánkban ekkor az ipar képes volt az egyik legmodernebb fegyver gyártására. Győrben jól képzett szakmunkások dolgoztak, kiváló színvonalon. Ezt azért lehet magabiztosan kijelenteni, mert sok esetben a külföldről beérkezett alkatrészeket itthon javítani kellett, ugyanis nem feleltek meg a minőségi elvárásoknak. Az amerikai bombázások miatt a Magyar Waggon- és Gépgyár üzeimait a Győr környéki településekre, később pedig a kőbányai pincékbe helyezték át. A kutatások jelenlegi állása szerint hazánkban 577 darab Me 109 készült el, melyből 360 darab magyar gyártású volt, a többi külföldről érkező fődarabokból építettek össze. A megállapodás szerint 2:1 arányban kapták a németek és a magyarok a gépeket.

RONCSKIEMELÉS

A Honvédelmi Miniszter feladatszába alapján elkezdődött a kiemelés szervezése. Kijelölt hadtörténeti örökségvédelmi felelősként az első feladatom az emelőkeret megtervezése volt. Mivel az előzetes feltárás során a motor és a törzs egymás mellett feküdt a mederben, olyan keretet láttam célszerűnek, amely biztosítja, hogy a két szerkezeti elem egyszerre, sérülés nélkül kiemelhető legyen. Kondor Zoltán százados, a hídépítő század parancsnoka végezte el a szükséges számításokat, majd a berendezést legyártották a szentesi MH II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezrednél. A műszaki és a bűvár szakemberek javaslatait figyelembe véve kidolgoztam a feltárási és a kiemelési tervet, amelyet Soós Péter alezredes, a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum igazgatóhelyettese jóvá hagyott.



2023. október 6-án kezdődött a feladat végrehajtása Vörös Mihály őrnagy szakmai koordinátor irányításával. Ez volt a Magyar Honvédség eddigi legjelentősebb roncskiemelési vállalkozása, melyben kilenc katonai szervezet 76 katonája vett részt, szoros együttműködésben a civil szervezetekkel. A katonai bűvárok 17 merülési napon keresztül átlagban napi 6–8 órát dolgoztak a víz alatt. A vízmélység átlagosan 4,5–5 méter volt, a roncsot 80–150 cm vastag iszap borította. Először két pontonból elkészült a munkaplatform, ahol elhelyezték az iszap eltávolításához és a merülésekhez szükséges felszereléseket. Megfelelő időjárás esetén a kompról, szeles időben pedig (kényszermegoldásként) csónakokból merültek a bűvárok. Minden merülésnél egy roncskutató is a pontonon tartózkodott, és a felszínre kerülő tárgyakról fotódokumentációt készített. Ennek kettős célja volt: az első, hogy azonnal megtörténjen a roncsdarab beazonosítása, amely azért volt fontos, mert ebből lehetett tudni, hogy a roncs a sárkány melyik részéhez tartozott; a második, hogy elkészüljön a kiemelési napló.

A felszínre került darabokat a parton a Magyar Roncskutató Egyesület kutatói a katonákkal közösen rögtön megtisztították és konzerválták. Először lépésben az iszap letisztítása és az iszapban fekvő kisebb darabok kiemelése zajlott. Hamar kiderült, hogy a vízben eltöltött hosszú idő alatt egyes ötvözetek teljesen elkorrodáltak, viszont voltak olyan alkatrés-

szek vagy sárkányelemek is, amelyek meglepően jó állapotban maradtak meg. Sajnos a motortartóbakok és az áttételház is eltűnt a kristálykőzi korrózió miatt, ezért az a döntés született, hogy a gép elejétől hátrafelé haladva külön-külön kell a légcsovaragyt, a motort és a sárkány egyben lévő részét kiemelni. Október 10-én került a felszínre az első jelentősebb darab: a légcsovaragya a két légcsovarattal.

Ezután a bűvárok megtisztították a motor környékét, ahol előkerültek az MG 131-es géppuskák. Október 12-én a bal motorburkolat darabját hozták fel a bűvárok, amelyen tökéletesen megmaradt a piros 12-es jelzés. A változékony időjárás miatt a daru pontonra helyezése késett, azonban a motorkiemelésre való előkészítése már befejeződött, így elég egyedi módon, az egyik PMP hídelemet szállító KrAZ-255B típusú teherautó daruját használtuk.

A motor elejénél az egyik emelési csomópont tökéletes állapotban megmaradt, így az emelőkötelet erre kötötték rá a bűvárok. A motor elejének emelésével a motor lassan emelkedett és távolodott a törzstől, ami miatt kisebb volt a sérülés esélye. A daruzást közvetlen közlőrl, egy csónakból figyeltem, és rögtön láttam a motor oldalán a 00400342 gyártási számot, amelyet jó állapotban őrzött meg az iszap. A DB 605A motor baloldalán a gyártási szám, jobb oldalán pedig a „3.A.1” jelzés töredéke maradt meg. Mindkét oldalon a számsor és jelzés elé egy piros „M”

7. ÁBRA. Útban a roncsához (Fotó: V. S.)



8. ÁBRA. Az iszap által megőrzött piros 12-es
(A szerző felvétele)

betűt festettek fel, amely feltehetőleg azt jelzi, hogy a magyaroknak átadásra kerülő repülőgépbe kellett beépíteni. Ezután a bűvárok jobban hozzáfértek a fő roncsselemhez, és könnyebb lett az iszap letisztítása.

A motor kiemelésével párhuzamosan haladt tovább a feltárás, mert folyt a fődarab előkészítése a kiemeléshez, illetve a kutatás a hiányzó részek után. A Norbit Hungary Kft. NORBIT i80s (batimetrikus) és WBMS FLS (Forward Looking Sonar) szonárral pásztázta át a medret, de további, iszapból kiálló darabokat nem talált. Mivel látható nyoma nem volt a törzs hiányzó részének, a bűvárok körkörös tisztították a roncs környékét, iszapszivattyúval. Ahol roncsot találtak, ott addig folyt

a munka, amíg minden darabot a felszínre nem hoztak.

Az időjárás miatt folyamatosan csúszott a fő elem kiemelése, melyet végül október 26-án sikerült a felszínre hozni. A bűvárok munkáját dicséri, hogy a néhány centiméteres látótávolság ellenére úgy helyezték el az emelőköteleket, hogy probléma nélkül sikerült a roncsot a pontonra helyezni. A partra szállítás és a sajáttájékoztató alatt is merültek a bűvárok, átkutatták a roncs környékét, és folyamatosan mosták a roncs helyét. Az utolsó jelentősebb lelet a fülke páncélüvege előtti fegyverburok volt, majd az egyik bűvár koszorút helyezett el a mederben, és csendes megemlékezést tartottunk a hősi halált halt pilóta tiszteletére a pontonon.

A törzs fülke mögötti részéből nem került elő jelentős darab, pedig a törzsben elhelyezett berendezéseket a roncs mellett találtuk meg. Felmerülhet a kérdés, hogy a hiányzó részekkel mi történhetett. Két lehetőség adódik: vagy kivették már a törzs hiányzó darabjait az elmúlt évtizedekben, vagy a becsapódáskor a fő roncsselemektől távolabbra kerültek, és az iszap alatt nyugszanak. Terv szerint a későbbiekben víz alatti mélykereső detektorral átvizsgáljuk a helyszínt, abban a reményben, hogy a hiányzó törzsdarabok az iszap alatt vannak, és ezért nem észlelte azokat a szonár.

A RONCS ELEMZÉSE

A fő elem, a törzs eleje a két szárny-csonkkal viszonylag korróziómentesen maradt meg. A sérülések egy része a becsapódáskor keletkezett, más része pedig később, az elmúlt majdnem nyolc évtizedben, amikor a csónakok vagy hajók horgonyai beleakadtak. Emiatt a szárny felső borításának egy része felszakadt, illetve több helyen kisebb-nagyobb lemezek is leszakadtak. A három évvel ezelőtti felméréshez képest is hiányosabb volt a roncs, mert a szárnyból egy nagyobb lemez már hiányzott.

A harci sérülések nyomait keresve azonosítottuk két, burkolaton látható sérüléssel javítás nyomát, amely bizonyítja, hogy a gép egy korábbi légi harcban is részt vett, ahol találatot kapott. A szélvédőn és a szárnytőben lövésnyomokat találtunk. Feltehetőleg a hűtővíz is elfolyt, mert a hűtőrendszer egyik csövét átlőtték. Mivel a légcsavarlapátok vitorlaállásban álltak, a motor biztosan üzemképtelen volt. A motor bal oldala megsérült, a bal szárny szerkezete jelentősen roncsolódott, a bal szárnyfőtartó felső bekötése ki is szakadt a törzsből, amely azt bizonyítja, hogy először a gép bal szárnya érte a vizet, és ezután csapódott a vízbe a motor. Ezt erősíti meg a vitorlában álló visszahajlott légcsavarlapát is, valamint az, hogy a törzs a pilótafülke első harmadánál szétszakadt, a fülke eleje pedig lehajlott, amikor a motor kiszakadt. A vízre szállástól a motorba épített gépágyú csöve jelentősen elgörbült, ami bizonyítja, hogy a vizet érés igen durva volt. Az ilyen súlyos roncsolódások kizárják, hogy a pilóta önerőből el tudta volna hagyni a fülkét, így biztosan nem Hemmert hadnagy egyik állítólagosan kényszerleszállást végrehajtott gépét találtuk meg.

A jó állapotú, piros színű 12-es jelzés elemzése során kiderült, hogy az alakja nem egyezik a Magyar Futárban szereplő gépen láthatóval. Elemmezve a magyar Me 109-esekről készült eredeti fotókat, kijelenthető, hogy volt egy számsablon, amelyet Ferihegyen használtak, és létezett egy másik, amely az áttelepülés után Veszprém-ben készült. Az is biztos, hogy a Ferihegyen bevezetett századon belüli számokat tovább használták Veszprém-ben is, mert a légcavarkúpon a



9. ÁBRA. A roncs kiemelésének pillanata
(FOTÓ: V. S.)



10. ÁBRA. A parton bemutatott leletek (A szerző felvétele)

piros jelzés és a motorburkolaton a szám egyszerre volt a gépen. [14]

Szerencsére a törzs bal oldalán megtaláltam a vastag iszap és kagylóréteg alatt a gép adattábláját. Kiderült, hogy a repülőgép gyártási száma 95286, a jelzése pedig V.830 volt, és 1944. június elsején készült Győrben. Fontos tisztázni, hogy a korábban említett 360 darab sárkány nem teljesen magyar gyártású volt, amit a levéltári kutatások már egyértelművé tettek. Azonban arról nem volt pontos információ, hogy melyik burkolatokat készítették külföldi beszállítók. A sárkány fődarabjain és alkatrészein megtalált adattáblák bizonyítják, hogy a polsnitzki Neue Kühler- u. Flugzeugteile-Fabriken Kurt Hordermann Zweigwerk repülőgépalkatrész-gyár jelentős beszállító volt.

A roncs legértékesebb ipartörténeti információja, hogy a sárkány fődarabjain három győri adattábla megmaradt. Minden gépnek három adata van a gyár irataiban: gyártási szám (95286), egyéni jelzés (V.830) és megbízási szám (pl. 39/91-16). A törzs gyártási száma 91-17-9, a bal szárnyé 91-15-22 és végül a féklapé 91-15-24. A gyártás során úgy tartották nyilván a legyártott sárkányszerkezeti elemeket, hogy a 91 jelölte a Me 109-es típust, altípustól függetlenül. A következő szám a megrendelési szériát jelenti 1-től kezdve egyesével emelkedő sorrendben, a harmadik szám pedig megmutatja, hogy a szérián belül hányadik a legyártott gép. A kiemelés után sikerült 17 darab Győrben használt, eredeti gyártási rajzot elcserélnem Kis Józseffel a Hármashatárhegyi Sportrepülő Egyesület tagjával. Ezek

a rajzok is fontos bizonyítékok, mert van olyan, amelyiken feltüntették a megbízási számokat, ami egyértelművé teszi, hogy a gyáron belül a megbízási szám alapján tartottak nyilván mindent. Az Almási Balázs gyűjteményében lévő, győri Me 109 gyártási tábla felső sorába a megbízási szám került: 91-13-25, az alatta lévő sorba a gyártási szám 95110, az alsó sorba pedig az M.F.D., a Magyar Waggon- és Gépgyár jelzése került feltüntetésre. A Balatonból kiemelt roncson különböző megbízási számok láthatók a táblákon, és a gyártási tábla felső sorában már „ME 109” szerepel. A V.830 jelzésű gép tehát egy, a németeknek szánt törzset kapott (95413), a V.817 jelzésű (95247) gép bal szárnyát, és egy, a németeknek szánt (95249) fék-szárnyat. [15] Feltehetőleg 1944. áprilistól a repülőgépgyár széttelepülése után a raktáron lévő, eltérő számozású törzsekből és alkatrészekből építettek össze komplett gépeket, és az eltérő megbízási számú alkatrészek miatt került a felső sorba a típusjelzés.

ÖSSZEGZÉS

Ez a roncs jelenleg az egyetlen ismert magyar gyártású Me 109-es. Az internetes fórumokon több helyen is felmerült, hogy az Amerikai Egyesült Államokban, Valle-ban található Me 109 G-10/U4 típusú repülőgép szintén magyar gyártású. Bizonyítható, hogy annak a gépnek a gyártási száma 128379, az RLM száma pedig (amely rá is van festve) 611943. [14] Győrben nem gyártottak és nem szereltek össze 128-as számcsoportba tartozó Me 109-eseket. A Valle-ban kiállított gép a ma-

gyar 101. Vadásziprepülő Ezrednél szolgált, mert az 1945. április 23-án kiadott 65. ezredparancsban a III. osztálynak utalták ki. [15] Tehát ez a gép a Magyar Királyi Honvéd Légierőben szolgált, de nem Magyarországon készült.

A szerző köszönetet mond a cikk elkészítéséhez nyújtott segítségért a cikkben szereplő személyeknek, valamint Gál Balázsnak, Létai Jánosnak és Szeles Sándornak. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] HM HIM Honvédelmi Levéltár, Personalia, Andreánszky-hagyaték;
- [2] Pataky Iván, Rozsos László, Sárhidai Gyula. Légiháború Magyarországon felett. Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, Budapest 1992.;
- [3] Dániel László visszaemlékezése, Winkler Archiv;
- [4] Magyar Futár 1944. május 24. IV. évf. 21. szám p. 4.;
- [5] Beregszászi síremléke Túrkevé, a Vasúti temetőben <https://www.kozterkep.hu/41648/beregszaszy-sandor-siremlke> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [6] Szijjártó Gabriella. Roncsok a hullámsírból. Szabad Föld, 2017. október 13. 12. o. https://adt.arcanum.com/hu/view/SzabadFold_2017_2/?query=Szabad+F%C3%B6ld%2C+2017.+okt%C3%B3ber+13.+&pg=571&layout=s (Letöltve: 2024.3.22.);
- [7] Beregszászi Sándorra emlékeznek a kevek. Új Néplap, 2015. november 3. 11. o. www.arcanum.hu (Letöltve: 2024.3.22.);
- [8] Tisztelt Szerkesztőség! Magyar Nemzet 2003. június 19. <https://magyarnemzet.hu/archivum-magyarnemzet/2003/06/tisztelt-szerkesztoseg-5-5> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [9] Dr. Debreceny Sándorné visszaemlékezése 2023. november 14.;
- [10] HM HIM Hadtörténelmi Levéltár 101. Vadásziprepülő Ezred iratai/110. doboz;
- [11] Jász-Nagykún-Szolnok Vármegyei Levéltár Túrkeve polgármesteri iratok 6123/1944.;
- [12] HM HIM Hadtörténelmi Levéltár, HM Légügyi Csoport. 1941. eln.31.o/4393.;
- [13] Győr-Moson-Sopron Vármegye Győri Levéltára. Magyar Waggon- és Gépgyár iratai.;
- [14] Kárpáti Endre szíves közlése (1970) 2020. október 20.;
- [15] HM HIM Hadtörténelmi Levéltár 101. Vadásziprepülő Ezred iratai/110. doboz;
- [16] Air Force Historical Research Agency – AFHRA Iris: 00247974 Call: 670.332 Mohos Nándor (1971) kutató szíves közlése. 2023. október 21.

BÁRTFAI BÁLINT*

A SZOVJET CSAPATLÉGVÉDELEM „FÜLE ÉS SZEME” A HIDEGHÁBORÚ IDŐSZAKÁBAN

I. RÉSZ

Összefoglalás: A tanulmány két, hidegháborús korszakból származó, a szovjet csapatlégvédelemnél rendszeresített berendezéstípust mutat be, amelyek a vállról indítható légvédelmi rakétakomplexummal (Sztrela; Igla) felszerelt egységek „meghosszabbított érzékszerveiként” szolgáltak. A 9Sz13 típusjelű iránymérő készülék hangjelzéssel jelzi a légi cél fedélzeti sugárzóinak kibocsátott jeleit, míg az 1L15–1 típusjelű elektronikus tervtábla a célfelderítő lokátorokból származó adatokat jeleníti meg egy fénydiódából álló koordináta-rendszeren. Ezen eszközök már nem állnak rendszerben, de az alkalmazásuk során nyert tapasztalatok hasznosak lehetnek jövőbeli fejlesztések során is.

Kulcsszavak: haditechnika-történet; légvédelem; MANPAD; iránymérő vevőkészülék (pelengátor); elektronikus tervtábla

Abstract: Two types of devices are highlighted in this article, which were used in the Soviet short-range air defence system during the Cold War. These were quasi extensions of the natural senses of soldiers equipped with Strela and Igla MANPADs. The 9S13 direction finder gives sound notification in the case of intercepting signals of an air target's board electronics system, while the 1L15–1 electronic planning board displays data – sourced from the target acquisition radars – on a LED coordinate system. These devices are already out of service, but the experiences of their application period might be still useful in the future.

Keywords: history of military technology; air defence; MANPAD; direction finder; electronic planning board

BEVEZETÉS

A haditechnika és a légvédelem hidegháború alatti fejlődésével az 1960-as évekre lehetővé vált olyan fegyverrendszerek, vállról indítható légvédelmi rakétarendszerek (Man-portable air-defense systems – MANPADs) megalkotása, amelyeket a lövészkatona könnyűszerrel szállíthat és használhat, bármiféle külső erő vagy gépesített indítóállvány nélkül is. [1] Ezeknek az egy személy által hordozható méretűre és tömegűre zsugorított haditechnikai eszközöknek az alkalmazása azonban javarészt a kezelő biológi-

ai érzékszerveire támaszkodott, annak minden előnyével és hátrányával együtt. Ez többek között a légi cél azonosításában és a reakcióidőben, az indítóeszköz erősen korlátozott képességű tápegységének megfelelő időben történő aktiválásában és így a cél leküzdésének eredményességében (vagy eredménytelenségében) mutatkozott meg. [2]

A jelen cikk nem kíván részletesen foglalkozni a MANPAD-ek alkalmazásának részleteivel. Az alábbiakban két olyan, a hidegháború időszakában a szovjet csapatlégvédelem (illetve a

Varsói Szerződés hadseregeinek) rendszerében álló haditechnikai eszközt ismertetek, melyekről tudomásom szerint magyar nyelven önálló tudományos publikáció még nem született. Ezek az eszközök lényegében a MANPAD-ek kezelőállományának „meghosszabbított érzékszerveivé” váltak.

A 9Sz13 GRAU-kóddal¹ ellátott eszköz egy passzív iránymérő készülék, amely a légi célok fedélzeti sugárzóinak (pl. radarjának) jeleit érzékelt és alakította át hangjelzéssé. Az 1L15–1 GRAU-kóddal bíró berendezés pedig egy kisméretű, hordozható elektronikus tervtábla, amely a célfelderítő lokátoroktól, illetve a légvédelmi vezetési ponttól származó légi céladatokat jelenítette meg egy fénydiódából álló koordináta-rendszeren.

A 9SZ13 IRÁNYMÉRŐ KÉSZÜLÉK

A 9Sz13 típusú iránymérő készüléket (Радиопеленгатор 9С13) a Szovjetunióban fejlesztették ki az 1970-es években, a Sztrela típuscsaládba tartozó MANPAD-ekkel felszerelt alegységek számára. Ez egy hordozható, GHz-es frekvenciatartományban működő berendezés, amely biztosította a látóhatáron túli légi cél (pl. repülőgép, helikopter) radarja által kibocsátott rádiófrekvenciás jelek észlelését, azok hangjelzéssé alakítását.

A 9SZ13 IRÁNYMÉRŐ KÉSZLETEZÉSE

A 9Sz13 rádió-iránymérőt egy faládjában helyezték el, amely egy hordfüllel ellát-

* NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, MSc hallgató.
ORCID:
0009-0001-7173-2079

¹ A GRAU-kód (ГРАУ – Главное ракетно-артиллерийское управление) az MO RF (МО РФ – Министерство обороны Российской Федерации) az Oroszországi Föderáció Védelmi Minisztériumának Rakéta és Tüzérségi Eszközök Főcsoportfőnökségének a kódrendszere a tüzérségi eszközök jelölésére, melyet 1938-ban vezettek be.



tott, szivaccsal bélelt fémdobozt (benne az iránymérő készülékkel, az összes részegységével, illetve a TASZT-készletével: pótakkumulátorokkal, szerszámokkal, tartalék fogyó- és javítóanyagokkal), valamint a dokumentációt (műszaki leírás és kezelési utasítás, törzskönyv stb.) tartalmazta. Az iránymérő vászontokba került, amelynek hordszíját nyakba lehetett akasztani, egy másik szíjjal pedig rögzíteni a kezelő testére a terepen történő biztosabb használat érdekében. Az iránymérő négy fő részből állt, amelyeket kioldás ellen védett kábelek kötöttek össze. Az eszköz egységei: 1NB-12 jelű elektronikus egység (1), 1NB-11 jelű antenna (2), 1NSz-123 jelű akkumulátorrekesz (3) és 1NU-11 jelű fejhallgató (4). (1. ábra)

A fémtokozású elektronikus egységen a főkapcsoló, a változtatható vérteli érzékenység kapcsolója („zóna”), a kábelcsatlakozások, a GHz-es sávban történő jelvételeztetést lehetővé tevő D608A típusú diódák foglalatai és belül természetesen maga a készülék elektronikája helyezkedett el. Az egység tetjén volt egy villa alakú rugós lapka, amelyre az antennát lehetett helyezni tároláskor vagy abban az esetben, ha a katona nem a sisakjára rögzített antennával üzemeltette a készüléket.

Az akkumulátorrekesz egy menetes fémkupakkal lezárt bakelithenger volt, amelybe egy speciális, az áramforrást biztosító 11,2 V feszültségű, 9RC83 típusú rúdelemet lehetett betolni. A rekeszt az iránymérő vászontokjának külső részén lévő zsebben tartották. A fejhallgatót a sisak állsírójára lehetett rögzíteni. Az üzemi készlet tömege a legfontosabb tartozékokkal 2,6 kg volt, míg a teljes, raktári készleté nem haladta meg a 9 kg-ot.

A 9SZ13 IRÁNYMÉRŐ MŰKÖDÉSI ELVE ÉS ALKALMAZÁSA

A készüléket az 1970-es évek második felében rendszeresítették a Szovjetunióban és a Varsói Szerződés több másik országában is, például Csehszlovákiában, Lengyelországban és a Német Demokratikus Köztársaság haderejében. A Magyar Néphadseregben történt rendszeresítéséről nem áll rendelkezésre információ.

Működésének lényege az volt, hogy a légi cél radarjának jele által alkotott nyaláb és a 9SZ13 antennája által érzé-

kelt terület átfedésbe kerülése esetén a készülék hangjelzést adott, jelezve a kezelőnek a cél belépését az észlelési zónába és annak várható haladási irányát is. A harci alkalmazás során a 9SZ13 antennáját a kezelő sisakjára a készletben található konzol segítségével lehetett rögzíteni. (2. ábra) Így a rádiófrekvenciás jelek felderítését egyszerű pásztázással, a fej mozgásával lehetett megvalósítani. A harci helyzetben lévő eszköz nem kívánt különösebb beavatkozást, ezzel tehermentesítve a légvédelmi rakétát indító kezelőt. A bekapcsolás után a berendezés megfelelő működését egy zavaróadóval (nem része a készletnek) 3–5 méter távolságból lehetett ellenőrizni.

A készülék frekvenciatartománya 8570 MHz-től 17 240 MHz-ig terjedt. Az elektronikus egységen mindössze két kezelőszerv volt: a főkapcsoló, illetve a bejövő jelek erősségét változtató, szintén kétállású „zóna” feliratú billenőkapcsoló. Az eredeti műszaki leírás szerint a 3000 m-es magasságon haladó légi cél észlelése és irányának meghatározása legfeljebb 20–25 km-es távolságból volt lehetséges, míg a mindössze 30 m magasságon repülő cél esetében legfeljebb 10–15 km volt ez a távolság. Az észlelési szektor a cél 12 km-es távolságát feltételezve oldalszögben 55°-os (+10°/–5°-os hibahatárral), míg a helyszöget tekintve 45°-os volt. Menethelyzetből 15–20 mp alatt harchelyzetbe lehetett állítani a készüléket. Az iránymérő szélsőséges időjárási körülmények között, –50 °C és +50 °C közötti hőmérsékleti tartományban is üzemképes maradt. +35 °C-os hőmérsékleten a 98%-os páratartalomnak is ellenállt. Egy db 9RC83 típusú rúdelemmel +20 °C-os hőmérsékleten maximum 50 órányi üzemidőt lehetett elérni. [3] A készletben összesen három darab ilyen áramforrás volt, amit az utasítás szerint már +10 °C alatti hőmérsékleten is érdemes volt a kezelő ruházata alatt tartani a jobb teljesítmény érdekében. [4]

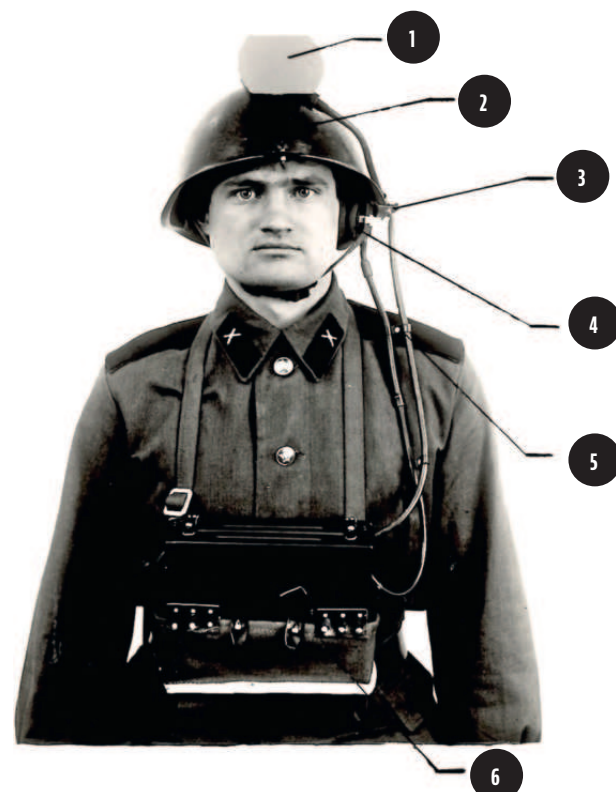
A 9SZ13 iránymérő vevő nem volt unikális (egyedi) szovjet részről, hiszen feladatkörét tekintve több hasonló eszköz is létezett, például a 9K35 Sztrela-10 csapatlégvédelmi



rakétarendszer 9A35 harcjárművére telepített 9SZ16 típusú rádió-iránymérő. [5] A 9SZ16 összetettebb berendezés volt, több antennával, amelyeket körben a jármű különböző pontjaira szereltek fel, így állás közben is képes volt a 360°-os oldalszögben bárholnan beérkező sugárzás felderítésére. A felderítés után lehetővé vált a pontos oldalszög szerinti iránymérés, illetve a cél követése is, amelyhez külön katódsugárcsöves indikátoregység (1Zs1-7) állt

1. ÁBRA. A 9SZ13 fő részei (A szerző felvétele és szerkesztése)

2. ÁBRA. A 9SZ13 üzemkész állapotban: 1NB-11 jelű antenna (1), sisak (2), rögzítés (3), 1NU-11 jelű fejhallgató (4), vezetékek (5), 1NB-12 elektronikus egység (6) (A szerző szerkesztése a [3] alapján)



rendelkezésre. Lehetséges volt a földi telepítésű rádiótechnikai eszközök irányának meghatározása is. A 9Sz16 összes részegységét tekintve mintegy 150 kg tömeggel bírt. [6] A 9K31 Sztrela-1 csapatlégvédelmi rakéta-rendszer modernizált példányaihoz szintén fejlesztettek passzív érzékelő rendszert a szovjetek, amely a 9Sz12 típuszámot kapta. [7] A Magyar Néphadsereg Sztrela-1-esei ugyanakkor nem voltak ezzel ellátva.

A 9Sz13 tehát általános funkcióját tekintve nem volt egyedi fejlesztés, inkább amiatt volt figyelemreméltó, hogy sikerült egy ilyen berendezés méreteit és tömegét annyira lecsökkenteni, hogy egy fő kezelő is könnyűszerrel hordozhatta és üzemeltethette, miközben harctevékenységet folytatott. Az iránymérő használata megnövelte a kézi légvédelmi rakétakomplexumot kezelők képességeit, mintegy képzeletbeli harmadik fülként.

KÖVETKEZTETÉSEK, A 9SZ13 HADRENDBŐL TÖRTÉNŐ KIVONÁSA

A szerző véleménye szerint a készülék pozitívuma, hogy alacsony magasságú légi célokat is képes volt észlelni, illetve, hogy teljesen autonóm módon, más rendszerektől függetlenül, önálló eszközként működött. A kisugárzás nélküli, passzív eszköz lényegében bemérhetetlen. Kezelése rendkívül egyszerű és könnyen megtanulható volt. Pár másodperc alatt harchelyzetbe lehetett helyezni.

Hátrányára írható, hogy érzékeny lehetett az érzékelés frekvenciatartományában működő más adók jeleire, amelyek zavarhatták működés közben: a Varsói Szerződés hadseregeiben számos olyan aktív rádiótechnikai eszköz volt még rendszerben, melyek működési frekvenciája ebbe a tartományba esett. Nem lehetett kizárni azt sem, hogy ezek az eszközök vagy az általuk kibocsátott jelek műveleti környezetben bekerülnek a 9Sz13 által érzékelt területre, hiszen volt köztük a felderítők által használt, kisebb méretű, földi telepítésű rádiólokátor-állomás (PSzNR-1; PSzNR-5) [8] [9], illetve a légvédelmi tűzéség munkáját támogató tűzvezető lokátor (RPK-1) is. [10]

Továbbá a 9Sz13 iránymérő eredményes üzemeltetése ellenére az idegen-barát azonosítás még a kezelő dolga maradt, amely a reakcióidőben is megmutatkozott. Ennek csökkentése a kézi légvédelmi rakétakomplexumok egyszer használatos tápegységének üzemideje szempontjából (Sztrela-2M esetében ez körülbelül 40 másodperc) kritikus jelentőséggel bírt. [11] Idegen-barát azonosítás céljából a később gyártott Sztrela/Igla kézi légvédelmi rakétarendszerek egyes verziói erre már külön elektronikai blokkot kaptak. [12]

Egyrészt pozitívum volt, másrésztől korlátot jelentett, hogy a 9Sz13 csak passzív eszköz, és a többi, aktív eszköz által sugárzott jelet észlelte a frekvenciatartományán belül. Amennyiben a felfedni kívánt légi jármű ilyen aktív eszközzel nem volt felszerelve vagy ki voltak kapcsolva az ezeket a rádiófrekvenciás jeleket kibocsátó fedélzeti rendszerek, úgy a 9Sz13 alkalmazása eredménytelen maradt.

Véleményem szerint a Varsói Szerződés 9Sz13-at rendszeresítő hadseregeiben érdekes lett volna a nyugati blokk haditechnikai fejlesztéseire igazítva, időről időre megvizsgálni az iránymérőt a csapatlégvédelmen kívüli más felhasználási területen is, például felderítő szerepkörben. Itt a frekvenciatartományában működő, NATO-tagállamok hadereje által használt eszközökkel is „találkozhatott” volna a készülék; például a britek az 1990-es évek közepéig rendszerben tartották a ZB-298 típusú gyalogsági radart. [13] Ilyen célra egyébként a Magyar Néphadseregben is alkalmaztak hasonló (pl. ERRSz-1, MRP-4 rádiótechnikai felderítő készülékek) hordozható rendszereket.

Az 1990-es évek végén még történtek kísérletek cseh részről a 9Sz13 modernizálására, például korszerűbb áramforrást kapott [14], de az új évezredre elavulttá vált, és kivonták a rendszerből. [15]

(Folytatjuk)



3. ÁBRA. Magyar menetoszlop oltalmazása 9K32M Sztrela-2M kézi légvédelmi rakétakomplexummal (Forrás: HM Zrínyi archív)

HIVATKOZÁSOK

- [1] FIM-43 Redeye <https://weaponsystems.net/system/332-FIM-43+Redeye> (Letöltve: 2023.11.28.);
- [2] Man-Portable Air Defence Systems (MANPADS) 2008. Australian Government Department of Foreign Affairs and Trade, ISBN 978-1-921244-64-3 https://www.dfat.gov.au/sites/default/files/MANPADS_countering_terrorist_threat.pdf (Letöltve: 2023.11.28.);
- [3] 9C13 Альбом №1 Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ЩГ1.007.000 ТОС (9Sz13 műszaki leírás és kezelési utasítás, 1. kötet) pp. 3–6; 12;
- [4] 9C13 Альбом №2 Памятка по устройству и эксплуатации изделия. ЩГ1.007.000 ДЗ (9Sz13 Emlékeztető az eszköz kezeléséhez, 2. kötet) p. 4;
- [5] Dr Carlo Kopp. KBTochmash 9K35 Strela 10 Self Propelled Air Defence System / SA-13 Gopher Самоходный Зенитный Ракетный Комплекс КБточмаш 9K35 Стрела-10 <https://www.ausairpower.net/APA-9K35-Strela-10.html> (Letöltve: 2023.11.28.);
- [6] Léfe/343 – A 9K35 gyártmány műszaki leírása és üzemeltetési szakutasítása 8. rész, A 9Sz16 gyártmány műszaki leírása 9K35 T07. Honvédelmi Minisztérium, 1989. pp. 4–9;
- [7] Боевая машина 9А31 зенитного-ракетного комплекса 9К31 «СТРЕЛА-1» <https://dzen.ru/a/XqcCKYfqlXq60LXk> (Letöltve: 2024.3.4.);
- [8] SOV - PSNR-1 (1RL125) <https://www.armedconflicts.com/PSNR-1-t238604> (Letöltve: 2024.3.4.);
- [9] SOV - PSNR-5 (1RL133, kód NATO: Tall Mike) <https://www.armedconflicts.com/SOV-PSNR-5-1RL133-kod-NATO-Tall-Mike-t37930> (Letöltve: 2024.3.4.);
- [10] Funkmeßfeuerleitgerät RPK-1A (1RL-35A) <https://www.rwd-mb3.de/pages/rpk1.htm> (Letöltve: 2024.3.4.);
- [11] Lé/109 – Utasítás a légvédelmi lövészek számára (Sztrela–2M kézi légvédelmi rakétakomplexum felépítése, kezelési szabályai és harci alkalmazása). Honvédelmi Minisztérium, 1975. p. 8;
- [12] Atkári Győző. A MANPADS-képesség múltja, jelene és lehetséges perspektívái Honvédségi Szemle, 2011. évi V. szám, HU ISSN 2060-1506, p. 45;
- [13] ZB-298. Tactical pulsed doppler radar <https://www.cryptomuseum.com/radar/zb298/index.htm> (Letöltve: 2024.3.4.);
- [14] 9S13, 9C13 <https://sptech.sk/clanok?id=qfO7hr0sJQ5wJc> (Letöltve: 2024.3.4.);
- [15] Wyciąg z formularza ofertowego – uzbrojenie. Przetarg nr 15/OS/2021 organizowany przez DMR AMW w dniu: 19.08.2021 <https://docplayer.pl/215116520-Nazwa-rzeczy-ruchomej-koncesjonowanej-mienie-uzywane-wycofane-z-zasobow-mon-i-mswia.html> (Letöltve: 2024.3.4.).

IN MEMORIAM

OCSKAY GÁBOR

2024. november 20-án, Ocskay Gábor nyá. alezredes, a Magyar Katonai Logisztikai Egyesület egyik alapító tagja, a Gamma Zrt. Különleges Járművek Divíziójának vezetője, a Haditechnika folyóirat külsős szakértője súlyos betegség következtében, életének 55. évében elhunyt.

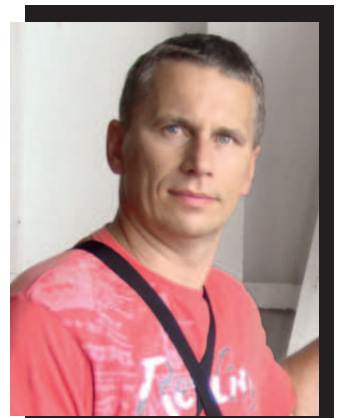
Ocskay Gábor a Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola, Harcjármű üzemeltető szakon megszerzett diplomával 1990-ben kezdte meg hivatásos katonai pályafutását Tatán, az MN 57. Híradó Zászlóalj gépjárműtechnikai szolgálatfőnökeként. A kiválóan végzetek privilegiumaként azonban két hónapon belül már Gödöllőn, a Gödöllői Agrártudományi Egyetem nappali szakos mezőgazdasági gépészmérnöki képzésén folytatta tanulmányait, majd három évvel később – egy gépészmérnöki diplomával is felvértezve – az MH 47. Fejér Javító Zászlóalj, gépjárműjavító század századparancsnok-helyetteseként irányította annak szakmai tevékenységét. Később az MH 4. Gépesített Hadtestparancsnokság Anyagi-technikai Szolgálatfőnökségén kapott mérésügyi főtisztí beosztást, majd pár hónap múlva Budapestre került az MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökségre mint a gépjárműtechnikai osztály mérnök főtisztje. Az MH Logisztikai Főigazgatóság Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség kiemelt harcjármű-technikai főtisztjeként – immár őrnagyként – vett részt Kanadában STANAG angol nyelvtanfolyamon. Magyarország NATO-csatlakozását követően az MH Nemzeti Támogató Csoport logisztikai főtisztjeként delegálták Brüsszelbe, ahol az észak-európai és tengerentúli országokban beosztást betöltők logisztikai és adminisztratív támogatását végezte. Hazaérkezését követően – már alezredesként – dolgozott az MH Összhaderőnemi Logisztikai Támogató Parancsnokság, parancsnoki iroda, nemzetközi együttműködési alosztály, alosztályvezetői beosztásban, és végezte a parancsnokság nemzetközi kapcsolatainak, protokolláris rendezvényeinek szervezését. Munkája érdekében francia középfo-

kú nyelvvizsgát is szerzett. Előjárói javaslatára a HM Hadművelési és Képzési Főosztály logisztikai referenseként végezte el a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Vezérkari Tanfolyamát 2008-ban. Ezt követően ismét Brüsszelben, a Magyar Köztársaság Állandó NATO Képviselő, Katonai Képviselő Hivatal együttműködési főtisztjeként képviselte az MH érdekeit a NATO különböző bizottságaiban és szakmai rendezvényein.

Külszolgálatát befejezve 2012 januárjától nyugállományba vonult. A honvédségben eltöltött évtizedeket követően, 2013-ban csatlakozott a Gamma Műszaki Zrt. csapatához, ahol a Komondor járművek fejlesztésével foglalkozott. Tudását és hozzáállását mindenki elismerte, vezetői beosztást kapott a megalakuló Különleges Járművek Divízió élén. A Komondor járműcsalád mellett különleges rendeltetésű járművek és felépítmények fejlesztése kötődik nevéhez. Családként tekintett a munkatársaira, aktív és meghatározó tagja volt a közösségünknek. A katasztrófavédelmi és rendőrnapi, katonai fesztiválok, egyetemi rendezvények elmaradhatatlan résztvevőjeként fáradhatatlanul mutatta be a magyar fejlesztésű Komondor és más különleges járműveket, több ezer felnőttnek és gyereknek okozva ezzel örömet. Számtalan szakkikkhez nyújtott segítséget, oktatóként közreműködött egyetemi képzésekben, tervei között szerepelt a PhD-fokozat megszerzése is. Betegségével dacolva az utolsó pillanatig folyamatosan dolgozott, segített a kollégáinak.

Mindent köszönünk, Gábor! Megtiszteltetés volt veled dolgozni, szerencsések vagyunk, hogy ismerhettünk és tanulhattunk tőled! Hiányozni fogsz mindenkinek! Nyugodj békében!

Dr. Zsitnyányi Attila vezérigazgató, Gamma Műszaki Zrt.



(1969 – 2024)



STUDIES

- Summary assessment of the events on the Black Sea front, between 2022 and 2024, *Part 1* 2
- History of the development of the 'Gepárd' large-calibre rifle, *Part 12 35 years of service in the Hungarian Defence Forces* 11

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- Cold war bunkers, *Part 3* 17
- The deployment and service of MiG-29 fighting aircraft in Yugoslavian and Serbian air forces (1987–2024.), *Part 2* 23

SPACE ACTIVITIES

- Hypobaric chamber as a technical facility and flight physiology training device, *Part 2* 27
- Types and platforms of satellite Earth observation: structure of satellites, applications of optical and active microwave remote sensing 33

DOMESTIC SURVEY

- Operation system of Leopard 2 tank family, *Part 2* 40
- Cybersecurity trainings in defence, European and domestic perspectives 45
- Costs and revenues in the management of surplus ammunition stocks unsuitable for military use 53
- Teaching helicopter emergency procedures during the initial phase of training in the Hungarian Air Force 59

MILTECH HISTORY

- Recovery of the wreckage of a Hungarian-made Me 109 from Lake Balaton 65
- The "ears and eyes" of the Soviet troop air defence during the Cold War era 72



STUDIEN

- Eine zusammenfassende Bewertung der Ereignisse in der Schwarzmeer-Kampfstätte, 2022–2024, *Teil I*. 2
- Die Entwicklungsgeschichte der Großkalibergewehre von Gepárd, *Teil XII. 35 Jahre im Dienst der Landesverteidigung* 11

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDschau

- Bunker des Kalten Krieges, *Teil III* 17
- Regularisierung und Einsatz des MiG-29-Kampfflugzeugs in den jugoslawischen und dann serbischen Luftstreitkräften (1987–2024.), *Teil II* 23

RAUMFAHRTTECHNIK

- Druckkammer als technische Einrichtung und Flugphysiologie-Trainingsgerät, *Teil II* 27
- Arten und Plattformen der Satelliten-Erdbeobachtung: Aufbau von Satelliten, Anwendungen der optischen und aktiven Mikrowellenfernerkundung 33

HEIMATSCHAU

- Betriebssystem der Panzerfamilie Leopard 2, *Teil II* 40
- Cyber-Verteidigungstraining in der Landesverteidigung, in europäischer und nationaler Hinsicht 45
- Kosten und Einnahmen bei der Verwaltung überschüssiger, für den militärischen Einsatz ungeeigneter Munitionsbestände 53
- Vermittlung von Hubschrauber-Notfallverfahren in der Anfangsphase der Ausbildung bei der ungarischen Luftwaffe 59

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Bergung des Wracks einer in Ungarn hergestellten Me 109 vom Plattensee 65
- Die „Ohren und Augen“ der sowjetischen Luftverteidigung während des Kalten Krieges 72

A címlapképünkön: A helikoptervezetést tanuló hallgatók jártasságukat az AS-350B Ecureuil (Mókus) könnyű, többcéli helikopteren szerzik meg. (Fotó: Baranyai László)

Poszter: A Magyar Honvédség a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében 16 darab Airbus H225M típusú helikoptert szerzett be. Az eszközök egyszerre teljesítik a NATO-feladatrendszerből adódó együttműködési feladatokat, kielégítik a nemzeti katonai igényeket és a katasztrófa-helyzet idején felmerülő mentési, kárelhárítási feladatokat. A H225M kategóriája szerint többcéli,

közepes szállítóhelikopter, hagyományos elrendezésű, öttollú kompozit műanyag főrotor és négylapátos faroklegcsavaros kialakítású. A forgószárny relatív kis mérete miatt kedvezően befolyásolja a helikopter manőverezhetőségét. További információk: Hennel Sándor: Az Airbus H225M helikopter lesz a Mi-8-as váltótípusa, *Haditechnika* 2022/4. 59–64. <https://doi.org/10.23713/HT.56.4.10> (Fotó: HM Zrínyi Nkft./Rácz Tünde)



SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevénél lábjegyzetben fel kell tüntetni: a szerző ORCID-azonosítóját (www.orcid.org oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasznált irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI-azonosítóval, azt kérjük feltüntetni. A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasznált irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteletdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra.

A cikkeket a haditechnika@hmrinyi.hu e-mail-címre várjuk. A *Haditechnika* folyóirat cikkei a szerkesztőség feltölti a Magyar Tudományos Művek Tárába, emellett az elmúlt több mint 50 év lapszámai elérhetők az MTA REAL-J repozitóriumban: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

ELŐFIZETÉS

Éves előfizetési díj: 5940 Ft
Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1089 Budapest, Orczy tér 1.
Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknel, e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu, faxon: 303-3440;
Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D
Telefon/fax: 359-1964, 359-6461;
HM Zrínyi Nonprofit Kft.
Ügyfélszolgálat – Könyv- és térképbolt 1024 Budapest, Filler u. 14.
Levél-cím: 1276 Budapest 22, Pf. 85
Telefon: +36 30-388-4034
E-mail: ugyfelszolgalat@hmrinyi.hu
A folyóirat 2005–2015 közötti példányai elérhetők: <https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT>

A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

Líra Könyvárúháza, Récei Center
1146 Bp., Istvánmezei út 6.,
telefon: 411-1543
Stúdió könyvesbolt
1138 Bp., Népfürdő u. 15/D,
telefon/fax: 359-1964, 359-6461
HM Zrínyi Nkft. Ügyfélszolgálat
1024 Bp., Filler u. 14.
Nyitvatartás: H-P 9.00–16.30
ugyfelszolgalat@hmrinyi.hu



KEDVENC LAPJAIT – KÖZTÜK A HADITECHNIKÁT –
A LAPTAPÍR SZOLGÁLTATÁSÁVAL OLVASSA ONLINE
ASZTALI VAGY TÁBLAGÉPEN, ILLETVE OKOSTELEFONON.

BÁRHOL, BÁRMIKOR ELÉRI: LAPTAPIR.HU





shop.hmzrínyi.hu



ZRÍNYI KIADÓ

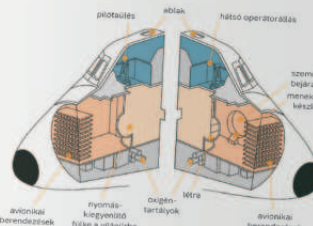


Magyar–angol kétnyelvű, gazdagon illusztrált kötet a 2017-ben hungarikummá nyilvánított magyar huszár mint kulturális örökség emblematikus jelenségéről: a huszárság kialakulásáról, történelmi jelentőségéről, nemzetközi vonatkozásairól és a gróf Nádasdy Ferenc Huszárosztály életképein keresztül a jelenkori mindennapjaikról.

A Zrínyi Kiadó újdonságai



Űrrepülőgépek múltja, jelene és jövője



2. ábra: Az űrrepülőgép személyzeti tereinek kialakítása

A külső üzemanyagtartályba feltöltött ~542 000 liter, -183 °C-os cseppfolyósított oxigén és a szintén folyékony, -253 °C-os, 1 450 000 liter hidrogén biztosította, a három főhajtómű üzemanyagigyi történő elutazását. A hidrogén ~9 perc alatt elégetésével létrehozott tolóerő – amit az első két percben, ~40 km-es magasság eléréseig a tartály mellé szerelt, két szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta tolsereje egészített ki – lehetővé tette a Föld körüli keringési (ún. orbitális) pályára álláshoz szükséges első kozmikus sebesség¹⁾ elérését. Működésük befejeztével a gyorsítórakéták, majd a tartály is levált, és visszacsúszdtek a légkörbe.

A főhajtóművek két oldalán, külön blokkokban egy-egy manőverhajtóművet helyeztek el azok üzemanyagtartályaival (3. ábra), a Föld körüli pályán haladaskor a gyorsítás-lassítás feladatokat ellátó végrehajtásra.

¹⁾ Az 1. kozmikus sebességgel (v_{1k}) haladva (Földünk esetében v_{1k} 2 791 km/s) a bolygó körüli kör- vagy elliptikus pályán repülő űreszközben elerőd centrális erő (F_g) megpelyezik az egeszt feladót tömegközvetítővel (F_g).

Tanulmánykötet, amely összefoglalja a Magyar Hadtudományi Társaság kutatócsoportjának eredményeit a következő témákban: a világűr általános biztonságpolitikai kérdései, a három nagy űrhatalom (Amerikai Egyesült Államok, Oroszország, Kína) tevékenységének és a különböző térségek űrpolitikájának értékelése, az űrkutatás műszaki-technológiai vetülete.

Könyvesbolt: 1024 Budapest, Filler utca 14.



ZRÍNYI KIADÓ



SZERETEM, MEGVÉDEM!

Csatlakozz a területvédelmi
tartalékosokhoz!

[IRANYASEREG.HU/TARTALEKOS](https://iranyasereg.hu/tartalekos)