

# HADITECHNIKA

2025/2.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LIX VIFOLYAM 2. SZÁM • ÁR: 990 Ft

## M142 HIMARS

RAKÉTÁK A  
HARCMEZŐN: A HIMARS  
KÉPESSÉGEI



POSZTER-  
MELLÉKLETTEL



shop.hmzrinyi.hu



NEM CSAK DÍSZELGÉSRE VALÓ A HUSZÁR!

HUSSARS ARE NOT JUST FOR PARADING!

**H**egyen szó állami vagy nemzeti ünnepről, más országok központi megemlékezéseiről, egy dolog mindig állandó: a huszárok díszes sorfala, díszkísérete. Mind a budai Vár területén. Tény, hogy az újraindított következő évében, azaz 2024-ben, a huszárság nem vett részt a modern kori díszkíséretben, de nem szabad azt gondolni, hogy ezek a tölke-

letes megjelenésű lovasközösségek jót képzett katonák is. 2024. január 1-jével ezért felállítottak egy új századot, amelynek tagjai már nem az igencsak feltűnő lipicai lovakon, hanem ősbarnos magyar fajtaikon – mint a gidrán, a kisbíró, a félvér vagy épp a mezőegyházi félvér (furious-north star) – lovatoknak és a hátsófoglalatú kerékre más katonai tevékenységeket is végeznek. Emellett hasonlóan az Európa-szerte hadrendbe állított könnyűlovasági alakulatokhoz – páncéltörőfedélzeti-alkadatokra is alkalmasak.

**W**hether it is a state or national holiday, or a visit by public dignitaries from other countries, one thing is always constant: the hussars' ceremonial line-up and escort. In addition, they also carry out ceremonial patrol activities in the area of Buda Castle. It is a fact that in the years following the re-establishment of the Corps, hussars only participated in protocol events, but it should not be forgotten that these perfect-looking horsemen are also well-trained soldiers. As of 1 January 2024, a new squadron has therefore been set up, whose members no longer ride the rather striking Lipizzan horses, but rather indigenous Hungarian breeds such as the Gidrán, the Kisbőr Half Blood or the Furioso-North Star, and also carry out other military activities, starting from border service. In addition, similarly to the light cavalry units in military service throughout Europe, they are also suitable for armed reconnaissance missions.

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

# A Zrínyi Kiadó újdonságai



Sokaknak először úgy tűnt, hogy különösen nehéz feladat írjuk. Nem is gondolnák volna, hogy valaha képművészekkel kell majd szembe nézniük. Az oktatásról tudniuk kellett, hogy az oktatás nemcsak a tananyag átadásáról szól, hanem a tanulóknak a tananyagot saját magukra fordítani kell. Az oktatás nemcsak a tananyag átadásáról szól, hanem a tanulóknak a tananyagot saját magukra fordítani kell. Az oktatás nemcsak a tananyag átadásáról szól, hanem a tanulóknak a tananyagot saját magukra fordítani kell.

Egy egykori légvédelmi rakétás sorkatonára visszaemlékezései, egyben tisztelgés egy letűnt korszak hadikultúrája és katonai hagyományai előtt, tiszteletnyilvánítás a Zsámbéki Rakétabázison szolgáló sorkatonák, valamint a bázis akkori hivatásos állományára előtt.



ZRÍNYI KIADÓ

Könyvesbolt: 1024 Budapest, Fillér utca 14.

**A MAGYAR HONVÉDSÉG  
MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA**

Az MTA IX. osztály Hadtudományi  
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,  
lektorált folyóirat,  
LIX. évfolyam 2025/2. szám

**A szerkesztőbizottság elnöke:**

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

**A szerkesztőbizottság alelnöke:**

Bárány 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 (MH TP)  
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 (ZalaZóne)  
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:**

Druzsín 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**

- Farkas Gábor – Fazekas Gábor – Németh András  
FPV-drónok detektálásának alternatív megoldása konvolúciós neurális hálózattal **2**
- Balogh Tamás  
A fekete-tengeri hadszíntér  
2022–2024 közötti eseményeinek összefoglaló értékelése II. rész **8**
- Szabó Péter Imre –  
Gárdián Anett Zsuzsanna  
Lézeres feketítés **16**

**NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE**

- Kizmus Szabolcs  
Hidegháborús bunkerek IV. rész **21**
- Ombódi Imre  
Rakéták a harcmezőn: a HIMARS képességei I. rész **27**
- Sánta György  
Német-francia következő generációs harckocsiprogram **33**

**ŰRTECHNIKA**

- Bozsó István – Bacsa Balázs  
A műholdas földmegfigyelés katonai alkalmazásai **40**
- Rezsabek Nándor  
Az utolsó magyarországi meteorit hullás a II. világháborús hadművelet tükrében **45**

**HAZAI TÜKÖR**

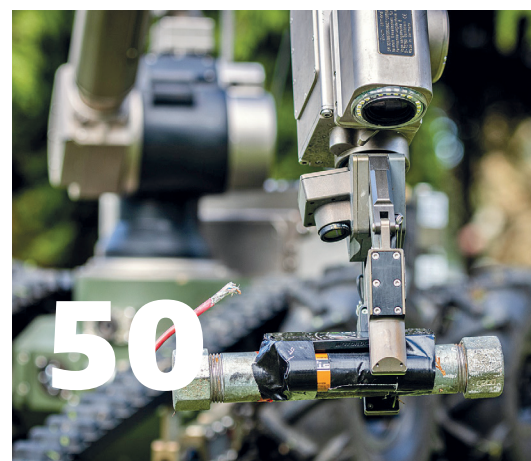
- Ádám Balázs – Kovács Zoltán – Ember István  
Modern robot a tüzserészet szolgálatában **50**
- Éles Péter  
The history of ammunition assembly and disassembly in Pusztavacs – A pusztavacsi lőszerszerelés története **55**

**HADITECHNIKA-TÖRTÉNET**

- Bártfai Bálint  
A szovjet csapatlégvédelem „füle és szeme” a hidegháború időszakában II. rész **59**
- Pap Péter  
Az M-9 kísérleti pisztoly **62**
- Bánsági Andor  
Egy lövéssel négyet! Az SM U 4 tengeralattjáró támadása 1916. szeptember 14-én **67**

**MAKETT**

- Magó Károly – Fülöp Sándor – Molnár Ferenc  
Az egyik leghíresebb magyar Me 109-es **71**





1. ÁBRA.

Drón- és tankelhárító  
rakéta ellen készített  
„ketreccel” felszerelt  
harcjármű [5]

FARKAS GÁBOR\* – FAZEKAS GÁBOR\*\* – NÉMETH ANDRÁS\*\*\*

# FPV-DRÓNOK DETEKTÁLÁSÁNAK ALTERNATÍV MEGOLDÁSA KONVOLÚCIÓS NEURÁLIS HÁLÓZATTAL

\* Gépészmérnök,  
PhD-hallgató, NKE,  
Katonai Műszaki  
Doktori Iskola.  
ORCID: 0009-0005-  
2463-6876

\*\* Mérnök  
informatikus, PhD-  
hallgató, NKE,  
Katonai Műszaki  
Doktori Iskola.  
ORCID: 0009-0003-  
8904-6231

\*\*\* Villamosmérnök,  
alezredes,  
tanszékvezető,  
egyetemi  
docens, NKE,  
Hadtudományi és  
Honvédtisztképző  
Kar, Elektronikai  
Hadviselés Tanszék.  
ORCID: 0000-0003-  
2397-189X

**Összefoglalás:** Az orosz–ukrán háború kezdeti szakaszában már hajtottak végre támadásokat félkatonai csoportok kis méretű, eredetileg polgári használatra szánt, átalakított drónokkal. Mindkét fél gyorsan felismerte, hogy bizonyos területeken költséghatékony megoldást kínál a civil eszközök alkalmazása. Az ilyen támadások tömegessé válása sok esetben komoly hatást gyakorol egy-egy harci cselekmény kimenetelére, ami azt bizonyítja, hogy a drónok elleni védelmi megoldásokra, CUAV (Counter-Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli légi járművekkel szembeni védelem) tevékenységekre egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni. Célunk egy olyan dróndetektációs technikai megoldás vizsgálata, amely akár önállóan, akár a jelenlegi megoldásokba integrálva megalapozhatja egy kisalegység-szintű, kompakt, FPV (First Person View – első nézetes) dróntámadást előjelező rendszer megvalósítását.

**Kulcsszavak:** CUAV, FPV-drón, EHV, SIGINT, SDR, orosz–ukrán háború

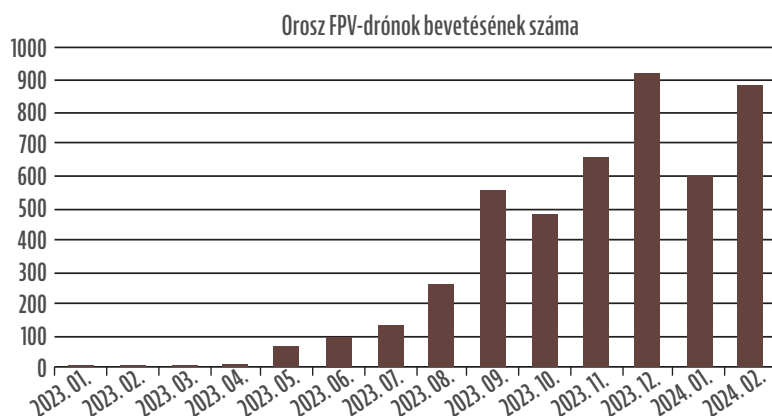
**Abstract:** As early as the first days of the Russo-Ukrainian war paramilitary groups carried out attacks using small, modified drones, originally intended for civilian use. Both sides recognized that the use of these devices offered a cost-effective solution in certain areas. The massive use of such attacks has often had a significant impact on the outcome of combat operations, highlighting the growing importance of defense solutions against drones, and the need for Counter-Unmanned Aerial Vehicle (CUAV) activities. Our goal is to explore a drone detection technique that, either independently or integrated with existing solutions, could lay the groundwork for a compact, small-unit-level system capable of predicting FPV (First Person View) drone attacks.

**Keywords:** CUAV, FPV drone, EW, SIGINT, SDR, Russo-Ukrainian war

## BEVEZETÉS

A drónok elmúlt évtizedben történő gyors térnyerése előre jelezte, hogy az állami szereplőknek a drónok közfeladatokba történő bevonása [1] mellett az illegális vagy ártó célú eszközhasználat elleni védekezés feltételrendszerét is ki kell alakítani. [2] Bár a korábbi konfliktusokban számos alkalommal vetettek már be akár tömegesen is UAS (Unmanned Aerial/Aircraft System – pilótánélküli légi rendszer) rendszereket, az FPV-drónok az orosz–ukrán háború kapcsán kerültek igazán a médiafigyelem középpontjába. A háború kitérése óta számos képi és videóanyag került fel az internetre olyan átalakított drónokkal végrehajtott támadásokról, melyek eredetileg polgári alkalmazás céljára készültek. A katonai célra történő átalakítás, majd alkalmazás érdekében számos csoport jött létre, melyek közül az Aerorozvidka nevűt érdemes kiemelni, amely úttörő szerepet vállalt ezen a területen. [3] Ezek a csoportok jellemzően közösségi finanszírozásból tartják fent magukat, így a források megszerzésében fontos szerepe van az interneten közzétett tartalmaknak a nyilvánosság szimpátiája megnyerésének érdekében. [4] Mindkét fél jelentős sikereket ér el a mai napig ilyen eszközök alkalmazásával, melyek elsősorban kisalegység- (raj-) szinten, harcászati bevetések során használhatók hatékonyan különböző feladatokra. Legnagyobb előnyük, hogy a hagyományos katonai eszközökhöz képest a beszerzés költsége és időtényezője elhanyagolható, így lehetőség nyílik akár tömeges alkalmazásukra is.

Mivel diszruptív (felforgató) technológiaként a drónok egyre jelentősebb szerephez jutnak a 21. század hadszínterein, mindenképpen foglalkozni kell a felderítés és elhárítás lehetőségeivel. Ezt támasztja alá az is, hogy a háború kezdete óta mindkét fél jelentősen fokozta ilyen irányú tevékenységét, a kapcsolódó beszerzéseket és fejlesztéseket, melyek közül a bonyolultabbak a rádióelektronikai felderítés és elektronikai hadviselés<sup>1</sup> (EHV) eszköztárába tartoznak. Mivel az FPV-drónokkal végrehajtott táma-



2. ÁBRA.  
FPV-drónbevetések  
száma havi bontásban  
(A szerzők szerkesztése  
[6] alapján)

dások jellemzően néhány perces műveletek, gyors reagálást biztosító, lehetőleg automatizált megoldásokra van szükség a felderítés és elhárítás hatékonyságának növelése érdekében. Az eddigi mérési eredmények és alkalmazási tapasztalatok alapján az egyes megoldások önmagukban nem biztosítják az elvárt hatékonyságot, ezért csak az elérhető megoldások és technológiák ötvözése vezethet olyan eredményre, amellyel a hadszíntéren azonnali jelzést lehet adni a fenyegetés megjelenését követően. Célunk egy olyan felderítési megoldás vizsgálata, amely hatásos kiegészítője lehet a jövőben a már jelenleg is elérhető drónetekciós rendszereknek. Mivel törekvésünk egy kisalegység szintjén alkalmazható, hordozható eszköz vagy rendszer kialakítása, cikkünkben kitérünk annak egy gyakorlati megvalósítási lehetőségére is.

## FPV-DRÓNOK A HADSZÍNTÉREN

A háború kezdeti szakaszában az ukrán fél által alkalmazott drónotechnológiák között először a drágább, könnyebben irányítható multikopterek domináltak. Ezeket sokszor robbanóttestekkel szerelték fel, melyeket a célpont fölött függve, egy kioldó mechanizmus segítségével ejtettek a célokra. Többek között, az ilyen típusú támadások ellen az orosz erők harcjárműveiket *ad hoc* módszerekkel „ketrec” (cope cage) nevű, az 1. ábrán látható védelmi szerkezettel szerelték fel, amely alapvetően a zuhanó robbanóttestek ellen nyújtott védelmet.

Az orosz EHV-tevékenység gyorsan adaptálódott ezekhez a támadá-

sokhoz, így egyre nehezebbé vált az UAV-k célpont fölé manőverezése, mivel ezek folyamatos rádió-összeköttetésre támaszkodnak az irányítás során. Ha a rádiókapcsolat megszakadt, az eszközök vagy kényszerleszállást hajtottak végre, vagy automatikusan visszatértek a kiindulási pontra. Ebben a helyzetben az intelligens repülésvezérlők alkalmazása hátrányossá vált, mivel az ilyen eszközök sokszor elérhetlenné váltak az operátor számára a zavaróadások miatt. 2023 elejére a harcéri helyzet változásaira reagálva az FPV-drónok kerültek előtérbe, melyek esetén a robbanószerkezetet fixen rögzítik annak vázához, így az nem válik kioldhatóvá. Az ilyen eszközök közvetlen rávezetéssel mint a cirkáló lövedékek (loitering munition) csapódnak a célba. Mivel a robbanásban a hordozó is megsemmisül, ezeket az eszközöket gyakran említik „kamikaze drón” néven. Bár ezt a megoldást az ukrán fél kezdte először alkalmazni, nem kellett sokat várni az oroszok válaszára sem. A 2. ábrán az látható, hogy az orosz fél milyen ütemben kezdte el alkalmazni az FPV-megoldásokat katonai műveletei során.

Az irányítás ilyen eszközök esetén egy távirányító és egy FPV-szemüveg segítségével történik, amelyben a pilóta a drón orrára szerelt kamera élőképet látja. Ezt természetesen bármilyen más kijelzővel is meg lehet jeleníteni, de a szemüveg-kialakítás jelentősen csökkenti a külső zavaró hatásokat. A távirányítóval a pilóta közvetlenül szabályozza a rotorok sebességét, ami teljes kontrollt biztosít számára. Lényeges különbség a

<sup>1</sup> Az elektronikai hadviselés (EHV) vagy angolul Electronic warfare (EW) terminológia helyett a NATO-ban ma már az Electromagnetic warfare (EW), azaz elektromágneses hadviselés kifejezést használják.

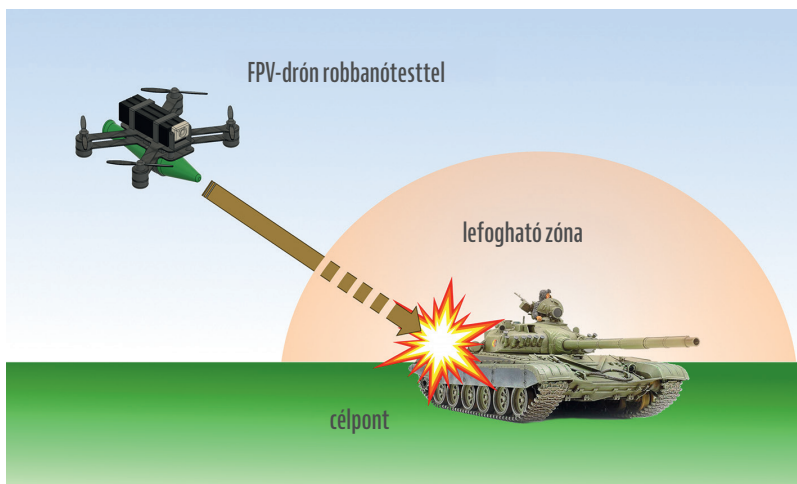


3. ÁBRA. FPV-dróncsapat bevetés közben [7]

korábban használt UAV-khez képest, hogy az FPV-eszközöknek nem kell rendelkezniük fejlett repülésvezérlő rendszerekkel. Azok irányítása így teljes mértékben a pilóta szem-kéz koordinációján múlik, ami nagyfokú gyakorlati tapasztalatot igényel. Mivel ez jelentős koncentrációt követel a pilótától, a kapcsolódó információkkal és a szükséges technikai tevékenységekkel a csapat többi tagja segíti a művelet végrehajtását. (3. ábra) Ugyanakkor ez a rendszer lehetővé teszi a gyorsabb és összetettebb manővereket is, mivel nincs korlátozó automatikus vezérlés, ami meghatározná a repülési pályát. Ennek eredményeképp az FPV-drónok rugalmasabban és hatékonyabban alkalmazhatók bizonyos harci körülmények között.

Az orosz EHV-tevékenység, a zavaróadásokkal történő védekezés – bár komoly kihívásokat jelent az FPV-drónok számára is – két szempontból mégis hatékonyabb tudott

maradni a repülésvezérlővel felszerelt társaiknál. Az egyik, hogy a szem-kéz koordinációhoz szükséges kis késleltetésű adatátvitelt analóg módon valósítják meg, vagyis amíg a zavarójel teljesen el nem fedi az irányítójelet, az irányíthatóság valamilyen szinten megmarad. A digitális adatátvitel ezzel szemben lényegesen érzékenyebb, mivel a jel/zaj viszony minimális szint alá csökkenését követően a kapcsolat teljesen megszakad. A másik fontos tényező, hogy az FPV-drónok, megfelelő sebességgel és célra tartással, akár a lefogási zónába (vagyis amikor a zavarójel teljesítménye már az analóg kommunikációt is lehetetlenné teszi) történő belépést követően is képesek becsapódni a célpontba, mivel hiányzik az intelligens repülésvezérlő, amely megváltoztatná a repülési irányt. [8] Ez az irányított önmegsemmisítési taktika rendkívül hatékony, folyamatát a 4. ábra szemlélteti.



4. ÁBRA. FPV-drón becsapódása a céltárgyba a távirányítás megszűnését követően (A szerzők szerkesztése)

Mindkét hadviselő fél gyorsan felismerte az ilyen eszközök alkalmazásának előnyeit és hatékonyságát, ami egyfajta technológiai és „termelési” versenyhez vezetett. Az FPV-drónok költséghatékony megoldást kínálnak a hagyományos katonai eszközökkel szemben, és kiemelkedő szerepet játszanak a rajszintű, gyors támadások kivitelezésében. 2023 nyarára az orosz fél jelentős előnyt szerzett a gyártás terén, ami komoly kihívás elé állította az ukrán hadsereget. Az oroszok gyártási kapacitásának növekedése lehetővé tette a drónok tömeges bevetését, fokozva ezzel a harctéri nyomást.

### FELDERÍTÉSI MEGOLDÁSOK

Az FPV-drónok egyre nagyobb szerepet játszanak a modern katonai műveletek során, különösen a harctéri felderítés és a támadások területén, ezért azok időben történő detektálása és az ellenük való védekezés módszereinek fejlesztése minden hadviselő fél számára elemi érdek. Számos megoldás létezik a különböző típusú drónok észlelésére, amelyek különféle fizikai jellemzők mérésén alapulnak. Minél több tényezőt veszünk figyelembe és kombinálunk az észlelés érdekében, a felderítési folyamat hatékonysága annál inkább növekszik. Mivel mindegyik felderítési technológiának megvannak az előnyei és hátrányai, az átfogó kép érdekében néhány elterjedt detektálási módszert mutatunk be röviden. [9]

### RADAR

A radarrendszerek számára – bár hagyományosan jól alkalmazhatók repülőeszközök felderítésére – nehezebb az FPV-drónok időben történő észlelése, mivel kis méretük és jellemzően kompozitanyagból készült vázszerkezetük miatt jelentősen csökken a radarkeresztmetszetük. Másik probléma, hogy az ilyen eszközök jellemzően a földfelszínhez igen közel repülnek, így a természetes és mesterséges terepakadályok egyaránt jól elrejtik őket. Ezenkívül a radarképen gyakran hasonlítanak madarakra, ami téves észlelésekhez vezethet. A hibaarány csökkentése érdekében kiegészítő megoldások alkalmazása, például a mozgásminták elemzése vagy elekt-rooptikai rendszerek integrálása szük-

séges, amelyek segítenek megkülönböztetni a drónokat a madaraktól.

### RÁDIÓFREKVENCIÁS KOMMUNIKÁCIÓ

Ha egy UAV nem autonóm módon működik, hanem távoperátor irányítja, akkor folyamatos rádiófrekvenciás kommunikáció zajlik köztük. Ezt a kommunikációt megfigyelve lehetőség nyílik mind az eszköz, mind pedig a pilóta észlelésére, illetve a rádiójelek alapján meghatározható a helyzetük is. A rádiófrekvenciás felderítés hatékonysága azonban nagymértékben függ az alkalmazott technológiától, a terepviszonyoktól és a használt kommunikációs protokolloktól. Ugyanakkor a drón rádiófrekvenciás spektrumképe alapján, egy megfelelő és kellő gyakorisággal frissített adatbázis segítségével igen pontosan meghatározható akár az eszköz típusa is.

### ELEKTROOPTIKAI

Az elektrooptikai rendszerek, például a kamerák, lehetőséget biztosítanak a drónok vizuális észlelésére a látható és az infravörös spektrumban egyaránt. Hátrányuk, hogy közvetlen optikai rálátásra van szükség a célra, amit a terep és az időjárási körülmények, például a köd vagy eső jelentősen korlátozhatnak. A kamerák felbontása és optikai képességei, zoomja meghatározzák az észlelési távolságot. Ezek a rendszerek önmagukban nem hatékonyak, ugyanakkor eredményesen alkalmazhatók radarszenzorokkal integráltnak, amelyeknek így növelhető a detektálás pontossága. Napjainkban a korszerű önrávezető elektrooptikai eszközök mind alkalmazzák ezt a megoldást.

### AKUSZTIKAI

A drón működése során keltett egyedi mechanikai rezgések hanghullámok formájában képesek terjedni, melyek akusztikai szenzorok segítségével érzékelhetők. A rögzített jel és az előre letárolt hangminták összehasonlításával a rendszer nemcsak a fenyegetést, de akár a közeledő eszköz irányát, illetve esetenként típusát is képes meghatározni. Zajos környezetben ugyanakkor ez a megoldás nem hatékony, illetve az azonosításhoz szükséges hangminták folyamatos frissítése körülményessé teheti az üzemeltetést.



Kapcsolódó videó:

### KOMPLEX RENDSZEREK

A különféle érzékelési technológiák együttes használata, a multiszenzoros érzékelés jelentősen növeli a felderítési rendszerek pontosságát és gyorsaságát, különösen az FPV-drónok elleni védekezés során. Minél több érzékelési megoldást alkalmaznak egyszerre, annál átfogóbb és megbízhatóbb előrejelzések érhetők el. Például a kétdimenziós rádióiránymérő rendszereket gyakran egészítik ki más szenzorokkal, például radarral, elektrooptikai kamerákkal vagy akusztikai érzékelőkkel. Egy ilyen összetett rendszer különféle konfigurációit szemlélteti az 5. ábra.

Az érzékelési technológiák ilyen fúziójával kiaknázhatók a különböző szenzorok előnyei, ezáltal csökkentve az egyes megoldások korlátait. Ma már csak ilyen komplex rendszerek lehetnek igazán piacképesek, amit a BHE (Bonn Hungary Elektronikai) Kft. is éveken ezelőtt felismert. Mivel a különféle megoldások fúziójában látják a drónfelderítő rendszerek jövőjét, az általuk fejlesztett kétdimenziós rádióiránymérő megoldást további szenzorokkal egészítették ki a határfok javítása érdekében. [11] Ugyanakkor fontos figyelembe venni, hogy minél komplexebb egy ilyen rendszer, annál nagyobb fizikai méretekkel rendelkezik, és működése annál nagyobb számítási kapacitást igényel, mivel a feldolgozandó adatmennyiség is növekszik. Ez stacioner (állandó telepítésű) rendszerek esetén többnyire nem jelent különösebb problémát, mivel az energia- és hűtési igények könnyebben biztosíthatók. Mozgásban lévő katonai egységek vagy harcjárművek esetén azonban a rendszer mobilitása és telepíthetősége kulcsfontos-

ságú szempont. A nagyobb méret és az üzemképesség eléréséhez szükséges idő akadályozhatja az alkalmazást dinamikus változó harctéri körülmények között. Erre a feladatra kisebb, könnyen hordozható megoldásokra van szükség, amelyek gyorsan telepíthetők, ugyanakkor biztosítják a különböző felderítési megoldások hatékonyságát.

### A DETEKCIÓ EGY ALTERNATÍV MEGOLDÁSA

Az átalakított FPV-eszközöket a hadszíntéren jellemzően kisebb, mozgó célpontok ellen vetik be, például harc- vagy gépjárművek, illetve katonai kisalegységek semlegesítésére. Ezek a nagy mozgékonyaságuknak és precizitásuknak köszönhetően hatékonyak a gyors támadások végrehajtásában. Kutatásunk célja egy kompakt, könnyen hordozható prototípus megvalósításának előkészítése, amely specifikusan FPV-dróntámadások előrejelzésére alkalmas. Működésének alapját az ilyen eszközök által használt VTX (Video Transmitter – videóadó) által sugárzott rádiófrekvenciás jel detektálása és elemzése képezi. A VTX-ek több wattos adóteljesítménnyel rendelkeznek, hogy az operátor szemüvege távoli helyzetből is fogadhassa a drón által közvetített élőképet. Ez biztosítja, hogy a drónt nagyobb távolságból is észlelhessük, így a jel intenzitása elegendő lehet harmadik fél veszélyre történő figyelmeztetésére is. A VTX által sugárzott analóg jel másik fontos tulajdonsága a viszonylag nagy, 5 MHz-es nagyságrendű sávzélessége, ami könnyebben észlelhetővé teszi a rádiófrekvenciás spektrum szkenelése során. A táv-

5. ÁBRA. Az APSKYctrl dróndetektáló és semlegesítő rendszerének különböző kiépítései (A szerzők szerkesztése [10] alapján)

1. TÁBLÁZAT. Az orosz-ukrán háborúban alkalmazott FPV-drónokon gyakran előforduló VTX-ek jellemzői (A szerzők szerkesztése)

Megnevezés	Frekvencia [GHz]	Adóteljesítmény [W]
TX1209-V20	1,2	1,6
Benwujjadi	1,2	2
HumbirdTec 1G3TE-V2	1,2	2

pilóta távirányítójából érkező jel ezzel szemben általában keskenysávú, mindössze néhány kHz-es, ami lényegesen nehezebben deríthető fel. A közeledő drón VTX-jelének intenzitása a védendő célpont felé közeledve erősödik, ezáltal növelve a felderítés hatékonyságát. Ez a jelenség különösen hasznos a VTX-alapú detektáló eszközök számára, amelyek így időben adhatnak figyelmeztetést a közeledő dróntámadásokról. Az orosz-ukrán háborúról nyilvánosságra került videófelvételek alapján és egyéb forrásokra támaszkodva gyűjtöttünk adatokat az orosz fél által feltételezhetően nagy számban alkalmazott VTX-típusokról, melyek fő paramétereit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Ezek az adatok kiindulási alapot biztosítanak az FPV-drónok felderítésére alkalmas eszköz kifejlesztéséhez és optimalizálásához.

Kutatásunk során különös figyelmet szenteltünk az orosz fél által használt VTX-technológia részletes elemzésére, amelynek egy képviselője a 6. ábrán látható. Az orosz videóadók az FPV-k VTX-einél megszokott 5,8 GHz vivőfrekvencia helyett jellemzően az 1,2 GHz-et használják, aminek lehetséges oka az a tervezési megközelítés lehet, hogy az eszközöknek egyszerűbb, könnyebben helyettesíthető alkatrészekből kell készülniük, mint amilyenek például az alacsonyabb frekvenciákon működő régebbi típusok. Bár ez a megoldás nem feltétlenül tudatos tervezési stratégia eredménye, fontos tanulsággal szolgál a jelenlegi és jövőbeli rendszerek kialakítása során. Az ilyen egyszerű, mégis hatékony konstrukciók jelentősége különösen felértékelődött a Covid-19-járvány nyomán kialakult „chip-válság” idején, amikor a globális alkatrészellátás súlyos problémákkal szembesült, elsősorban a legkorszerűbb technológiák terén. Az UAV-alkatrészek gyártásának akadozása világossá tette, hogy a modern hadiipari eszközök tervezésénél figyelembe kell venni az ellátási láncok megbízhatóságát. Egy alkatrészellátási válság idején azok az eszközök, amelyek könnyen beszerezhető vagy helyettesíthető komponensekből épülnek fel, sokkal nagyobb rugalmasságot biztosítanak a gyártás során. Ezért kutatásunk során kiemelt figyelmet fordítunk arra, hogy eszközünket úgy tervezzük, hogy szükség esetén alternatív alkatrészekkel is rövid időn belül gyártható legyen. Ez a megközelítés hozzájárulhat a rendszer robusztusságához, és biztosíthatja, hogy a gyártás és üzemeltetés folyamatosan fenntartható maradjon akár globális válsághelyzetekben is. Az orosz fél által alkalmazott VTX-megoldások jó példát nyújtanak arra, hogyan lehet minimalizálni a technológiai függőségeket és növelni a rendszerek megbízhatóságát az ellátási láncok zavarai esetén is.

Mivel kutatásunk célja az FPV-drónok közeledésének előrejelzése, méréseket végeztünk annak érdekében, hogy igazoljuk a VTX által sugárzott rádiófrekvenciás jel felhasználhatóságát. A mérések során az Ettus USRP B210 SDR (Software-Defined Radio – szoftverrádió) eszközt alkalmaztuk, amely lehetővé tette számunkra, hogy részletesen vizsgáljuk a sugárzott videójel spektrális viselkedését. Várakozásainknak megfelelően a VTX által sugárzott videójel jól megfigyelhető volt a rádiófrekvenciás spektrumban, illetve az adó és vevő közötti távolság növelése vagy csökkentése szignifikáns változást eredményezett a jel intenzitásában, ami kulcsfontosságú tényező a detektálás során.

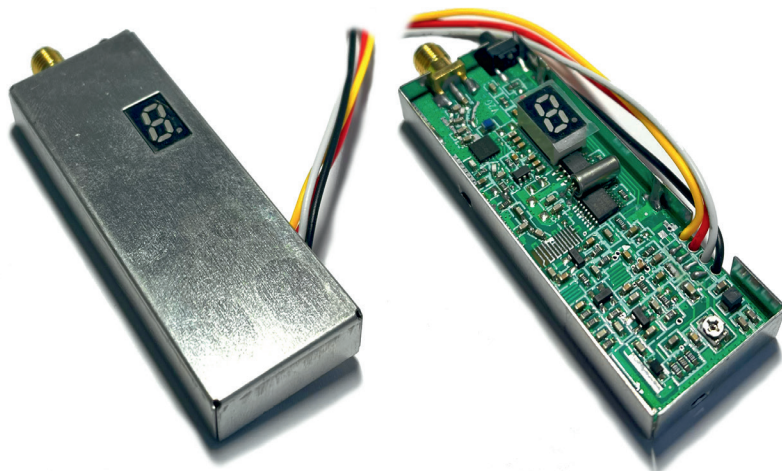
Ezen megfigyelések alapján kidolgoztunk egy négy lépésből álló módszert, amely az FPV-drónok automatizált detektálását teszi lehetővé:

1. *Frekvenciartomány pásztázása:* A vizsgált VTX nyolc különböző csatornán képes sugározni, míg más VTX-ek különböző frekvenciasávokban működhetnek. Az első lépésben tehát biztosítani kell, hogy a rádióvevőnk pásztázhassa a lehetséges frekvenciartományokat. Ez elengedhetetlen ahhoz, hogy megtaláljuk az aktív videójelet bármelyik csatornán.

2. *Videójel detektálása:* Miután megtaláltuk az aktív frekvenciákat, a következő lépés annak megállapítása, hogy van-e jelen videójel az adott frekvenciákon. Ebben az esetben nem célunk a teljes videójel visszaállítását, hiszen elegendő a videó-szinkronjelek dekódolása az adatfolyamból. Ez jelentősen csökkenti az adatmennyiséget és ezáltal a rendszer erőforrásigényét, mivel nem szükséges a teljes mértékben dekódolt videójel kezelése. A kapott képi információ elemzéséhez konvolúciós neurális hálózatot (CNN) alkalmazunk, amellyel megállapítható, hogy a transzformált adatfolyam valóban videójel-e vagy sem. Ez az információ szolgál a riasztást generáló logikai modul egyik bemeneteként.

3. *Videójel amplitúdójának megfigyelése:* Ezen művelet során a már azonosított videójel amplitúdójának változását kell nyomon követni. Az amplitúdó időbeli növekedése vagy csökkenése kulcsfontosságú információ, amely alapján a drón közeledése vagy távolodása állapítható meg a vonatkozó hullámterjedési modellek figyelembevételével. A felesleges riasztások elkerülése érdekében

6. ÁBRA. Az orosz fél által közlített videóban fellelhető TX1209-V20 megnevezésű VTX (A szerzők felvétele)



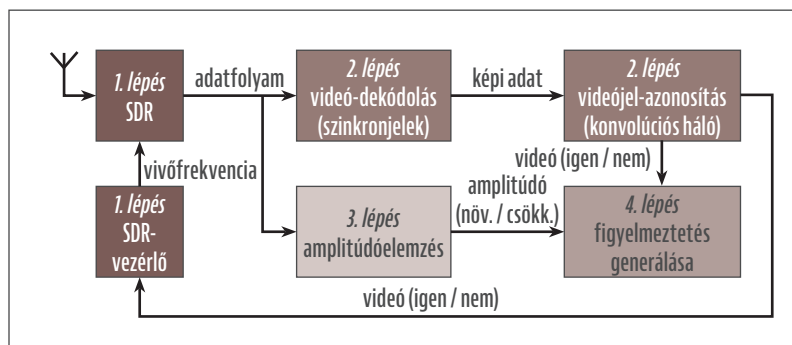
a rendszer csak akkor generál figyelmeztetést, ha a videójel amplitúdója növekszik, mivel saját drónok is indíthatók a védeni kívánt pozícióról, amelyek szakszerű alkalmazás esetén nem jelentenek magunkra nézve fenyegetést.

**4. Logikai összekapcsolás és figyelmeztetés generálása:** Az utolsó lépés a második és harmadik lépés kimenetének logikai összekapcsolása, amely végül a figyelmeztetést generálja. A rendszer akkor ad riasztást, ha az amplitúdó növekszik, és videójel jelenlétét is megállapítottuk, így biztosítva a hatékony drón-detektálást és a téves riasztások számának csökkentését.

A fentiek alapján kidolgozott rendszer felépítését és logikai összefüggéseit a 7. ábra szemlélteti. Ez a megközelítés lehetővé teszi az FPV-drón-támadások időben történő felismerését és a védelem megerősítését, miközben a rendszer erőforrásigénye alacsonyan tartható.

Az említett lépéseket megvalósító rendszer kis energiaigényű beágyazottakon is megvalósítható, ami különösen előnyös a harcéri alkalmazásoknál, ahol a mobilitás és a hatékonyság kiemelten fontos. A gyors frekvenciapásztázás szükségessége miatt az SDR (Software-Defined Radio) kézenfekvő választás a rádióvevő megvalósítására, mivel rugalmasan alkalmazható különböző frekvenciákon. Az adatok feldolgozására egy nagyobb kapacitású mikrovezérlő vagy FPGA (Field-Programmable Gate Array – harcéri programozható logikai hálózat) lehet ideális, az SDR által biztosított sáv szélességtől függően. Az FPGA használata lehetővé teszi a nagyobb sebességű adatfeldolgozást, míg a mikrovezérlő kisebb méretű és költséghatékonyabb megoldás lehet, ha a rendszer energiafogyasztása kritikus szempont.

Összességében elmondható, hogy a vázolt megoldás egy kompakt, személyi ESM – (Electronic Support Measures – elektronikai támogató tevékenységek) rendszer alapjait képezheti, amely jelentős előnyt biztosítana a harcérien az FPV-drónok elleni védekezésben. Az ilyen típusú eszközök lehetővé tennék a fenyegetések időben történő észlelését és a gyors



7. ÁBRA.  
FPV-drón detektálását megvalósító rendszer logikai vázlatja (A szerzők szerkesztése)

reagálást, ezzel hozzájárulva a katonai kisalegységek védelméhez.

## ÖSSZEGZÉS

Cikkünkben egy alternatív megoldást javasoltunk kutatásaink eredményeként az FPV-drónok felderítésére, amely különösen fontos napjainkban a korszerű katonai műveletek során. Az orosz–ukrán háború tapasztalatai alapján világossá vált, hogy az eredetileg polgári célokra tervezett drónok hatékony eszközzé váltak a harcérien, különösen nagy dinamikájú műveletekben. Az FPV-drónok mint „kamikaze” eszközök jelentős szerepet játszanak az ellenséges célpontok precíziós megsemmisítésében, ami új kihívásokat jelent a védelmi rendszerek számára. Kutatásunk során megvizsgáltuk az orosz drónokon használt VTX-jelek felderítésének lehetőségeit, és kidolgoztunk egy négy lépésből álló módszert, amely autonóm detektálást tesz lehetővé. Az SDR alkalmazása, valamint a videójel spektrális elemzése révén létrehoztunk egy olyan rendszert, amely képes felismerni az FPV-drónok közeledését, és figyelmeztetést adni po-

tenciális fenyegetés esetén. A kidolgozott rendszer alacsony energiaigényű, hordozható és beágyazott megoldásokban is megvalósítható, így ideális választás a harcéri alkalmazásokhoz, ahol a mobilitás és a hatékonyság kulcsfontosságú. Az SDR rugalmassága és az FPGA-k nagy adatfeldolgozási kapacitása lehetővé teszi, hogy a rendszer különböző frekvenciákon működő drónok közeledését is hatékonyan előre tudja jelezni. Véleményünk szerint a bemutatott módszer egy olyan kompakt, személyi ESM-rendszer alapjait képezheti, amely jelentős előnyt biztosíthat az FPV-drónok elleni védekezésben. A megoldás képességei tovább fokozhatók, ha egyidejűleg több ilyen eszközt használunk rendszerbe integrálva, ami már nem csak a fenyegetés tényét jelzi előre, de akár annak irányát is képes megbecsülni. A fenyegetések időben történő felismerése így megteremtheti a lehetőséget megfelelő védelmi intézkedések foganatosítására, amivel a katonai járművek és kisalegységek biztonságosabban hajthatják végre feladataikat. ■

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Németh, A.: Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses, AARMS 2018/3, 149–163. <https://doi.org/10.32565/aarms.2018.3.10>
- [2] Németh A.: UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I. Hadmérnök 2018/2, 37–60. <https:// folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/6197/4927>
- [3] Gazdag Zs.: Kereskedelmi forgalomban kapható pilóta nélküli légi jármű rendszerek (UAS) katonai alkalmazásának lehetőségei napjaink hadszínterein és a Magyar Honvédségben. TDK-dolgozat, 2023. őszi TDK Konferencia. NKE, HHK.
- [4] Huszár Péter: Ukrajna közösségi finanszírozású, katonai célokat szolgáló oktokovertéinek elemzése. Hadmérnök 2019/2, 34–43. <https://doi.org/10.32567/hm.2019.2.3>
- [5] Drón- és tankelhárító rakéta ellen készített „ketreccel” felszerelt harcjármű. [https://gdb.rferl.org/01000000-0aff-0242-1448-08db402768be\\_w2114\\_n\\_st.jpg](https://gdb.rferl.org/01000000-0aff-0242-1448-08db402768be_w2114_n_st.jpg) (Letöltve: 2024.10.14.)
- [6] Применение FPV-дронов российскими войсками. <https://lostarmour.info/tags/fpv> (Letöltve: 2024.03.25)
- [7] FPV-dróncsapat bevetés közben. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/fpv-drones-in-ukraine-are-changing-modern-warfare/> (Letöltve: 2024.10.14.)
- [8] Haig Zsolt et al.: Elektronikai hadviselés. Nemzeti Közszerkesztési Bizottság, 2014, 80–82.
- [9] Hell Péter: Drónelhárító rendszerek az objektumvédelemben. Hadmérnök 2017/3., 37–47. [http://www.hadmernok.hu/173\\_04\\_hell.pdf](http://www.hadmernok.hu/173_04_hell.pdf)
- [10] APS SKYctrl variációk, <https://polishdefenceindustry.gov.pl/app/uploads/2023/05/skyctrl-variants.jpg> (Letöltve: 2024.10.14.)
- [11] Horváth T. et al.: Drón-detektáló fejlesztés. Haditechnika 2024/1, 55–59. <https://doi.org/10.23713/HT.58.1.10>



BALOGH TAMÁS

# A FEKETE-TENGERI HADSZÍNTÉR

## 2022–2024 KÖZÖTTI ESEMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE

II. RÉSZ

1. ÁBRA. A HETMAN SZAHAJDACSNIJ vezeti a hajórajt a *Sea Breeze 2012* tengeri hadgyakorlaton.

Az ukrán flotta zászlóshajóját a saját légénysége süllyesztette el 2022 márciusában, hogy az ne kerüljön orosz kézre (Forrás: Alamy)

\* 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

Az Oroszországi Föderáció Fegyveres Erői által 2022. február 24-én Ukrajna ellen indított agresszív támadó hadműveletekben az orosz Fekete-tengeri Flotta (a továbbiakban FTF) feladata lett volna az ukrán ellenállás megtörése délen, az Odessza, Mikolaiv, Herszon elleni orosz felvonulás megkönnyítése érdekében. Mára egyértelművé vált, hogy ennek a célnak az FTF nem tudott megfelelni. A háború mente 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. Az e tapasztalatokat és következtetéseket áttekintő háromrészes cikksorozatunk második részében bemutatjuk a 2022–2024 közötti fekete-tengeri hadműveleteket, a stratégiát, a veszteségeket, az alkalmazott eszközöket és taktikát.

### INVÁZIÓ ÉS VÉDEKEZÉS

A háború 2022. február 24-i kitérése a 2014 után megindult intenzív fejlesztés közben érte az Ukrán Haditengerészetet, amely ekkor még jócskán a „szűnyogflotta” állapotában volt. (2014-ben – a Krím félsziget annektálásakor – Oroszország elvette az ukrán flotta felét, a megmaradt hajók jelentős része dokkban állt felújítás közben, a 2008-ban megindult korszerűsítés pedig még nem vezetett eredményre, mert a megrendelt 4 új nagy felszíni hadihajó közül csupán az első egység építését kezdték meg, de a háború kitérésekor még az is csak 12%-os készültségben állt.) Az ukrán haditengerészeti erőt így lényegében a nyugati szövetségesektől kapott járműállomány jelentette, amelyből viszont csak folyami (illetve korlátozott képességű partvédelmi) flottillát tudtak szervezni a Déli-Bug mentén Mikolaiv, illetve a tengerparton Odessza védelmére.

Bár az orosz–ukrán háborúról elsősorban a lebombázott városok és a kiégett harcjárművek látványa juthat elsőként a médiafogyasztó közönség eszébe – az aszimmetrikus hírközlés által előidézett „tengervakság” (a tenger és a tengerészet jelentőségének felismerésére való képtelenség) egyértelmű bizonyítékeként –, az kétséget kizáróan kijelenthető, hogy a délnyugat-ukrajnai orosz tervek a hatékony ukrán partvédelemnek köszönhetően hiúsultak meg.

Az invázió 2022. február 24-i megindításáig az orosz erők 42 000 km<sup>2</sup>-nyi ukrán területet tartottak megszállva (Krím, Donyeck és Luhanszk megyék területén). Február 24. és 28. között (a Kijev elleni hadműveletek során), a teljes körű invázió kibontakozásának nyitó szakaszában, az északi megyékben – Csernyihiv, Kijev, Szumi és Zsitomir területén – megszálltak további 76 000 km<sup>2</sup>-t, majd március 22-ig

délkeleten, a Krím és a Donbasz közötti szárazföldi összeköttetés megteremtése során (Herszon és Zaporizzja megyék területén) további 39 000 km<sup>2</sup>-t. [1] Március végéig az orosz megszállás alatt álló ukrán területek nagysága elérte a 163 000 km<sup>2</sup>-t, vagyis Ukrajna területének 27%-át. A „kijevi csata” eredményeként 2022. április 7-én az oroszok kénytelenek voltak kiüríteni a négy északi megyét, a 2022 őszén kibontakozó ukrán ellentámadásban pedig november 11-ig elvesztették az északkeleti Harkiv megyében és délen, a Dnyipro folyó nyugati partján elfoglalt területeket. Mindent egybevetve, az ukrán haderő pár hónap alatt 74 443 km<sup>2</sup>-nyi ukrán területet szabadított fel, ezzel az orosz megszállás jelenleg Ukrajna 18%-ára terjed ki. 2023 folyamán az oroszok mindössze 518 km<sup>2</sup>-t foglaltak el Advijivkánál, hatalmas emberáldozatok árán, amelyeket azóta sem tudtak pótolni. Összességében elmondható, hogy az orosz támadók egyetlen hadicéljukat sem érték el: 1. nem voltak képesek légifölényt biztosítani maguknak az ukrán légtérben, 2. nem bénították meg az ukrán parancsnokságot (a vezetési pontokat és az ellenőrzést), 3. nem törték meg az ukrán ellenállást, 4. nem foglalták el a fővárost (nem döntötték meg a törvényes kormányt, és nem alakítottak bábkormányt), és végül 5. nem zárták el Ukrajnát a tengertől. [2] [17]

A 2022. február 24. és 2024. augusztus 10. közötti időszakban az ukrán tengeri hadműveleteknek két külön szakasza volt: [3]

1) Az első 2022. március 1-től július 30-ig tartott. A hadműveletek ekkor védekező jellegűek voltak, és az ukrán partokhoz közelítő orosz célpontok elleni csapásokból, valamint A2/AD-műveletekből álltak, amelyek megfosztották Oroszországot a két-éltű (partraszálló) műveletek lehetőségétől a Dnyipro folyótól nyugatra.

E szakasz jelentős eredménye volt a SZARATOV partraszállító hajó elsüllyesztése 2022. március 24-én, a MOSZKVA rakétás cirkáló (az FTF zászlóshajója) elsüllyesztése 2022. április 13-án és a megszállt Kígyó-sziget visszafoglalása, illetve 2 RAPTOR-osztályú orosz járőrhajó elsüllyesztése 2022. június 30-án. Ez a műveleti szakasz az ENSZ közvetítésével létrehozott Fekete-tengeri Gabonaszállítási Útvonal megnyitásával zárult 2022. július 27-én (Grain Initiative), ami alapvetően hozzájárult ahhoz, hogy az orosz agresszor ne legyen képes az ukrán gabona afrikai hiányával előidézett éhínséget és a Wagner-zsoldosok afrikai erőszaktevételeit felhasználva újabb menekültáradatot zúdítani Európára, hogy ezzel akadályozza a Nyugatot a megtámadott Ukrajna támogatásában. Mindez különösen annak a ténynek a fényében óriási eredmény, hogy a nyílt tengeri ukrán flotta a tel-

jes körű invázió első óráiban lényegében megsemmisült: a flotta zászlóshajóját, a KRIVAK-osztályú HETMAN SZAHAJDACSNIJ-t a saját legénysége süllyesztette el, hogy ne kerüljön orosz kézre, a nyílt tengeri flotta többi hajóját pedig az oroszok elfogták vagy megsemmisítették.

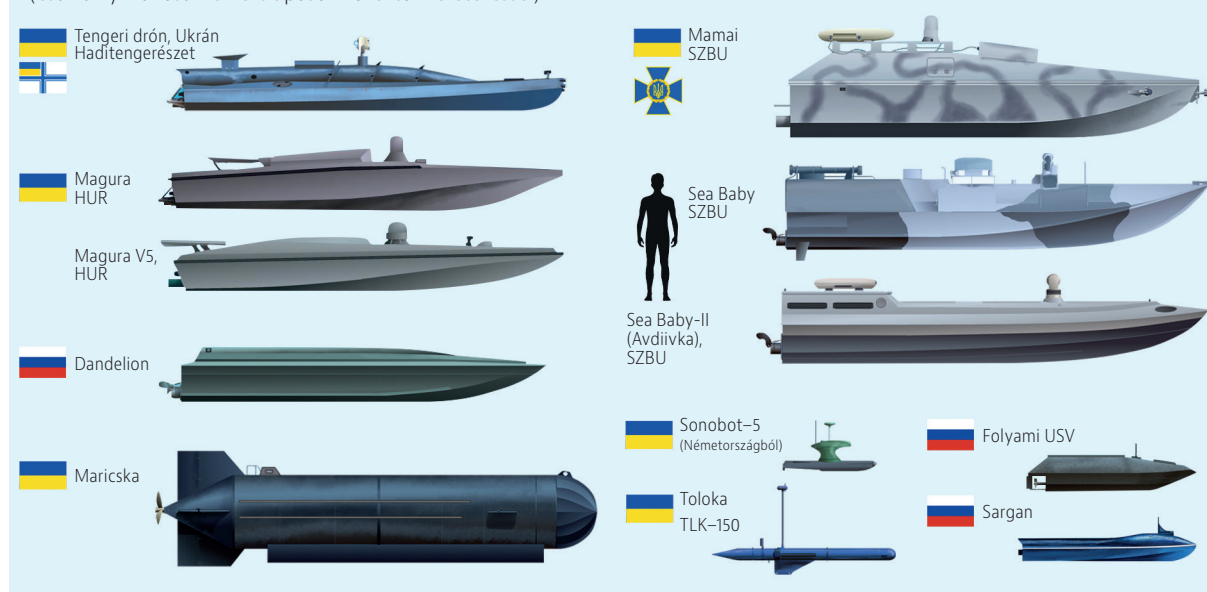
A haditengerészet járműigényét ebben az időszakban lefoglalt polgári vízi járművek sebtében végrehajtott átalakításával elégítették ki. Az ukrán haderő 2022. június 4-én jelentette be a 19 egységből álló folyami flottillája megalakítását a Dnyipro folyón. A járművek közül 8 lefoglalt civil hajó/csónak (az egyik korábban sétahajó) volt. Az Egyesült Államok ekkor három különböző típusú, összesen 18 db nagy teljesítményű, géppuskákkal felszerelt rohamcsónakot, illetve folyami és tengeri járőrhajót adományozott Ukrajnának.

2) Az ukrán tengeri hadműveletek második szakasza 2023. július 27-én – az ENSZ Gabonaszállítási Kezdeményezéséből való orosz kilépéssel és az Ukrajna partjaihoz közeledő bármely hajó hadianyagszállító hajóként történő kezelésének bejelentésével – kezdődött és napjainkig tart. Ez a második szakasz már nem védekező, hanem kifejezetten támadó jellegű; a célja az orosz Fekete-tengeri Flotta semlegesítése és a Krím félsziget elszigetelése.

Ebben a szakaszban fontos szerephez jutottak a MAGURA típusú nyílt

## Tengeri drónok az orosz–ukrán háborúban, 2022–2024

(Csak a nyilvánosan ismert típusok közelítő méretezéssel)



2. ÁBRA. A tengeri háborúban orosz és ukrán részről használt (és ismert) drónok (A szerző szerkesztése a [4] alapján)

## TANULMÁNYOK

1. TÁBLÁZAT. Az igazolt orosz és ukrán tengerészeti járművesztések 2024. augusztus 10-ig [11] [12] [13] [14] [15]

Hajótípus	Igazolt orosz vesztés		Igazolt ukrán vesztés*		
	elsüllyedt	megsérült	elzárkányolva	elsüllyedt	megsérült
Rakétás cirkáló	1	0	-	-	-
Rakétás romboló	0	0	-	-	-
Rakétás fregatt	0	1	0	1	0
Rakétás korvett	3	1	1	1	0
Rakétás járőrhajó	0	0	1	0	0
Aknaszedő/-rakó hajó	0	1	1	1	0
Járőrhajó	9	0	2	1	1
Ágyúaszád	0	0	6	1	1
Partraszálló hajó	3	1 + 2 (nem javítható)	2	0	0
Rohamaszád	0	0	0	1	1
Rohamcsónak	1	0	0	0	0
USV (drón)	-	-	0	44	0
Parancsnoki hajó	0	0	0	1	0
Ellátó- és segédhajó	2	1	1	0	1
Tengeralattjáró	0	1 (nem javítható)	-	-	-
Azonosítatlan típus	-	-	4	8	0
<b>ÖSSZESEN:</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>15 + 44 USV</b>	<b>4</b>

\* további 16 egység (3 elsüllyedt, 13 hadiszákmány) az Ukrán Parti Őrség állományából és 1 elsüllyedt egység az Ukrán Határőrség állományából.

tengeri drónok, amelyeket az ukrán mérnökök fejlesztettek ki a 2022. április 23-án az Egyesült Államoktól kapott személyzet nélküli támadó drón műszaki paramétereire igazodóan 2022 téli hónapjaiban (amikor viharok nehezítették a tengeri hajózást). Ezekkel a drónokkal sikeres támadást hajtottak végre a herszoni front orosz utánpótlásában kulcsfontosságú Kercsi híd ellen 2023. július 17-én. Ugyancsak tengeri drónok bevetésével rongálták meg az OLENYEGORSZKIJ GORNYAK (ROPUCHA-osztályú) partraszállító hajót Novorosszjszk közelében 2023. augusztus 4-én. A MAGURA

drónok elsüllyesztették a Kalibr cirkálórakétákkal felszerelt ASZKOLD rakétás korvetet 2023. november 6-án, majd az ukrán cirkálórakéták felrobantották a munícióval telerakott NOVOCSEKASSZK partraszállító hajót. Az IVANOVEC rakétás korvetet 2024. február 1-én, a CÉZÁR KUNYIKOV partraszálló hajót február 14-én, a SZERGEJ KOTOV járőrhajót március 5-én, egy (NATO-kód szerinti MANGUST-osztályú) őrhajót május 6-án, a SZATURN vontatót pedig június 6-án süllyesztették el.

A különleges erők rajtaütései révén 2023. 09. 11-én visszafoglalták a Krím

félsziget és a Kígyó-sziget közötti tengerrészen, az ukrán kontinentális talapzaton álló és még 2015-ben orosz megszállás alá került kőolajfűró-tornyokat, amelyeket az orosz megszállók megfigyelőpontként és az ukrán légierő repüléseit zavaró léghárító pontként használtak. A hadjárat legjelentősebb hadműveleteként pedig Ukrajna Krím félsziget ellen intézett nagy hatótávolságú precíziós rakéta- és dróncsapásai megsemmisítették a félsziget légvédelmét, megrongálták a Szevasztopoli Hajógyárat és a javíthatóság határán túl két, ott lévő hadihajót (a MINSZK partraszállító hajót és a ROSZTOV NA DONU tengeralattjárót), valamint lefejezték az orosz Fekete-tengeri Flotta vezetését.

Mindezek együttes eredményeként az orosz hadvezetés a szevasztopoli haditengerészeti bázis kiürítéséről és egységeinek Novorosszjszkba történő visszavonásáról döntött.

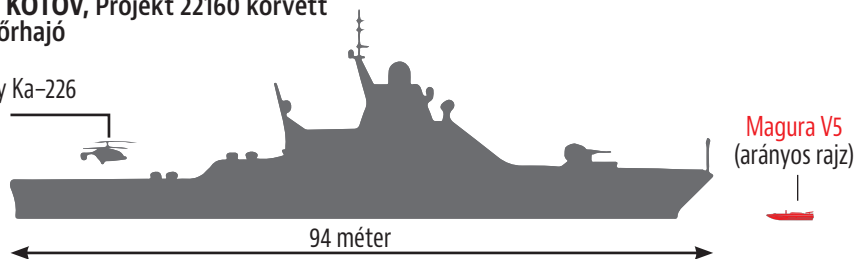
Az ukrán konstruktőrök a tengeri drónoknak több fajtáját is kifejlesztették a támadások tapasztalatai alapján: az egyszerű motorcsónakra hasonlító, legfeljebb 6 m hosszú, pasztiktestű prototípustól a felfegyverzett jetskiken (belső víz-sugár-meghajtású motoros vízi járműveken) [5] át a vízfelszín alatt kis mélységben közlekedő (csak a jeladó/jelfogóval a vízfelszín fölé emelkedő) járművekig [6]. A fejlesztés eredményeként az irányítást és manőverezést segítő valamennyi berendezést végül a hajótesten belül helyezték el, ami jóval kevésbé sérülékeny, viszont fordulékonyabb kialakítást eredményezett. Ennek kezdetben a robbanótöltet méretének korlátozása volt az ára, mára azonban ismét 300 kg körüli robbanóanyag-mennyiséggel szerelhetik a járműveket [7], amelyeket teljes egészében Ukrajnában állítanak elő – olykor a légitámadások elleni védekezésért a föld alá telepített üzemekben. A kumulatív töltetek alkalmazása révén pedig képesek fókuszáltan nagy nyomást kifejteni a céltárgyra, így kevesebb robbanóanyaggal is megoldható az ellenséges hajókban történő kritikus mértékű károkozás.

A tengeri dróntámadások első és közvetlen hatása az volt, hogy az oro-

3. ÁBRA. A drón és tipikus áldozata. A drón előállításának és bevetésének erőforrásigénye össze sem hasonlítható az általa célba vett hadihajóval (A szerző szerkesztése a [8] alapján)

### SZERGEJ KOTOV, Projekt 22160 korvett orosz járőrhajó

Ka-27 vagy Ka-226 helikopter



**Műszaki jellemzők:**  
**Sebesség:** 57,41 km/h  
**Személyzet:** 80 fő  
**Hatótáv:** 11 112 km,  
 60 nap a tengeren

**Beépített technológia:** fejlett radarok, éjjellátó optikai eszközök, elektronikus hadviselési eszközök, elterelő drónok  
**Fegyverzet:** kettős rendeltetésű gépágyú, légvédelmi rakéták, két nehéz géppuska, automata gránátvetők, torpedók és hajóelleni cirkálórakéták

szok rájöttek: hadihajóik sem a kikötőkben, sem a nyílt tengeren horgonyozva nincsenek biztonságban, így – jobb híján és köztes megoldásként – kivezényelték a hajóikat a kikötőkön kívülre, ahol állandó mozgásban tartásukkal igyekeztek elkerülni a sikeres támadásokat. Az ukránok érzékeltek az orosz hadihajók kifutását, de mivel semmilyen hadműveletre (sem rakétaindításra, sem a partok elleni másféle támadásra) nem került

szor a részükről, hamar rájöttek, hogy az oroszok a dróntámadásokat igyekeznek elkerülni a látszólag céltalan járműmenetekkel.

Ehhez képest – ahogyan azt a kritikusai 2024. februári leváltásakor felróták neki – Viktor Szokolov tengernagy, az orosz Fekete-tengeri Flotta parancsnoka, a hajók már meglévő védelmét nem egészítette ki további eszközökkel: sem hőkamerás éjjellátó berendezésekkel, sem extra géppuskákkal, sem

torpedóvédő hálókkal. Ennek tulajdonítják, hogy az orosz haditengerészet lényegében képtelen maradt a nem hagyományos eszközökkel végrehajtott ukrán tengeri hadviselés elleni hatékony védekezésre. [10]

Sorozatunk befejező részében a 2022–2024 közötti hadműveletek átfogó értékelését adjuk, egyben bemutatjuk a tapasztalatokból levonható, hosszabb távra érvényes következtetéseket.

**OROSZ VESZTESÉGEK:**

- 2022.03.22.: elsüllyedt 5 RAPTOR-osztályú járőrhajó.
- 2022.05.02.: elsüllyedt 2 RAPTOR-osztályú járőrhajó.
- 2022.03.24.: elsüllyedt 1 SZARATOV, ALLIGATOR-osztályú partraszállító hajó.
- 2022.04.13.: elsüllyedt 1 MOSZKVA SZLAVA-osztályú rakétás cirkáló.
- 2022.05.02.: elsüllyedt 1 BK-16 nagy sebességű rohamcsónak.
- 2022.05.07.: elsüllyedt 1 SZERNA-osztályú partraszállító hajó.
- 2022.06.17.: megsérült 1 VELIKIJ USZTYUG, BUJÁN-M-osztályú korvett.
- 2022.06.17.: elsüllyedt 1 VASZILIJ BEK tengeri mentő-vontató.
- 2022.10.29.: könnyebben sérült 1 IVÁN GOLUBEC, NATYA-osztályú aknaszedő hajó.
- 2022.10.29.: könnyebben sérült 1 ADMIRAL MAKAROV, ADMIRAL GRIGOROVICS-osztályú rakétás fregatt (azóta kijavították, újra szolgál).
- 2023.05.24.: megsérült 1 IVÁN HURSZ, JURIJ IVANOV-osztályú felderítő hajó.
- 2023.08.04.: súlyosan sérült 1 OLENYEGORSZKIJ GORNYAK, ROPUCHA-osztályú partraszállító hajó.
- 2023.09.13.: súlyosan sérült (nem javítható) 1 ROSZTOV na DONU, KILO-osztályú tengeralattjáró.
- 2023.09.13.: súlyosan sérült (nem javítható) 1 MINSZK partraszállító hajó.
- 2023.09.13.: elsüllyedt 1 KS-701 TUNYEC-osztályú járőrhajó.
- 2023.11.04.: elsüllyedt 1 ASZKOLD, KARAKURT-osztályú rakétás korvett.
- 2023.12.26.: súlyosan sérült (74 halott, 27 sebesült) 1

- NOVOCSERKASSZK, partraszállító hajó.
- 2024.02.01.: elsüllyedt 1 IVANOVEC, TARANTUL-osztályú rakétás korvett.
- 2024.02.14.: elsüllyedt 1 CÉZÁR KUNYIKOV, ROPUCHA-osztályú partraszállító hajó.
- 2024.03.05.: elsüllyedt 1 SZERGEJ KOTOV rakétás korvett.
- 2024.05.06.: elsüllyedt 1 MANGUST-osztályú járőrhajó.
- 2024.06.06.: elsüllyedt 1 SZATURN, vontató hajó.
- elsüllyed: 19, sérült: 8, összesen: 27

**UKRÁN VESZTESÉGEK:**

- 2022.02.24.: elsüllyedt 1 VINNYICA, GRISA II-osztályú rakétás korvett (2021-ben szolgálatból törölve, azóta múzeumhajó).
- 2022.02.26.: elsüllyedt 8 azonosítatlan típusú hajó.
- 2022.03.03.: elsüllyedt 1 HÉTMAN SAHAJDACSNIJ, Krivak III-osztályú rakétás fregatt (önelsüllyesztés).
- 2022.03.03.: elsüllyedt 1 SZLOVJANSZK, ISLAND-osztályú (amerikai gyártmányú) járőrhajó.
- 2022.03.03.: elsüllyedt 1 HENICSESZK, JEVGENYA-osztályú aknaszedő.
- 2022.03.14.: hadiszákmány lett 14 – részben azonosítatlan típusú – hajó Berdjanszkban, köztük 2 HJURZA M-osztályú ágyúaszád, 1 MATKA-osztályú rakétás járőrhajó, 1 GRISA II-osztályú korvett, 1 ZSUK-osztályú járőrhajó, 1 JEVGENYA-osztályú aknaszedő, 1 JURIJ OLEFIRENKO, POLNOCSNIJ-osztályú partraszállító hajó, 1 ONDATRA-osztályú partraszállító hajó, 1 KOREC, őrhajóvá átalakított SZORUM-osztályú nyílt tengeri vontató, 5 GYURZSA M-osztályú ágyúaszád.
- 2022.03.30.: sérült 1 PEREJASZLAV felderítőhajó.

- 2022.04.06.: elsüllyedt 1 DONBASZ parancsnoki hajó (vezetési pont).
- 2022.05.07.: elsüllyedt 1 SZTANYISZLAV, KENTAUR LK-osztályú rohamaszád.
- 2022.05.20.: hadiszákmány lett 1 DMITRIJ CSUBAR, RUBIN-osztályú vízrajzi felmérőhajó.
- 2022.09.01.: elsüllyedt 24 támadófelderítő USV (személyzet nélküli felszíni jármű).
- 2022.10.29.: elsüllyedt 5 USV.
- 2022.11.04.: sérült 1 HJURZA M-osztályú ágyúaszád.
- 2022.11.17.: elsüllyedt 1 USV.
- 2023.03.22.: elsüllyedt 3 USV.
- 2023.04.24.: elsüllyedt 2 USV.
- 2023.05.24.: elsüllyedt 3 USV.
- 2023.06.11.: elsüllyedt 6 USV.
- 2023.04.17.: elsüllyedt 1 PO-2-osztályú kis ágyúaszád.
- 2023.06.26. megsérült 1 KENTAUR LK-osztályú rohamaszád.
- elsüllyedt: 15 + 44 USV, orosz hadiszákmány: 19, sérült: 3, összesen: 81

**UKRÁN PARTI ŐRSÉG**

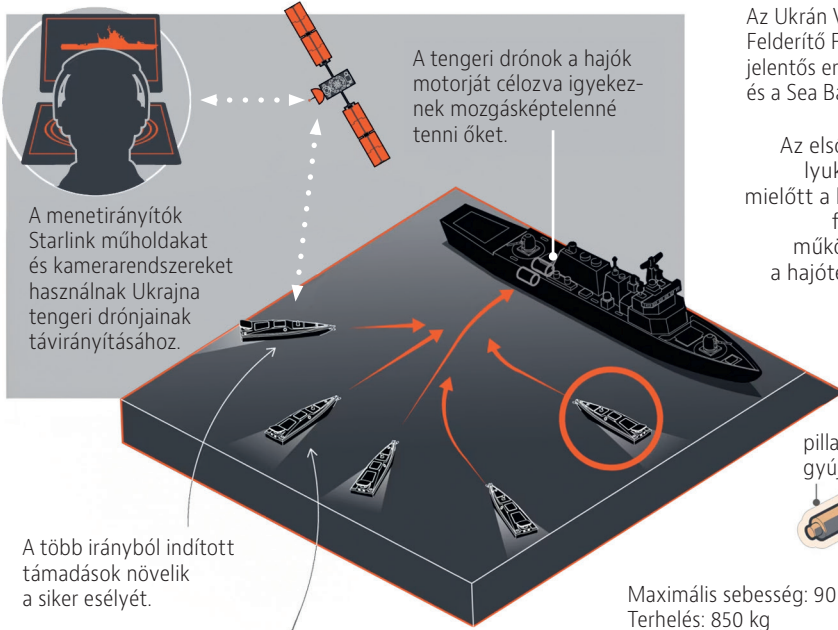
- 4 ZSUK-osztályú járőrhajó (2 hadiszákmány, 2 elsüllyesztve).
- 6 KALKAN-osztályú járőr-kutter hadiszákmány.
- 4 UMS-1000-osztályú járőr-kutter hadiszákmány.
- 1 BG-732 Adamant 315-osztályú motoros jacht elkobozva.
- 1 BRIG Navigator-típusú merevaljú felfújható gumitestű rohamcsónak.
- elsüllyedt: 3, elkobozva: 13

**UKRÁN HATÁRŐRSÉG**

- 1 ONIX halászhajóból 2000-ben átalakított támogató hajó.
- elsüllyedt: 1

## TANULMÁNYOK

### Hogyan történik egy USV-támadás?

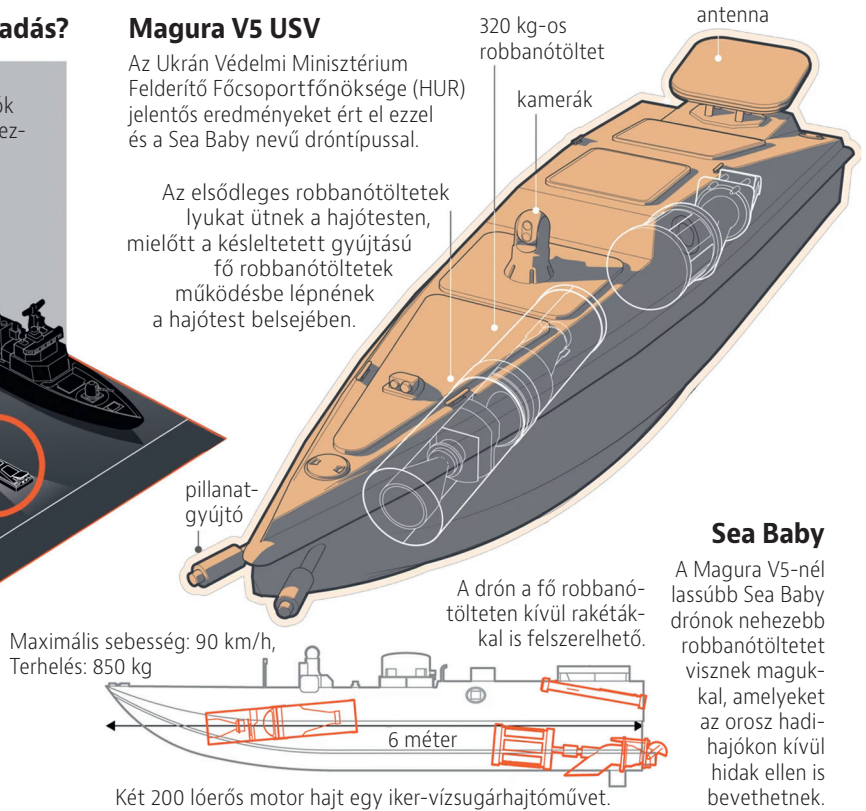


Megfigyelték, hogy az egyes drónok az előző becsapódási pontok közelében támadnak.

### Magura V5 USV

Az Ukrán Védelmi Minisztérium Felderítő Főcsoportfőnöksége (HUR) jelentős eredményeket ért el ezzel és a Sea Baby nevű dróntípussal.

Az elsődleges robbanótöltetek lyukat ütnek a hajótesten, mielőtt a késleltetett gyújtású fő robbanótöltetek működésbe lépnének a hajótest belsejében.



### Sea Baby

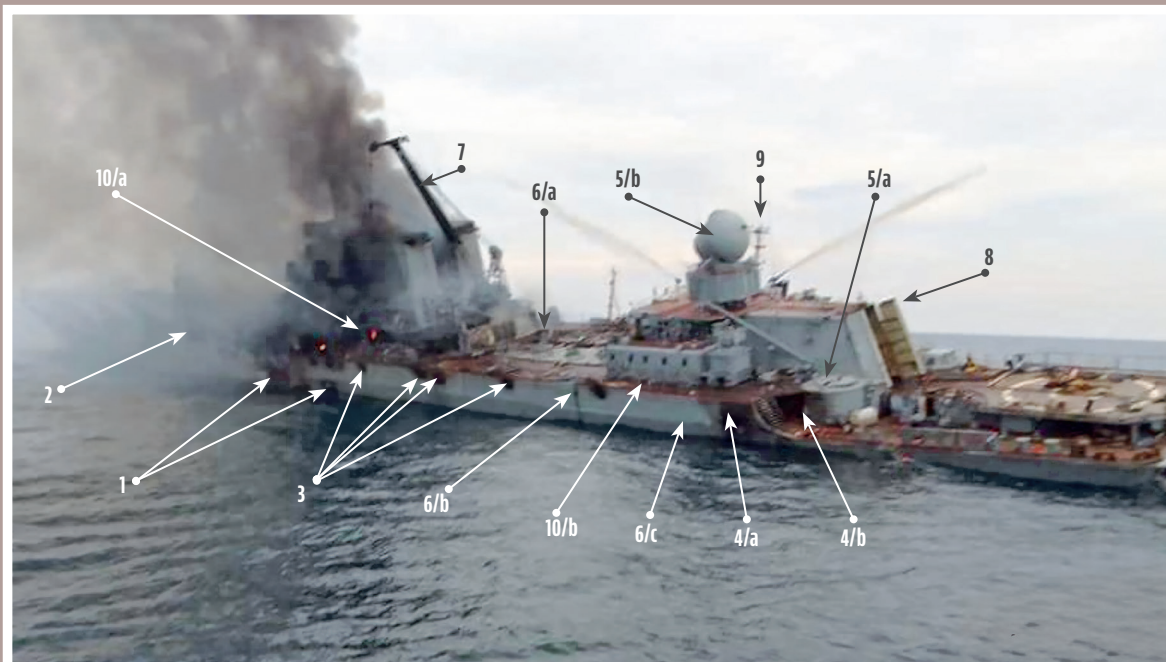
A Magura V5-nél lassúbb Sea Baby drónok nehezebb robbanótöltetet visznek magukkal, amelyeket az orosz hadihajókon kívül hidak ellen is bevethetnek.

4. ÁBRA. A tengeri drónok szerkezete és bevetésük (A szerző szerkesztése a [9] alapján)



5. ÁBRA. Az ukrán területek visszahódítása és a tengeri hadműveletek (A szerző szerkesztése a [16] alapján)

## A MOSZKVA RAKÉTÁS CIRKÁLÓ ELSÜLLYEDÉSE



6. ÁBRA. A találatot kapott Moskva cirkáló 2022. április 13-án, napnyugtakor (Forrás: Alamy; a szerző szerkesztése)

Az orosz Fekete-tengeri Flotta kötelékében szolgáló egyik Projekt 22870 típusú orosz haditengerészeti mentővontató fedélzetéről készített felvételen tisztán látható, hogy a MOSZKVA légénységének egyszerre kellett küzdenie a betörő vízzel és a fedélzeteken tomboló tűzzel. Az is feltűnő, hogy a hajó a fényképfelvételen nem áll vontatás alatt, noha az orosz források szerint a Szevasztopolba vontatás közben süllyedt el (tehát vagy egyáltalán nem vontatták, vagy felhagytak a vontatással addigra, mire a fénykép elkészült). A fotó alapos elemzése alapján a cirkáló sérüléseiből az alábbi következtetéseket lehet levonni:

1) Az ukrán Neptun rakéták a hajóközépen (midship) csapódtak be (a hajó kontúrja miatt ezen a részen a legnagyobb a radarvisszaverődés, hiszen itt vannak a hajó működtetése szempontjából legfontosabb, nagy méretű és helyigényű berendezések, gépészeti egységek), valamint a vízvonal alatt, ami a hajó dőléséhez vezetett. A lékesedés következtében a hátsó gépház megsérült, a teljes elárasztására azonban

valószínűleg nem került sor, mivel a hajót beburkoló sűrű füst a kéményeken keresztül távozik, vagyis a gépházban súlyos tűz tombol (azaz semmiképpen sem juthatott be annyi víz a gépházba, hogy onnan az égést tápláló összes levegőt kiszorítsa). A gépház mindenesetre az egész hajó legnagyobb elárasztási tényezőjű (legnagyobb térfogatú) belső tere, így a bejutott víz mennyiségétől függően nem meglepő, ha a két oldalfal közötti teljes keresztmetszet egy része víz alá került, a gépházat ugyanis nem osztották meg hosszanti válaszfalal. A hajó dőlését a bal oldali lékesedés okozta, a jobb oldalon ennek ellenére csekély mértékben emelkedett ki a hajótest víz alatti része, még úgy is, hogy a mélyített tatfedélzet bal oldala már a fedélzet pereméig merült. Mindez arra utal, hogy a lékeken át a hajóba áramló víz egyenesen oszlott el a hajótestben. Ennek több oka is lehetett: vagy nem zárták le a vízzáró ajtókat (ezért a gépházba betört víz más, szomszédos rekeszekbe is tovaterjedt), vagy ellenárasztással igyekeztek mérsékelni a dőlést (esetleg az Sz-300-as rakétákat

befogadó rekeszt is elárasztották, tűzvédelmi okokból). A vízbetörés mindenesetre láthatóan egyenes süllyedési folyamatot okozott, amennyiben a bal oldala felé megdőlt helyzetű hajó anélkül merült fokozatosan egyre mélyebbre, hogy az aszimmetrikus elárasztás miatt a felborulásától kellett volna tartani. A víz egyenes szétterjedésére utal az is, hogy a süllyedő hajón megszűnt az áramszolgáltatás, ami azt jelenti, hogy mindkét gépház és a segédgépház is víz alá került (a felsőbb fedélzeten elhelyezett vészhelyzeti generátorok működését valószínűleg a tűz lehetetlenítette el). Ez megerősíti azt a feltételezést, hogy az érintett helyiségeket nem sikerült szárazon tartani (vagy azért, mert a vízhatlan ajtókat nem zárták le megfelelően, vagy azért, mert a vízmentes rekeszek valamely más okból tömitelenné váltak).

2) A hajóba csapódott támadórakéták a vízbetörés mellett további jelentős károkat is okoztak, mivel nagy valószínűséggel megrongálták (anélkül, hogy felrobbantották volna) a cirkálón a felső fedélzet

7. ÁBRA. Az orosz Fekete-tengeri Flotta zászlóshajója 1976-ban épült az ukrajnai Mikolajiv város hajógyárában; 1983-ban állt szolgálatba



peremére szerelt hátsó Bazalt rakétapár indítótubusait és talán a benne tárolt rakétákat is, amelyek így kiengedhették a hajtóanyagot. Ez afféle égésgyorsítóként tovább fokozhatta a hajón belül keletkezett tüzet, amely vízszintesen terjedt tovább a fedélzeteken és a sérült válaszfalakon keresztül hátrafelé.

3) A hajó oldalán több helyen látható elszenesedett folt, ami azokat az ökörszem-ablakokat, illetve szellőzőket jelzi, ahol a forró levegő és füst a szabadba távozott. Az itteni füstnyomok súlyos kárelhárítási hiányosságról tanúskodnak: a tűz ideje alatt (részlegesen vagy teljes egészében) tovább működött a szellőztetés, vagyis tulajdonképpen táplálták a tüzet, mivel nem zárták el azt az oxigéntől. A tűzzel érintett helyiségek tűzbiztos ajtóit ugyanakkor valószínűleg bezárták, mivel ellenkező esetben a tűz gyorsabban és nagyobb területen elterjedt volna. Így viszont nehéz helyzetbe hozták a tűzhöz igyekvő fedélzeti tűzoltókat (akik amúgy oxigénpackot használtak, hiszen a zárt téri tűz mérgező gázokkal tölti meg a légteret), akiknek ezért úgy kellett megkezdeniük az oltást, hogy a tűz folyamatos levegő-utánpótlást kapott. A zárt helyen tomboló tűz a meglévőhöz képest újabb oxigénforrás megnyitásakor (pl. amikor kinyitották a tűzbiztos ajtókat, hogy az oltószemélyzet beléphessen) ki-

csap a helyiségből egy óriási, pusztító lángnyelv formájában, ami több száz fokkal melegebb lehet az anyatűznél. Ez a tűzátsapás (flash-over) jelensége, ami szélsőséges esetben akár teljesen ellehetetleníthette az eredményes tűzkárelhárítást és a MOSZKVA megmentését.

4) Az ablakok és szellőzők körüli égésnyomokhoz képest komolyabb tüzre utaló, nagyobb kiterjedésű égésnyom (4/a) van a helipod alatti mélyített tatfedélzet és a felső fedélzet helikopterhangár melletti íves találkozási pontjánál, közvetlenül az Osza rakéták tárolóhelye (4/b) előtt.

5) Az M-4 Osza légvédelmi rakéta-rendszer indítóállványai lesüllyesztett pozícióban (5/a), az Sz-300F rakéták radarja (5/b) pedig nyugalmi állapotban látható, ami arra utal, hogy a MOSZKVA fedélzetén vagy egyáltalán nem észlelték az ukrán rakéták közeledését, vagy bár észlelték azt, mégsem hajtottak végre ellenintézkedéseket időhiány vagy valamilyen egyéb ok miatt (ha nem maradt idő reagálni).

6) A tűz elérhette az Sz-300F léghárító rakétákat is. A fedélzeten történt erős robbanásról szóló (meg nem erősített) sajtóértesüléseken kívül erre utal, hogy a rakéták indítóállásai körül beszakadt a jelentős szakaszon meg-

sérült, felgyűrődött fedélzet (6/a), amelynek kiterjedt deformációja a fémszerkezet rendkívüli hőhatás miatti kilágyulására utal, valamint a hajótestnek a rakétasilókat befogadó rekesz hátsó válaszfala mentén felnyílt hegesztési varrata (6/b). A látványos tűzkár ellenére az Sz-300-as rakéták robbanása nem valószínű, mivel 64 db, egyenként 100 kg súlyú robbanótöltettel felszerelt rakéta zárt téri robbanása az egész hajót széttépte volna. Ezért az orosz védelmi minisztérium által kiadott közlés szerint a hajón történt lőszerrobbanás (amelyért két, tiltott helyen dohányzó matrózt tettek felelőssé) – ha megtörtént egyáltalán – nem a hajó elsüllyedéséhez vezető okfolyamat indító oka, hanem legfeljebb az ukrán rakéták becsapódását követő tűzvész okozta másodlagos robbanások következménye lehet. Mivel a fénykép tanúsága szerint sem az előlő P-500 Bazalt (illetve Vulkan) típusú cirkalórakéták, sem a hátsó Sz-300-as légvédelmi rakéták nem robbantak fel; ha volt lőszerrobbanás a hajón, az csakis az ukrán Neptun rakéták becsapódási helye felett, a felső fedélzet peremén elhelyezett AK-630 közel-körzeti légvédelmi rendszer 2 db bal oldali automata lövegtornyához tartozó lőszerakárban történhetett, ami azonban nem bír jelentős rombolóerővel a hajó elsüllyesztése szempontjából.

Külön ki kell emelni, hogy a T-53 torpedóvető csövet takaró oldalajtó (6/c) a hajótesten sértetlen (a MOSZKVA cirkálót annak ellenére is felszerelték torpedókkal, hogy az Egyesült Államok Haditengerészete eltávolította azokat a saját cirkálóiról, mivel úgy ítélték meg, hogy másodlagos robbanás esetén inkább veszélyt jelentenek a hajóra, mintsem, hogy hasznosak az elleneségek egységeik elpusztításában).

7) A darut általában a két kémény között, leengedve rögzítik, itt azonban a kémények között, nagy gémkinyúlással állva látható, vagyis használatban volt (véltően a motorcsónakok leengedésére használták a hajóelhagyáskor), ami arra utal, hogy eltelt némi idő az első találat és a tűz elterjedése között (mielőtt a tűz elérhette volna a daru kezelőplatformját).

8) A nyitott hangárajtók azt jelzik, hogy a helikopter is felszállt

(vagy éppen repült, így a rakétatalálat pillanatában nem is volt a fedélzeten).

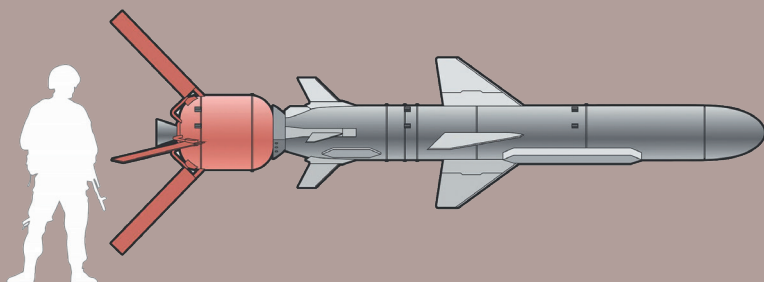
9) A sérült MOSZKVA háttérben egy tűzoltóhajó árboccsúcsa látható. A hajó tűzoltófecskeendők nagy nyomású vízszugárral igyekeznek eloltani a fedélzeti tüzeket, csekély eredményességgel. A fedélzetre locsolt és a fedélzeti nyílásokon át a hajóba is beszivárgó oltóvíz egyenetlen eloszlása a hajótérben hozzájárulhatott a cirkáló későbbi egyensúlyvesztéséhez.

10) A hajó összes motorcsónakja (10/a) és – egy kivételével – minden mentőtutaja (10/b) hiányzik, ami arra utal, hogy a legénységet a hajó elsüllyedése előtt evakuálták. A hajóelhagyás rendkívüli intézkedés, amely hadihajón kizárólag akkor megengedett, ha a kárelhárítási műveletek nem vezethetnek eredményre, így nem marad más lehető-

ség. A kárelhárítás eredményességét több tényező is befolyásolta. Egyrészt egyszerre kellett küzdeni a hajó mélyén a vízbetöréssel és a felsőbb fedélzeten tomboló tűzzel. Másrészt a tűzoltók munkáját jelentősen megnehezítette a szellőzőrendszer működése. A végeredményt a kiképzés is befolyásolta: a vietnámi háború hordozótüzeti (USS FORRESTAL) tapasztalatai alapján az amerikai haditengerészetnél a hadihajók személyzetének minden tagja részesül kárelhárítási (mentési, tűzoltási) kiképzésben, így baj esetén a hajón tartózkodó összes személy az alapvető szolgálati beosztásától függetlenül képes bekapcsolódni ebbe a tevékenységbe. A hajó dőlése a 2022. ápr. 13-án 19:47-kor történt kigyuladástól az áramszolgáltatás ápr. 14-én hajnali 01:44-kor történt megszűnéséig tartó 5 óra 57 perces súlylédési folyamat alatt az elárasztás egyenetlen tempója ellenére 15 fokig fokozódott. Ez és a felsőbb fedélzeten tomboló tűz jelentősen megnehezítette a kárelhárítást. A hajnali órákban 27 km/h-ig fokozódó szélereősség és az 1-2 m magas hullámok ebben az állapotban már végzetesnek bizonyultak, hiszen rendszeresen felcsaptak a hajó mélyített táfedélzetére, így a hajó végül felborult. ■

(Folytatjuk)

8. ÁBRA. Az ukrán fejlesztésű nagy hatótávolságú RK-360 Neptun rakéta 2021 óta áll szolgálatban az ukrán haditengerészetnél



## HIVATKOZÁSOK

- [1] Croker, N. et al.: The turning points in Russia's invasion of Ukraine. CNN 2022.09.30. <https://edition.cnn.com/interactive/2022/09/europe/russia-territory-control-ukraine-shift-dg/> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [2] Timeline of the Russian invasion of Ukraine. [https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_the\\_Russian\\_invasion\\_of\\_Ukraine](https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Russian_invasion_of_Ukraine) (Letöltve: 2024.08.09.)
- [3] White, Dan: The Ghost of Hetman Sahaidachny: Evaluating Ukraine's Maritime Military Operations. Wilson Center 2023.10.16. <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/ghost-hetman-sahaidachny-evaluating-ukraines-maritime-military-operations-0> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [4] Zoria, Yuri: Magura V5 naval drones to get anti-air and dive capabilities. EUROMAIDAN Press 2024.03.14. <https://euromaidanpress.com/2024/03/14/magura-v5-naval-drones-to-get-anti-air-and-dive-capabilities/> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [5] Naval Experts Suggest the Crimean Bridge was Attacked by Altered Jet-Skis. [https://en.defence-ua.com/weapon\\_and\\_tech/naval\\_experts\\_suggest\\_the\\_crimean\\_bridge\\_was\\_attacked\\_by\\_altered\\_jet\\_skis-7357.html](https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/naval_experts_suggest_the_crimean_bridge_was_attacked_by_altered_jet_skis-7357.html) Defense Express 2023.07.18. (Letöltve: 2024.08.09.)
- [6] Miller, Sergio: Navy of Drones. Wavell Room 2024.02.12. <https://wavellroom.com/2024/02/12/navy-of-drones/> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [7] Media Reveal Magura V5, the Ukrainian Naval Drone: Features and Specifications. Defense Express 2023.07.30. [https://en.defence-ua.com/weapon\\_and\\_tech/media\\_reveal\\_magura\\_v5\\_the\\_ukrainian\\_naval\\_drone\\_features\\_and\\_specifications-7471.html](https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/media_reveal_magura_v5_the_ukrainian_naval_drone_features_and_specifications-7471.html) (Letöltve: 2024.08.09.)
- [8] The Times: Ukraine has so many naval drones that it will be enough to destroy the entire Russian Black Sea Fleet, Ukraine. Today.org 2023.12.07. <https://ukrainetoday.org/the-times-ukraine-has-so-many-naval-drones-that-it-will-be-enough-to-destroy-the-entire-russian-black-sea-fleet/> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [9] Joiner, S. et al.: How Ukraine broke Russia's grip in the Black Sea. Financial Times 2024.05.02. <https://ig.ft.com/black-sea/> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [10] UK Intelligence Confirms Removal of Black Sea Fleet's Commander. Maritime executive 2024.02.25. <https://www.maritime-executive.com/article/uk-intelligence-confirms-removal-of-black-sea-fleet-s-commander> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [11] List of active Ukrainian Navy ships. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_active\\_Ukrainian\\_Navy\\_ships](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_active_Ukrainian_Navy_ships) (Letöltve: 2024.08.08.)
- [12] List of ship losses during the Russo-Ukrainian War. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_ship\\_losses\\_during\\_the\\_Russo-Ukrainian\\_War](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ship_losses_during_the_Russo-Ukrainian_War) (Letöltve: 2024.08.09.)
- [13] Overview of Russian Navy vessels in the Black Sea (both active and „inactive”). Reddit 2023 szeptember. [https://www.reddit.com/r/WarshipPorn/comments/16vc4n1/overview\\_of\\_russian\\_navy\\_vessels\\_in\\_the\\_black\\_sea/](https://www.reddit.com/r/WarshipPorn/comments/16vc4n1/overview_of_russian_navy_vessels_in_the_black_sea/) (Letöltve: 2024.08.09.)
- [14] Naval warfare in the Russian invasion of Ukraine. [https://en.wikipedia.org/wiki/Naval\\_warfare\\_in\\_the\\_Russian\\_invasion\\_of\\_Ukraine](https://en.wikipedia.org/wiki/Naval_warfare_in_the_Russian_invasion_of_Ukraine) (Letöltve: 2024.08.09.)
- [15] The Black Sea Report (Part 1). Losses of the Russian Navy in the Black Sea in 2022-2024. Updated database. (Letöltve: 2024.08.08.)
- [16] Jones, Seth G. et al.: Ukrainian Innovation in a War of Attrition. Center for Strategic & International Studies 2023.02.27. <https://www.csis.org/analysis/ukrainian-innovation-war-attrition> (Letöltve: 2024.08.09.)
- [17] Russian-occupied territories of Ukraine. [https://en.wikipedia.org/wiki/Russian-occupied\\_territories\\_of\\_Ukraine#cite\\_note-cnn-7](https://en.wikipedia.org/wiki/Russian-occupied_territories_of_Ukraine#cite_note-cnn-7) (Letöltve: 2024.08.09.)

# LÉZERES FEKETÍTÉS

\* PhD, adjunktus, NKE HHK Természettudományi Tanszék, SZTE Fizika Intézet, Nagyintenzitású Lézer Laboratórium. ORCID: 0000-0002-8088-4963

\*\* Szegedi Tudományegyetem, Fizika Intézet, Nagyintenzitású Lézer Laboratórium ORCID: 0009-0003-3592-8968

**Összefoglalás:** Szilíciummintákon négy különböző lézerberendezés segítségével felületmegmunkálást végeztünk, majd megvizsgáltuk, hogyan változik meg a minták fényvisszaverő képessége. Megállapítottuk, hogy a megmunkált felületekről visszavert fény intenzitása jelentős mértékben – akár az eredeti érték 2%-ára is – csökkenhet. A megmunkált felületeket pásztázó elektronmikroszkóppal tanulmányozva azt tapasztaltuk, hogy a mintafelületeken a megmunkáló lézerberendezések típusára jellemző új struktúrák jelentek meg, amelyek felelősek a felület visszaverési képességének csökkenéséért. A megjelenő különböző felületi struktúrák eltérő fényvisszaverési értékeket adtak.

**Kulcsszavak:** lézer, felület mikromegmunkálása, impulzushossz, visszaverődés, pásztázó elektronmikroszkópia

**Abstract:** The surfaces of silicon samples were machined using four different laser devices to modify their reflexivity of light. The intensity of light reflected from the surfaces could be significantly reduced, even to 2% of the original value. We studied the machined surfaces with a scanning electron microscope, and found that new structures characteristic of the type of machining laser equipment appeared on the sample surfaces, which were responsible for the decrease in the reflectivity of the surface. The different surface structures that appeared typically gave different light reflectance values.

**Keywords:** laser, surface micromachining, pulse length, reflection, scanning electron microscopy

1. ÁBRA. A lopakodó technológia alkalmazása a Lockheed F-117A Nighthawk repülőgépen (A szerzők szerkesztése)

A „fekete” szó mérnöki-tudományos értelemben vett jelentése, hogy egy test csak kis mértékben vagy egyáltalán nem veri vissza a rá eső sugárzást. Az emberi szem számára ez azt jelenti, hogy az adott irányból nem érkezik érzékelhető fény, és feketének látjuk az

adott testet vagy objektumot. Ami fekete, azt és annak részleteit sem észleljük, kizárólag a fény hiányát. Ha pedig a szemünk helyett, annak mintegy kiterjesztéseként egy detektort használunk, legyen az például egy radar, akkor azonnal érthető a feketítés folyamatának katonai lényege: bármi, amit feketítünk, kevésbé veri vissza a rá bocsájtott jelet, így kevésbé lesz látható az ellenséges felderítés számára, emberi szemmel vagy akár radaron. Az elektromágneses sugárzást a hullámhossza szerint csoportokra bonthatjuk, például rádióhullámra, mikrohullámra, infravörösre, láthatóra – melyet az emberi szem érzékel –, továbbá ultrabolyára stb. Az emberi szem számára feketének észlelt tárgyakról érkező más, a nem látható tartomány hullámhosszába tartozó sugárzás, tehát a fekete tulajdonságot valójában az érzékelő számára releváns hullámhosszúságon kell vizsgálni. A feketítés a biológiában is ismert rejtőzködési módszere bizonyos állatoknak. Például egyes lepkek szeme szintén „rossz” fényvisszaverő tulajdonságúvá fejlődött az evolúció során, hiszen így éjszaka nem látják őket a ragado-

zók. A lepkek ezen adottságát optikai elemek előállításánál a gyakorlatban is alkalmazzák. [1] Hasonlóan, egyes lopakodó repülőök is azért kaptak adott alakú és anyagú külső borítást, hogy a radar által kibocsájtott jeleket ne verjék annyira vissza, így „álcázva” magukat. [2] [3]

A lézeres felületmegmunkálás nem csupán katonai, hanem egyéb alkalmazásokat is lehetővé tesz. Egyszerű példa, hogy a napsugarakat elnyelő tartály felmelegszik, ezáltal energiát nyerhetünk ki belőle. A feketítés hatására a tartály jobban felmelegszik, ezért a kivonható energia is nagyobb. Lézeres megmunkálással megváltoztathatók a fotovoltai tulajdonságok [4], a sűrűdési tulajdonságok [5], vagy akár felületeket tehetünk szuperhidrofóbbá, esetleg víz alatt szuperolajfóbbá [5]. Ez utóbbi például a víz olajos szennyeződéstől történő megtisztítására lehetne alkalmazható.

Világszerte számos kutatócsoport vizsgálta már a lézeres feketítést. Munkájuk során a minta megmunkálás előtti és utáni fényvisszaverési tulajdonságait hasonlították össze. Általános tapasztalat, hogy a visszavert fény intenzitása akár az eredeti érték tizedénél is kisebb értékre csökkenthető, bár ez függ a rá eső fény hullámhosszától is. [5] Ez utóbbi függés sem feltétlenül egyértelmű: különböző hullámhosszúságok esetén más-más megmunkálás lehet célszerű. A megmunkálást és a végeredményt számos paraméter határozza meg, amelyek közül alább többet is bemutatunk. Az optimális paraméterek megtalálása, valamint a felületkezelés során végbemenő fizikai folyamatok leírása továbbra is nyitott kérdés.

Felületmegmunkálási kísérleteink a Szegedi Tudományegyetem Nagyintenzitású Lézer Laboratóriumában (High Intensity Laser Laboratory – SZTE HILL) [6] történtek. A megmunkálást négy különböző lézerberendezéssel is elvégeztük, ezek eredményeit



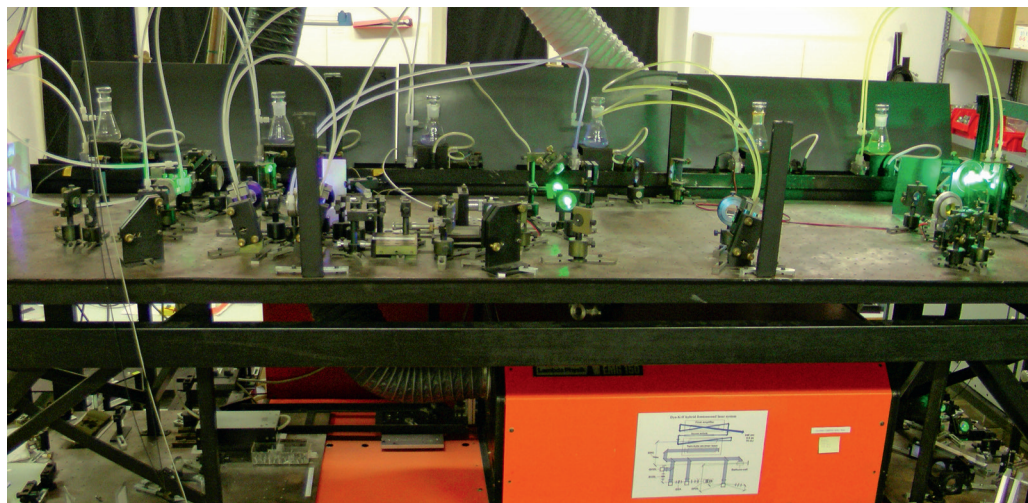
összehasonlítottuk. Az általunk végzett megmunkálás során újdonságot jelentett az alkalmazott berendezések egyike, egy hibrid festék-KrF lézerefényforrás használata. (2. ábra) Ez egy széles körben még el nem terjedt lézertípus, amelynek egyes paramétere (hullámhossz, nyalábenergia, impulzushossz) ritkán fordulnak együttesen elő, ezért más kutatók számára egyszerre nem elérhető paraméterekkel végezhetünk felületmegmunkálást. Fontos megjegyezni, hogy ez a lézerberendezés az SZTE HILL laboratóriumában épült, és fejlesztése folyamatos. Három további, elterjedtebb berendezéssel is elvégeztük a megmunkálást.

Az eredeti, valamint a megmunkált minták (a továbbiakban mintáknak nevezzük a vizsgált anyagdarabokat) visszaverési tulajdonságát monokromatikus, azaz adott hullámhosszúságú, 656 nm-es lézerefénnyel vizsgáltuk. A vizsgált mintát a felületére merőlegesen világítottuk meg, és mértük a visszavert fény intenzitását. A berendezés mérte egyrészt a mintáról spekulárisan (a minta felületéről merőlegesen) visszaverődött fényt, másrészt a mintáról oldalra (diffúzan) szórt fénynek azon részét is, amely a felület normálisával legfeljebb 60 fokos szöveget zárt be. A következőkben a mintáról visszavert fény alatt a fenti kétféle visszavert fény együttesét értjük.

### AZ ALKALMAZOTT LÉZERBERENDEZÉSEK TULAJDONSÁGAI

A lézerberendezéseket sokféle szempont alapján csoportosítják. Rögtön két csoportra osztja őket azon tulajdonságuk, hogy fényük időben folytonos-e – mint például egy lézerpointer esetén –, vagy pedig impulzusokból áll. Utóbbi esetben a berendezés szükség-szerűen nem állandóan, hanem csak egy adott ideig bocsájt ki fényt, azaz rendre fel-felvillan valamennyi ideig. Kísérleteinkben impulzusüzemű berendezéseket használtunk, a négy alkalmazott lézerberendezés ebből a szempontból megegyezett.

Az impulzusüzemű lézereket az impulzushosszuk, azaz egy-egy felvillanásuk időhossza szerint szokás további csoportokra bontani. Ez az időhossz széles skálán, rengeteg nagyságren-



den keresztül változhat, és akár extrém rövid is lehet. Extrém rövid idejű impulzusra jó példa a Magyarországon széles körben ismert, szegedi Extreme Light Infrastructure Attosecond Light Pulse Source (ELI-ALPS), Attoszekundumos Fényimpulzus Forrás, hazánk egyik világviszonylatban is kiemelkedő kutatóintézete. Az „atto” egy SI-prefixum (előtag), jelentése  $10^{-18}$ , tehát a milliárdod rész milliárdod része. A hétköznapi életben természetesen nem találkozunk az attoszekundumos (jele: as) időhosszal, de például a fentebb említett ELI-ALPS kutatóintézetben ilyen rövid ideig tartó impulzusokkal kapcsolatos kutatásokat végeznek. Léteznek olyan lézerberendezések is, amelyek impulzushosszára ennél kevésbé szigorú feltételt szabnak, és a kereskedelmi forgalomban is könnyen beszerezhetők, például amelyek impulzushossza 1 pikoszekundum alatti, tehát  $10^{-12}$  másodpercnél rövidebb ideig tartó lézerimpulzusokat bocsájtanak ki. Ezeket több vállalat is készíti, forgalmazza, telepítésük nem igényel nagy vagy különleges teret. A szakirodalomban általában szubpikoszekundumosnak vagy ultrarövid impulzusúnak nevezik őket. Az 1 ps rövidségét mutatja, hogy a fény, amelynek terjedési sebessége vákuumban körülbelül 300 000 km/s, és a Holdról körülbelül 1 másodperc alatt ér a Földre, az 1 ps idő alatt csak 0,3 millimétert tesz meg. Még szemléletesebb példa egy szuper sportautó, amely 360 km/h sebességgel száguld, és 1 ps idő alatt csak annyit mozdul el, amennyi körülbelül egy atom mérete. Már több évtizede vizsgálják, alkalmazzák a szubpikoszekun-

dumos impulzushosszúságú lézereket is. Mint látni fogjuk, a megmunkáláshoz használt lézerimpulzusok időhossza alapvető fontosságú.

A kutatások eredményei szerint a lézerimpulzus időbeli hosszának függvényében a megmunkálás során más-más fizikai folyamatok a jelentősek. Hosszabb impulzusok esetén hőtani folyamatok határozzák meg a lézerrel megmunkált felület alakját [7] [8] [9], míg pikoszekundumnál rövidebb impulzusok esetén a fázis- és Coulomb-robbanás lesz jelentős. [4] [10] Ezen utóbbi impulzusok olyan rövid idejűek, hogy a besugárzás során közölt energia csak alig-alig tud hó formájában elvezetődni, így csak a besugárzott felület közvetlen közelében hoznak létre módosulást. [11]

Vizsgálataink során két ultrarövid impulzusú, azaz szubpikoszekundumos berendezést alkalmaztunk, és két másikat, amelyeknek impulzushossza nagyságrendileg 10 ns. Az előbbi kettő egy hibrid festék-KrF és egy titán-zafír lézer, utóbbi kettő pedig egy KrF és egy Nd:YAG lézer.

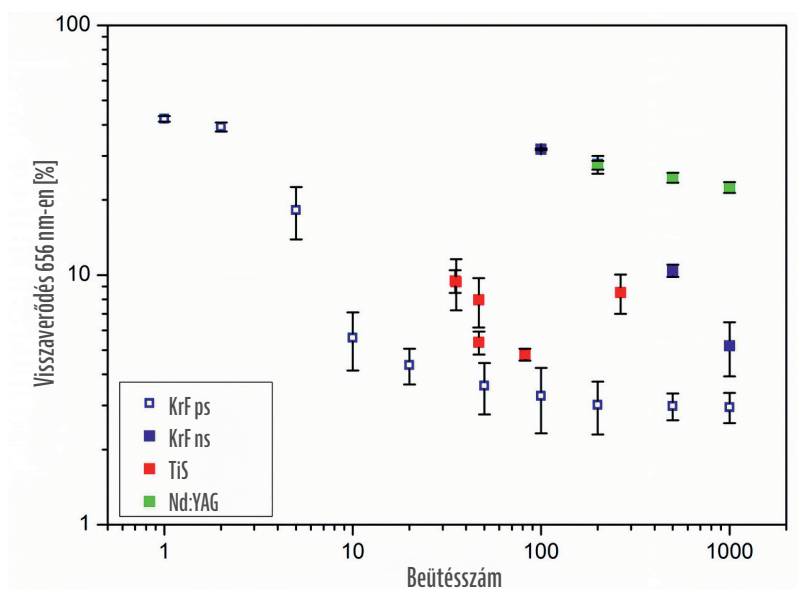
Az alkalmazott lézerek működése részletesen megtalálható a [12] és [13] közleményekben. A legtöbb lézer esetén, mint az alkalmazott berendezéseknél is, a lézerefényt aktív közeg szolgáltatja. Ez határozza meg, hogy milyen hullámhosszúságú fényt bocsájt ki, ami a megmunkálás szempontjából egy további fontos paraméter lehet. Az aktív közeget az alkalmazott Nd:YAG lézer esetén az ittrium-alumínium-gránát kristályrácsba beépített neodímiumionok adják, a titán-zafír lézer esetén pedig a zafírkristályba

2. ÁBRA.  
A megmunkáláshoz  
használt hibrid festék-  
KrF lézerberendezés  
(A szerzők felvétele)

1. TÁBLÁZAT. Az alkalmazott lézerberendezések jellemzői (A szerzők szerkesztése méréseik alapján)

A lézerberendezés fajtája	Nd:YAG	KrF	titán-zafir	festék-KrF
Hullámhossza [nm]	532	248	800	248
1 impulzusának időhossza	10 ns	30 ns	0,1 ps	0,5 ps
Ismétlési frekvenciája [Hz]	10	10	200	2
Impulzusenergiája [mJ]	55	35	0,15	5
Alkalmazott teljesítménysűrűség [W/cm <sup>2</sup> ]	6,7·10 <sup>8</sup>	6,3·10 <sup>7</sup>	1,4·10 <sup>12</sup>	4,6·10 <sup>11</sup>

3. ÁBRA. Az eredetihez viszonyított visszaverődés 656 nm-en, a mérési eredményeket mérési hibával együtt ábrázoltuk. A tengelyek osztása nem lineáris, mindkét tengely logaritmikus. A „KrF ps” jelöli a hibrid festék-KrF szubpikuszekundumos, a „KrF ns” címke a nanoszekundumos KrF lézert, a „TiS” címke a titán-zafir lézert (A szerzők szerkesztése méréseik alapján)



épített titánionok. Mindkettő szilárd halmazállapotú. Ezzel ellentétben a KrF és a hibrid festék-KrF lézer esetén az aktív közeg gáz-halmazállapotú: kripton és fluor vegyülete. Ezek egyszerű körülmények között nem alkotnának KrF molekulát, hanem külön kripton és fluor gázként lennének jelen, de nagy nyomáson elektromos szikra hatására a kripton és fluor gázból gerjesztett állapotú KrF molekulák keletkeznek. Ez a KrF molekula rövid élettartamú, és legerjesztődése során 248 nm hullámhosszúságú fotont bocsájt ki, majd alapállapotában szétbomlik, és ismét kripton és fluor gáz válik.

A KrF és a hibrid festék-KrF lézer közti különbség abban áll, hogy míg az előbbi esetén csak a KrF közeg szolgáltatja a lézerimpulzust, ezáltal nanoszekundumos impulzust bocsájt ki, az utóbbi esetén festéklézerrel előállított magimpulzust alakítás, formálás után erősítünk a KrF közegben, és végül egy szubpikuszekundumos impulzust kapunk. [14]

A nagyon rövid impulzusidő nagyon nagy teljesítményt eredményez

az impulzus, azaz a felvillanás alatt. Az általunk alkalmazott, az 1. táblázatban leírt jellemzőkkel rendelkező hibrid festék-KrF berendezés impulzusonként akár több tíz mJ energiát is ki tud bocsájtani, miközben impulzushossza körülbelül 0,5 ps. Ebből számolva a teljesítménye az impulzus tartama alatt több tíz GW, ezzel szemben például a paksi atomerőmű teljesítménye 2 GW, bár ez utóbbi folytonos, míg előbbi csak egy nagyon rövid ideig tart, tehát összehasonlításuk nem minden tekintetben jogos és értelmes. Ugyanígy összehasonlítható az eszköz például lézerfényvel működő fegyverekkel is, amelyeknek teljesítménye több kW [15], tehát számos nagyságrenddel alacsonyabb, mint az egyik általunk alkalmazott berendezése. Ebből is látszik, hogy egyes jellemzők értelmezése alapos körütekintést igényel. Érdemes megjegyezni, hogy a Rafael Iron Beam egy 100 kW-os osztályú High Energy Laser Weapon System (HELWS), amely osztályában az első ilyen hatékony fegyver, és nyálábja 10 km-es távolságig egy érme

méretére fókuszálható [16], ezért alkalmazható nagy energiával és nagy energiasűrűséggel.

A megmunkálás egy másik, nyilvánvalóan alapvető paramétere az energiasűrűség: nem mindegy, hogy a lézerfényt, amelynek impulzusonkénti energiája adott és egyszerűen megmérhető, mekkora területre fókuszáljuk. Ha a fókuszált energia, azaz az energiasűrűség elég nagy, akkor a felületet nagyon felmelegítheti, ezáltal meg is olvashatja, sőt akár el is párologtathatja. Másrészt ionizálhatja is, több ezer fokok plazma keletkezhet, így aztán nemcsak megváltoztathatjuk a felületet, például olvasztással, hanem anyagot is eltávolíthatunk, azaz ablálhatunk. Számunkra ez utóbbi nem cél, csakis átalakítani akarjuk a minta felületét.

További kérdés például, hogy a nyáláb keresztmetszetében milyen az energiasűrűség: állandó vagy a nyálábnak van valamilyen nemtriviális alakja, profilja? Amennyiben egyetlen impulzust bocsájtunk a minta felületére, és ez a minta felületén változást hoz létre, azaz foltot hagy, a folt szélén vagy közepén vajon mekkora energiasűrűség érte a mintát? Ha ez erősen változó, akkor az egy-egy impulzus általi felületmegmunkálás is a hely függvényében változó: a folt szélén, ahol kevesebb az energiasűrűség, egészen eltérő a hatás, mint a folt közepén, ahol nagyobb az energiasűrűség. A rendelkezésünkre álló KrF és hibrid festék-KrF berendezés energiaeloszlása térben egyenletes, azaz homogén, eltérően az elterjedt lézerek többségétől, amelyek Gauss-profilúak. Az 1. táblázat az alkalmazott berendezések néhány jellemzőjét mutatja.

Szintén fontos paraméter a beütésszám, azaz, hogy egy adott helyre hány lézerimpulzust bocsájtunk. Az egymás után következő impulzusok folyton tovább módosíthatják a felületet [17], míg végül akár teljesen más felületi struktúrát hozhatnak létre, mint egyetlen impulzus.

### A VISSZAVERÉSI ÉRTÉKEK VÁLTOZÁSA

Hogy a megmunkálás hatását egyszerűsíteni tudjuk, referenciaképpen megmértük, hogy a megmunkálatlan

szilíciumminta a rá eső, adott hullámhosszúságú fény hány százalékát veri vissza. Ezt követően négy különböző lézerberendezést alkalmazva megmunkáltuk a minta felületét, és a megmunkálás utáni és előtti fényvisszaverési értéket viszonyítottuk egymáshoz.

A 3. ábra azt mutatja, hogy mely berendezésnél, mely beütésszámnál az eredeti érték hány százalékára csökkent a visszaverődés, 656 nm-es hullámhosszúságú fényt alkalmazva.

A legalacsonyabb visszaverődést az ultrarövid impulzushosszú hibrid festék-KrF lézerrel végzett megmunkálások esetén mértük, amelyre vonatkozóan már 10 beütésszám mellett is az eredeti érték 10%-a alá csökkent a visszaverődés mértéke. Mind a négy vizsgált hullámhossz esetén is ugyanezt tapasztaltuk. A beütésszámot növelve a visszaverődés tovább csökkent, több mint 100 beütés után az eredeti érték 2%-a alá.

A két nanoszekundumos berendezés (KrF ns és Nd:YAG) alkalmazása esetén is jelentősen csökkent a visszaverődés, de kevésbé, mint azt a szubpikuszekundumos berendezéseknél tapasztaltuk. A ns-os berendezéseknél a beütésszámot emelve a visszaverődés további jelentős csökkenését mutattuk ki, a ns-os KrF lézer esetén például 1000 beütés után már az eredeti érték 10%-át sem érte el.

Megállapítottuk, hogy a visszaverődés értéke mind a négy berendezés esetén jelentősen csökkent; jobban csökkent az ultrarövid impulzusú lézereknél, mint a ns-osoknál, és legjobban csökkent az ultrarövid impulzushosszú KrF lézer esetén.

#### A MEGMUNKÁLT FELÜLET KÉPE: FÉNYCSAPDA

Ha a megmunkálás során a felület kevésbé visszaverővé vált, akkor az nyilván vagy jobban elnyeli, vagy pedig az eredetihez képest nagyobb szögben jobban szórja a fényt. Az erősebb elnyelés egyszerű oka, hogy a felületen különböző struktúrák jelentek meg, amelyek fénycsapdaként viselkednek.

Egy fénycsapdát könnyen elképzelhetünk (4. ábra), ha arra gondolunk, hogy a minta felületén oszlopok helyezkednek el, amelyeket a

felület megmunkálásával hoztunk létre. A mintára eső fény (az ábrán piros színnel jelölve), ha két oszlop közé esik, akkor azok között többször is visszaverődik, oda-vissza pattog. A fénysugár az oszlopok közötti rész alján is visszaverődik, majd a felülettől távolodásba kezd (az ábrán kék színnel jelölve). Ezen távolodás alatt is számos alkalommal visszaverődik, oda-vissza pattog. Tegyük fel, hogy a minta anyaga nem teljesen (nem 100%-ban) visszaverő, hanem minden egyes visszaverődés során a ráeső fényből valamennyit el is nyel. Ekkor a fény minden egyes visszaverődés során valamekkora részben elnyelődik, veszít az intenzitásából. A többszörös visszaverődések-elnyelődések után távozó fény intenzitása jelentősen kisebb lehet, mint a beeső fényé volt.

A megmunkált minták felületéről pásztázó elektronmikroszkópos felvételeket készítettünk, amelyek nagy előnye, hogy a fénymikroszkópos képekhez képest sokkal nagyobb nagyítás és mélységélesség érhető el alkalmazásukkal, így a felületi struktúrák jobban láthatóak. (5. ábra) Megjegyezzük, hogy a képeken az egyes részek fényessége nem a szokásos, a szem vagy a radar által érzékelt fényességnek felel meg, ugyanis a képeket nem fény, hanem egy elektromos töltéssel rendelkező elektronnyaláb leképezésével hoztuk létre. Emiatt az elektronmikroszkópos felvételeken fényesnek látszódnak például az élek is. Szintén fényesnek látszanak az oxidált szilícium nanorészecskék, amelyek a beütésszámot növelve egyre inkább megjelennek a felületen. Ezek, ha nem elektronnyalábbal vizsgáljuk a felszínt, nem szükségszerűen fényesek.

Látható, hogy mindegyik esetben kialakultak mikrométerű felületi struktúrák, például oszlopok vagy megszilárduló olvadékcseppek. Ismert, hogy különböző energiasűrűségeknél, más-más lövésszámnál más-más struktúrák jelennek meg, amelyek mérete a lézer hullámhosszától a több mikrométerig terjedhet. [15]

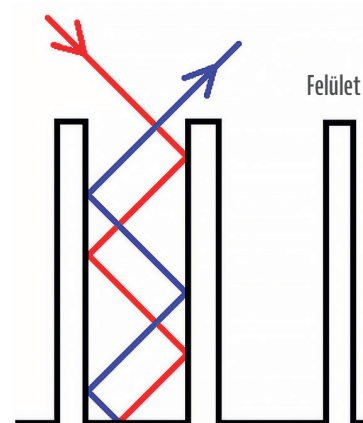
A ns-os impulzushosszúságú Nd:YAG lézer esetén nem tapasztaltunk jelen-

tős felszínváltozást 200 beütésszám alatt. Ezután egy fodrozódó struktúra jelent meg, és ez a beütésszám növelésével egyre jelentősebb lett. A szintén ns-os impulzushosszúságú KrF lézer esetén körülbelül 200-as beütésszámnál sekély árkok jelentek meg, melyek körül a lézer által megolvasztott, fröcsögő cseppekből újból megszilárdult anyag található. A beütésszám növelésével keskeny, oszlop-szerű részekből álló struktúra jelent meg. Az oszlopok között a felület hullámossá vált.

Az ultrarövid impulzushosszú titán-zafir lézer esetén gömbszerű objektumok képződtek a felszínen. A beütésszámot növelve a gömbök átmérője 5–10 mikrométeresre növekedett, és mialatt a gömbök közötti árkok mélyültek, ezek körülbelül 10 mikrométer magas oszlopokká alakultak.

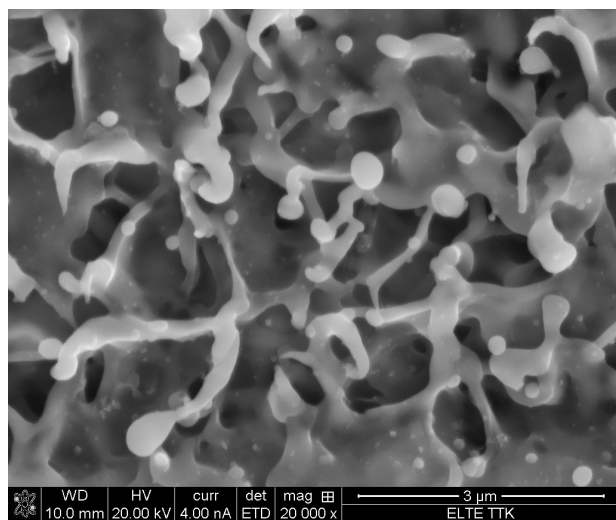
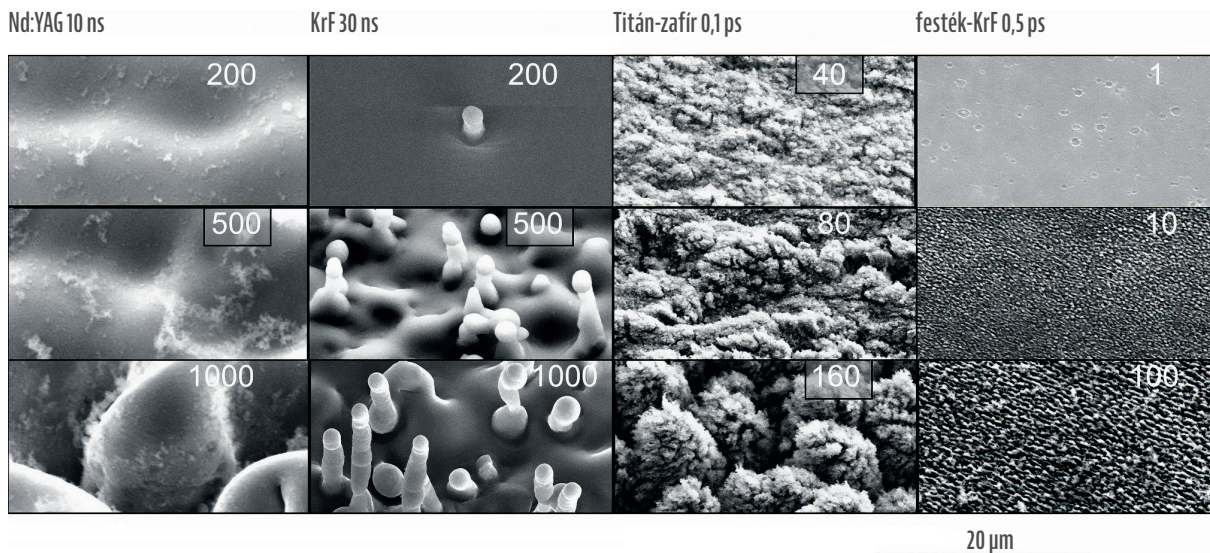
Bár a megmunkálás során nem a felületen lévő anyag eltávolítása volt a cél, hanem a felület megváltoztatása, a megmunkálás során anyagot is eltávolítottunk. Ennek egy része az előbbi oszlopokra nanopor formájában visszarakódott. A festék-KrF lézer esetén 1 impulzus után apró, buborékszerű részek jelentek meg, melyek 5 lézerimpulzus után már az egész felületet beborították. A beütésszámot tovább növelve egy szemcsés struktúra alakult ki, amely szemcséinek mérete a beütésszám emelésével nőtt.

A 6. ábra nagyobb nagyítás mellett mutatja, hogy a felület milyen habos-sá alakítható. A felületen apró, megszilárdult, mikrométer alatti cseppecskék jelenhetnek meg, amelyek a forróra melegített, fröcsögő anyagból szilárdultak meg.



4. ÁBRA. A fénycsapda sematikus ábrája, ahol a piros szín jelzi a ráeső, a kék az eltávozó fényt. Az ilyen alakú felülettel rendelkező anyagok kevésbé verik vissza a fényt a többi anyaghoz képest (A szerzők szerkesztése)

5. ÁBRA. Az egyes megmunkált felületekről adott lövésszám után készült pásztázó elektronmikroszkópos felvételek. A fehér számérték a beütésszámot jelzi (A szerzők szerkesztése saját felvételeik alapján)



**ÖSSZEZÉS**

A Szegedi Tudományegyetem Fizika Intézetének Nagyintenzitású Lézer Laboratóriumában végzett kísérlet-sorozatunk során megvizsgáltuk, hogy lézeres felületmegmunkálás hatására hogyan változik egy szilíciummin-ta fényvisszaverő képessége. Megállapítottuk, hogy a megmunkáláshoz használt négy különböző lézerberendezés esetén különböző struktúrák jelentek meg az anyag felületén, melyek a beütésszámot növelve át is alakulhattak. A megmunkálás hatására a mintáról visszavert fény intenzitása jelentősen csökkent, a lézer tulajdon-

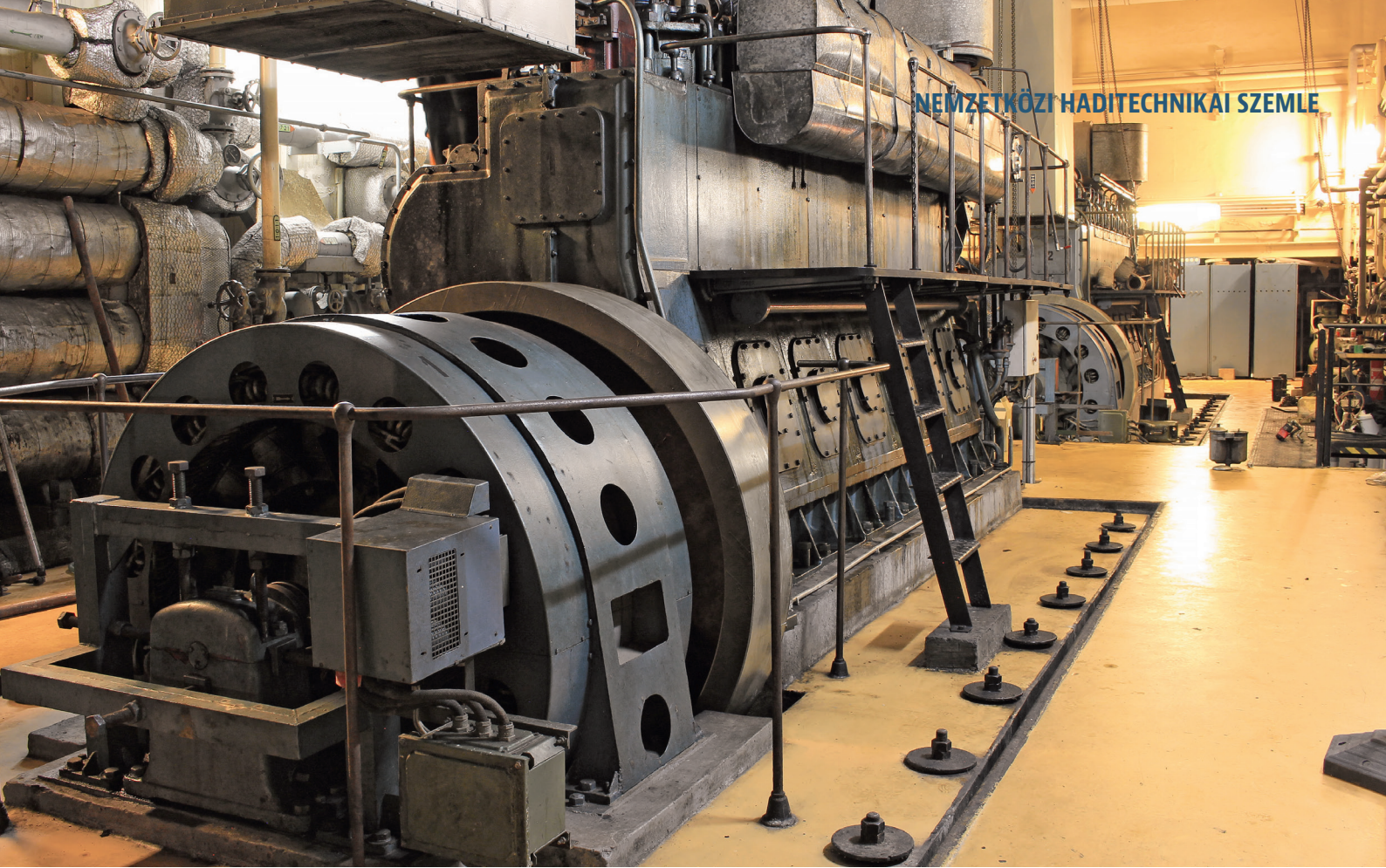
ságaitól függően más-más visszaverési értékeket adva, akár az eredeti érték 2%-ára is lecsökkenve.

Annak megállapítása viszont, hogy mely anyagon, mely lézer és megmunkálási paraméterek esetén milyen felület képződik, és az mennyire homogén, továbbá mely hullámhosszon mennyire ver vissza, számos további mérést igényel. Ezt és ennek fizikai leírását több kutatócsoport is vizsgálja. Feltételezhető, hogy a módszer általános-ságban képes arra, hogy csökkentse vele a visszaverődő fény vagy jel intenzitását, amely katonai szempontból kiemelkedő fontosságú tényező. ■

6. ÁBRA. Pásztázó elektronmikroszkópos, húszezreszes nagyítású felvétel egy rézminta felületéről, amit a szerzők a hibrid festék-KrF berendezéssel munkáltak meg (A szerzők saját felvétele)

**HIVATKOZÁSOK**

- [1] Brunner, R. et al: Lessons from nature: biomimetic subwavelength structures for high-performance optics, *Laser & Photonics Reviews*, 2012, 641–659. <https://doi.org/10.1002/lpor.201100011>
- [2] Ashraf, R. et al: Performance Analysis of Radar Cross Section for F-117 Nighthawk Stealth Aircraft over Frequency and Aspect Angle. *International Conference on Computer, Communication, Chemical, Material and Electronic Engineering (IC4ME2)*. IEEE, 2018, 1–4 <https://doi.org/10.1109/IC4ME2.2018.8465587>
- [3] Kennedy, K. J.: *Stealth: A Revolutionary Change in Air Warfare*. Naval War College Review, 1993/2, 118–136. <https://doi.org/10.21236/ada249880>
- [4] Iyengar, V. V. et al: Properties of ultrafast laser textured silicon for photovoltaics. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 2011/10, 2745–2751. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2011.04.011>
- [5] Yin, K. et al: Underwater superoleophobicity, anti-oil and ultra-broadband enhanced absorption of metallic surfaces produced by a femtosecond laser inspired by fish and chameleons. *Scientific Reports*, 36557, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep36557>
- [6] SZTE Nagyintenzitású Lézer Laboratórium. <http://exp.physx.u-szeged.hu/hill/> (Letöltve: 2024.07.02.)
- [7] Lie, X. et al: Microstructuring and doping of silicon with nanosecond laser pulses. *Applied Surface Science*, 2012/20, pp. 8002–8007, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2012.04.155>
- [8] Yaddadene, C. et al: Optical properties of silicon microcolumn grown by nanosecond pulsed laser irradiation. *Optics Communications*, 2011, 3308–3310. <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2011.03.004>
- [9] Zuev, D. A. et al: Fabrication of black multicrystalline silicon surface by nanosecond laser ablation. In: *Applied Physics B*, 1. kötet 2011, 545–550. <https://doi.org/10.1007/s00340-011-4625-x>
- [10] Torres, R. et al: Femtosecond laser texturization for improvement of photovoltaic cells. *Black Silicon*, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 1. kötet 2010, 621–625.
- [11] Szabó P. I. et al: Micromachining using the high energy flat-top beam of a femtosecond pulse UV laser system: micropillar prefabrication. *Applied Physics A*, 2023, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00339-023-06679-x>
- [12] Almási Gábor et al: *Lézerfizika*, tankönyv. PTE TTK és SZTE TTK, 2013. <https://eta.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/1317>
- [13] Basting, D. et al: *Excimer Laser Technology*. Springer, 2005. <https://doi.org/10.1007/b137894>
- [14] Szatmári Sándor et al: Hybrid dye-excimer laser system for the generation of 80 fs, 900 GW pulses at 248 nm. *Optics communications*, 1987/5, 305–309. [https://doi.org/10.1016/0030-4018\(87\)90181-7](https://doi.org/10.1016/0030-4018(87)90181-7)
- [15] Pudo, D. et al: High energy laser weapon systems: evolution, analysis and perspectives. *National Defence*, 2017.
- [16] Easley, M. *Israeli-Made High-Energy Laser Makes Debut*. *National Defense*, 2023.
- [17] Ahmed, K. M. T. et al: Fabrication of micro/nano structures on metals by femtosecond laser micromachining. *Micromachines*, 2014, 1219–1253. <https://doi.org/10.3390/mi5041219>



KIZMUS SZABOLCS\*

# HIDEGHÁBORÚS BUNKEREK

**A szerző tanulmányának előző részeiben a védett létesítmények felosztásának lehetséges szempontjait mutatta be, majd azok fejlesztési irányait vizsgálta, illetve a hagyományos és az új technológiával épített objektumok előnyeit és hátrányait ismertette.** A harmadik részben a szerző a létesítmények védőszerkezeteit és üzemeltetésük időszakait, valamint a légellátás gépészeti elemeit vette sorra.

A beszívóvezetékben áramló levegő az objektum külső, határoló falára, vagy az expanziós kamrába szerelt léglökés ellen védő fémlamellás vagy tányéros zárószelepeken keresztül juthatott a belső térbe. Ezek a különböző átmérővel gyártott légnyomáscsökkentő szerkezetek megvédték az építmény szellőztető- és szűrőberendezéseit, illetve természetesen a személyi állományt egy atombomba által generált lökéshullám romboló hatásától, valamint az azt követően kialakuló vákuumtól. (Az atomrobbanásakor

létrejövő tűzgömb ugyanis hatalmas mennyiségű oxigént emészt fel, a fel szálló forró levegő alatt légritka tér keletkezik, ami a pusztítóan gyorsan visszaáramló levegő által a környezetből egyenlítődik ki. A szelepek zárása nélkül az éltető levegő pillanatok alatt kiszívódna a bunkerből.) A biztonsági szelepek mellett további védelmet jelentettek a beszívó légvezetékekbe szerelt, mechanikusan és elektromosan vezérelhető, különböző típusú, hermetikusan zárható szelepek.

A beszívott levegőt több lépcsőben szűrték. A durvább, nagyobb szemcse nagyságú szálló por kiszűrése olajos (labirintelven működő) porszűrőkkel történt, ezt követte a finomabb por szűrése, majd a levegő átvezetése az aeroszolpapírral és impregnált, 50–60 mm vastag aktív szén-réteggel bélelt elnyelőszűrőkön, amelyek a levegőben esetlegesen még megtalálható radioaktív részecskével szennyezett anyagokat, mérgező gázokat is lekötötték,

köszönhetően a szén óriási felületű mikropórusainak. (Az aktív szén grammjának fajlagos felülete mintegy 400–1600 m<sup>2</sup> közötti lehet.) A szűrők – feladatukból kifolyólag – egy idő után telítődhetnek, ezért lehetőség volt a betéteket, illetve egyes típusoknál magukat a szűrődobokat cserélni. A keleti blokkban – így hazánkban is – a legelterjedtebbek voltak a szovjet gyártmányú PFP-1000 (предфильтр пакетный – előszűrő egység) típusú finompor- és az FP-100/200/300 (фильтр поглонитель – elnyelőszűrő) jelzésű aktív szén-szűrők, amelyek csoportba szerelve, több szűrődob összekapcsolásával nagyobb légmennyiség szűrésére voltak képesek. A felsorolt típusszámok az egy óra alatt szűrt levegőmennyiséget jelentik légköbméterben. A szűrők kémelése érdekében megkerülő vezeték is szereltek a légbeszívó hálózatba, így I-es (békeidőszaki) üzemmódban nem terheltek azokat feleslegesen.

## IV. RÉSZ

1. ÁBRA. Az egykori Csehszlovákiában Práslavice település közelében található négyzetes föld alatti katonai/kormányzati hírközpont szükséghelyzeti energiaellátását biztosító dízelaggregátorok. A 6 hengeres, 300 literes monstrumok egyenként kb. 736 kW (1000 LE) teljesítmény leadására képesek (A szerző felvétele)

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





2. ÁBRA. Csoportba szerelt FP-300 típusú aktív szén-betétes elnyelőszűrők és mellettük a szivóventilátor – az egyik budapesti védett objektumban. Telítődésük után a kb. 58–62 kg tömegű szűrők tisztítására nem volt lehetőség, cserélni kellett őket (A szerző felvétele)

Fontosabb, nagyobb katonai létesítményekben az említett szűrők mellett ún. „Garantált légtisztító rendszert” (a keletnémet katonai terminológiában AdgL – Anlage der garantierten Luftreinigung) is alkalmaztak, amelynek használatával akkor is lehetséges a külső levegő beszívása, ha a környező felszíni tüzek (pl. nagy kiterjedésű erdőtüzek) miatt annak magas a szén-monoxid-koncentrációja. Mivel a mérgező szén-monoxid nem szűrhető, ezért a berendezéssel mintegy 140 °C-os hőmérsékletre hevítve, platinakatalizátor segítségével szén-dioxiddá égetik el (amit már a regenerálópatronokkal is lehetett szűrni), majd ezt követően egy hűtőegység gondoskodik arról, hogy a korábban toxikus levegő normál hőmérsékleten kerülhessen a belső térbe. Ez a berendezés ilyen körülmények között is garantálta volna az 50 Pa túlnyomást, amíg a bunker teljes lezárása megtörténik. [1]

Természetesen fel kellett készülni arra a lehetőségre is, hogy a bunkerben, harcvezetési ponton, óvóhelyen tartózkodás időszaka több hétre is nyúlhat, ha a külső körülmények ezt indokoltá teszik, ezért nélkülözhetetlen volt a megfelelő minőségű levegő-ellátás, a beszállított légmennyiség mérése, szabályozása, a túlnyomás mértékének folyamatos ellenőrzése, kontrollálása. A levegő alkotóelemei közül az oxigén- és a szén-dioxid-tar-

talomnak volt – szó szerint – életbevágó szerepe. Külső környezetben a levegő oxigénkoncentrációja mintegy 21 térfogatszázalék, védett létesítményben ez az érték nem eshetett 18% alá, valamint a szén-dioxid-tartalom nem lehetett több 3 térfogatszázaléknál. Az egy fő által felhasznált oxigén (kb. 25–30 liter/óra) és a kilélegzett szén-dioxid (kb. 20 liter/óra) mennyiségének, illetve a benn tartózkodók létszámának, valamint az objektum légterének ismeretében könnyen kiszámolható volt a friss levegő-ellátás nélkül eltölthető időtartam. [2] Ezeket az arányszámokat kellett a szellőztetőgépezettel, szűrőkkel, túlnyomáskibocsátó szelepekkel szabályozni, aminek még fokozottabb jelentősége volt teljes elzárkózás idején, mivel ekkor megszűnt a külső légbeszívás.

III. üzemmódban a belső tér levegőjét keringtetik, amivel egyenletesebb a levegő elhasználódása, az oxigén és a szén-dioxid eloszlása, így a légmozgással növelhető a komfortérzet. Értelhető okok miatt az illemhely levegőjét bűszűrőn keresztül vonták be a visszakeringtetésbe, illetve azt I–II. üzemmódokban a helyiség külön szellőztető ventilátora juttatta ki a bunkerből. Folyamatosan ellenőrizték a levegő oxigéntartalmát, mérték a szén-dioxid-szintjét. Ha a szén-dioxid-tartalom megközelítette a 3%-ot, vagy az oxigéntartalom 18% alá esett, netán a

környezeti szenzorok veszélyes, mérgező harcanyagokat jeleztek, a levegő minőségét regenerálással kellett frissíteni, ami a szén-dioxid lekötését és az elhasznált oxigén pótlását jelentette. Ekkor a keringtetett levegőt regenerálószűrőkön átvezetve a légosztó vezetékeken keresztül juttatták vissza a helyiségekbe, dúsítása pedig palackokban, nagy nyomáson tárolt egészségügyi oxigén adagolásával történt. A szén-dioxid semlegesítésére további megoldást jelentett a Szovjetunió által kifejlesztett RDU (регенерационная двухъярусная установка – kétlépcsős regenerálókészülék) alkalmazása. Ez a kisebb bőrrönd nagyságú eszköz a benne lévő, kálium-szuperoxidot (KO<sub>2</sub>) tartalmazó, cserélhető betétek segítségével kémiai reakcióba lépett a szén-dioxiddal, és hozzájárult az optimális oxigén-szén-dioxid-koncentráció eléréséhez. Ezt a berendezést a Varsói Szerződés nagyobb, jelentősebb katonai objektumai mellett a hadiflotta is rendszeresen alkalmazták. (A 2000 augusztusában elsüllyedt Kurszk orosz atom-tengeralattjáró hátsó rekeszébe kényszerült matrózok sorsát egy ilyen KO<sub>2</sub> patron vízbe ejtése pecsételte meg, mivel az anyag közvetlenül vízzel érintkezve rendkívül heves reakcióba lépett, és pusztító tűz keletkezett.)

### VÍZELLÁTÁS, CSATORNÁZÁS

A légtechnika mellett a gépészet elengedhetetlen részét képezte az üzembiztosan és hatékonyan funkcionáló vízellátás és használtvíz-elvezetés. Előbbi békeidőszakban a külső közműhálózatról működött; minősített helyzetben, illetve ha a közműellátás nem volt lehetséges, az objektumhoz tartozó külső tározóból (ha volt ilyen kiépítve) vagy a bunker/óvóhely védett kútjából, tartalék víztárolóiból történt a különböző üzemmódoktól függően, akár önálló, zárt rendszerben üzemeltetve. Egy védett létesítmény kivitelezésének megkezdésekor – lehetőség szerint – a mélyfúrású kút kiépítése volt az első lépés. A beérkező vizet számos célra használták. Elsődleges volt a szolgálatot teljesítő személyi állomány, az emberek ellátása szűrt, tisztított ivóvízzel – hosszabb benn tartózkodáskor is. Ezen kívül gondoskodni kellett használati

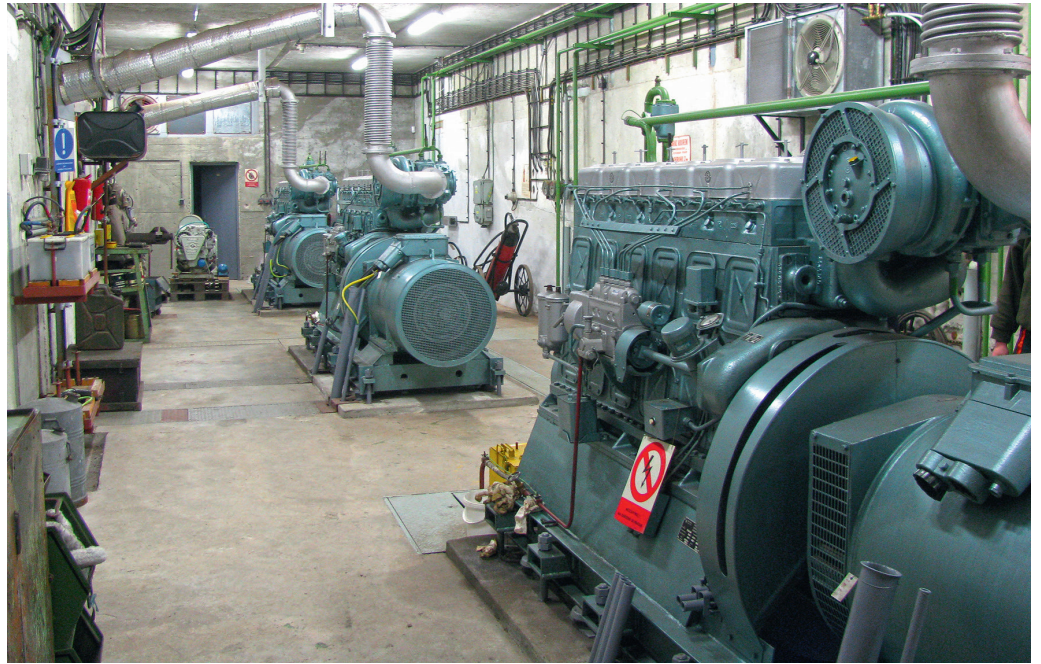
vízről, hűtővízről, tűzoltó vízről és természetesen a szennyvíz elvezetéséről, tárolásáról, esetleg szikkasztásáról. A különböző feladatokra használt vizet külön tartályokban tárolták, és a vízvezetéseket, szerelvényeket, főleg bonyolultabb hálózatoknál feliratozták, festett, jelölt színekkel látták el, ezeken gyakran a víz áramlásának irányát is feltüntették.

Komplexebb – elsősorban katonai, kormányzati – építményekben az ivóvíz mellett rendkívül fontos volt, hogy kellő mennyiségű hűtővíz álljon rendelkezésre, hiszen egyes gépészeti egységek, légkondicionáló blokkok, áramfejlesztő gépcsoportok és híradástechnikai eszközök kifejezetten nagy vízigényűek voltak, ezért ezekhez a hőt termelő energiaforrásokhoz külön, gyakran többször felhasználható hűtőkört biztosítottak. A primer körben felmelegedett vizet villanymotorokkal hajtott kompresszoros-kondenzátoros ipari hűtőgépekkel lehűtve, majd visszavezetve a víztárolókba, újra fel lehetett használni, amivel nagymértékben csökkentették a vízfogyasztást. A híradóközpontok, vezetési pontok kommunikációs, műszaki eszközeinek vízigényét ezzel a rendszerrel optimálisan lehetett szabályozni, aminek teljes elzárkózásor volt igazán nagy jelentősége.

A tűzoltáshoz használatos vizet gyakran erős habosító szerrel keverték, de a vizes-habos oltóanyagok mellett alkalmaztak halonvegyleteket is. A gázt külön tartályokban tárolva független tűzoltó rendszert alakítottak ki. (A halonszármazékok – noha drágák és környezetkárosítók – nagyon jó oltóképességű anyagok, kifejezetten hatékonyak elektromos, műszaki, híradó-berendezések, motorok maradó szennyeződés nélküli, tiszta oltásához, hiszen a tűz elfojtásának szokásos eljárásával ellentétben a kémiai reakciók folyamatába beépülve megszakítják a gyulladási folyamatot.) Nagyobb vagy feladatukból kifolyólag fontosabb objektumok belső terét több, hermetikusan lezárható tűzszakaszra osztották. [3]

### ELEKTROMOS ENERGIAELLÁTÓ RENDSZEREK

A szellőztetőgépek, a fűtő- és hűtőberendezések, a híradástechnikai



eszközök, a vízellátás, a világítás zavartalan üzemeltetéséhez villamos energiára volt szükség. Békeidőszakban a katonai védett létesítmények, polgári célú vezetési pontok, lakossági óvóhelyek energiaellátása az országos közműhálózatról trafóházakon, majd onnan földkábelben keresztül történt – nem egy alkalommal kétoldali betáplálással. A külső energiaszolgáltatás megszűnésekor (ami lehetett egyszerű üzemzavartól kezdve ellenséges tevékenység, szabotázsakció, vagy akár természeti hatások által előidézett állapot) a folyamatos energiaellátást dízelüzemű aggregátorokkal, akkumulátorokkal és – ha volt az objektumban ilyen gépészeti egység – szünetmentes áramellátó rendszerrel biztosították.

Az áramfejlesztők száma a bunker elektromosenergia-igényétől függött. Kisebb óvóhelyeken, vezetési pontokon elég volt 1 db vészhelyzeti aggregátor is, de a nagyobb létesítményekben gyakran 2–4 gépegység – köztük az egyik tartalékként szerepelt – kellett az energiaigény fedezésére. (1. táblázat) A tartalék lehetett ún. meleg tartalék – ami egyszerre járt az üzemben lévő gépcsoporttal, de nem termelt áramot –, illetve hideg tartalék, ami ugyan nem jár, de rögtön indítható az üzemben lévő kiegészítő. Áramszünet esetén a gépcsoportokat automatikusan vagy manuálisan indíthatták akkumulátorokról vagy sűrített levegővel. Ha a külső energiaellátásban bármilyen anomáliát, a megengedett

3. ÁBRA. Jelenleg is üzemképes 6 hengeres, 4,1 tonna tömegű dízelaggregátorok biztosították az energiaellátást szükséghelyzetben az egykori Csehszlovákia Kahan III fedőnevű bunkerében, az ország állambiztonsági hivatalának (StB - Státní Bezpečnost) tartalék hírközpontjában. A generátorok teljesítménye egyenként 120 kW (A szerző felvétele)

4. ÁBRA. A Příslavice melletti hatalmas, négyzetes föld alatti létesítményben akkumulátorok szakai láthatók a speciálisan kialakított hatalmas teremben. A helyiség savas légrétege miatt a bejutás külön zsilibkamrán keresztül történt. A 12/24/48 V-os mellett a 220 V-os akkutelepek beépítése külön rendszerben valósult meg (A szerző felvétele)



1. TÁBLÁZAT. A 17/5001 „Honecker” bunker szükséghelyzeti energiaellátó rendszerének főbb paraméterei [4]

Motor típusa	6VD 18/15 AL-1 SRW	6 hengeres soros dízel hajómotor (5 db dízelmotor, közülük 1 db tartalék)
Motor teljesítménye	348 kW (472 LE)	1500 ford./perc
Motor tömege	2350 kg	
Generátor típusa	SRED 458 - 4a	3 fázisú generátor
Generátor teljesítménye	400 kVA	400 V, 578 A, 50 Hz, 1500 ford./perc
Generátor tömege	1725 kg	
Olajfogyasztás*	16 l/óra	7 db olajhordó, 1400 l
Üzemanyag- (gázolaj) fogyasztás*	240 l/óra	8 db beépített tartály, összesen: 89,6 m <sup>3</sup>
Hűtővízigény*	32 m <sup>3</sup> /óra	
Levegőigény*	8000 m <sup>3</sup> /óra	
Kipufogógáz térfogata*	18 930 m <sup>3</sup> /óra	
Üzemidő	14,6 nap	80%-os terheléssel

\*Együttesen értendő a négy üzemelő motorra

értékektől való eltérést érzekelték, az automatikus vezérlés azonnal (valójában 3–15 mp-en belül) indította a motort/motorokat, amelyekre az előírt fordulatszám és üzemi hőmérséklet elérését követően lehetett a terhelést ráadni. Az előmelegített olaj és fűtés által optimális hőmérsékleten tartott és keringtetett hűtőfolyadék garantálta, hogy az indítás minden körülmények között zökkenőmentes és gyors folyamat legyen. Ezeknek az akár több tonnás, betonalapzaton vagy rugókra ültetett alaptereken elhelyezett áramfejlesztőknek a hűtése nagy mennyiségű vizet igényelt.

Ahhoz, hogy a dízelaggregátorokat egy közeli atomcsapást követően is rögtön üzembe lehessen helyezni, a

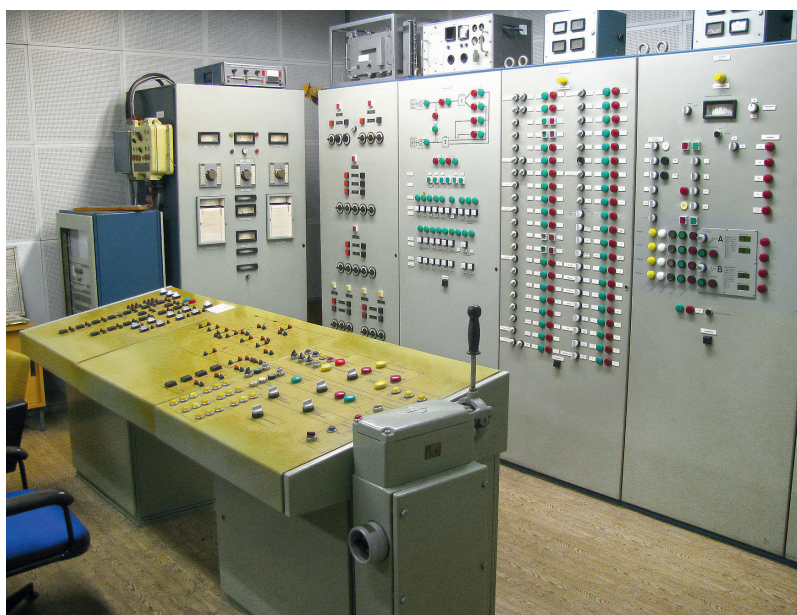
beszívott forró levegőt hűteni kellett. Erre az ún. „tömeghűtő” (német szaksargonban „Massekühler”) jelentette a megoldást, amely betonba ágyazott, alig néhány centiméter átmérőjű és több méter hosszú acélcsövek tucatjaiból álló tömb volt. Az égéslevegő ezeken a csöveken keresztüláramolva, „szétaprózódva” elveszítette, leadta a hőenergiájának nagy részét, és a belső térbe kerülve a motorok számára megfelelő hőmérsékletűre hűlt. Ezen felül a csövekbe tóduló levegő a visszacsapó szelepeknek köszönhetően elraktározódott arra az időre, amíg a már említett negatív nyomáshullám el nem távozott a létesítmény környezetéből, így ez a rendelkezésre álló égéslevegő ilyen körülmények között is biz-

tosította a gépcsoportok folyamatos üzemét. A dízel gépház szűrt levegő és túlnyomás nélküli helyiségében külön szellőztetés, hőmérséklet- és páratartalom-szabályozás működött. Egyes létesítményekben, megnehezítve az ellenséges hőkamerás felderítést, a távozó kipufogógázokat vízperemmel hűtötték, valamint a kipufogócsöveket a föld alatti építménytől távolabb vezették ki a felszínre. A motorokhoz szükséges gázolajat hordókban vagy nagyobb mennyiségűnél – néha több ezer liter – beépített tartályokban tárolták, melyek feltöltése külső, felszíni csatlakozócsonkról közvetlenül is lehetséges volt.

Ha a dízelaggregátor meghibásodott volna (amennyiben nem volt tartalék), illetve a generátor szinkronizálásáig eltelt idő alatt a legfontosabb egyenáramú fogyasztókat (elzárószelepek, légtechnika, szükségvilágítás, kiemelt kommunikációs eszközök stb.) akkumulátorokról táplálták. Mindezek mellett, a jelentősebb objektumokban szovjet gyártmányú, váltóáramú „Garantált áramellátó rendszer” (Устройство Гарантированного Питания – UGP), gyakorlatilag szünetmentes tápegység is rendelkezésre állt, amely áramkimaradás esetén átvehette a legfontosabb váltóáramú fogyasztók ellátását. Ez a gépcsoport egy háromfázisú, váltóáramú villanymotor által forgatott, és azzal egy tengelyen lévő váltóáramú generátorból és egyenáramú villanymotorból állt. Alaphelyzetben a hálózati, váltóáramú feszültséggel hajtott villanymotor forgatta a generátort, azonban hálózatkiesés esetén (amikor megszűnt a váltakozó áramú villamosenergia-betáplálás) a több tonna tehetetlenségű, egy tengelyen mozgó gépcsoport tovább forgott, míg bekapcsolódott a hajtásba az akkumulátortelegekről táplált egyenáramú villanymotor. A váltóáramú kimenő feszültség így megszakítás nélküli, folyamatos volt, ám az átalakítás óriási, közel 50%-os energiavesztéssel járt.

A speciális, nagy kapacitású akkumulátorok tárolása, töltése biztonságos körülményeket igényelt, főleg egy bunker zárt, izolált terében. Kiemelt figyelmet kellett fordítani a robbanásmentes szerelésű környezetre, amely a savállóacél- vagy műanyag szerelvé-

5. ÁBRA. Az NDK-beli Garzau közelében lévő, egykori NVA „Számítógép és adatközpont” föld alatti komplexumában található diszpécserközpont. Az előtérben látható irányítópult melletti karral az ügyeletes szakember fenyegetettség esetén egyből III. üzemmódba tudta kapcsolni a létesítmény összes rendszerét (A szerző felvétele)



nyeket, az elektromos vezetésre nem képes padozatot, falazatot, mennyezetet, a szikramentes anyagokat, nem hagyományos szerkezetű világítótesteket, a töltőhely feletti gyűjtőerőnyő alkalmazását és a savgőzök eltávolítását jelentette. A savas helyiségek levegőjét teljes elzárkózáskor csak speciális savgőzszűrő rendszeren keresztül lehetett visszavezetni. A karbantartóknak előírás volt a statikusan nem töltődő biztonsági ruházat, csizma és védőszemüveg viselete az akkumulátorokkal végzett munka során. Az akkumulátortöltés részét képezte a kényes művelet során felszabaduló hidrogén elégetése, semlegesítése. A feladatra a tároló-töltő helyiség mennyezetére rögzített (mivel a hidrogéngáz könnyebb a környező levegőnél), ún. „modernizált utánégető berendezéseket” (PDM – Прибор Дожигания Модернизированный) alkalmaztak. A hidrogén és az oxigén hő hatására egyesülnek, így az előbbi gyakorlatilag vízé ég el. A cipődoboz nagyságú eszközben levő, jellemzően platina nemesfém betét a folyamat katalizátoraként szolgált, és a fűtőszállal melegített levegő az exoterm reakciót követően legfeljebb 300 °C-os hőmérsékleten távozott. A hidrogén gyúlékony gáz, és a levegővel való keveréke 4–75 térfogatszázalékos koncentráció között robbanásveszélyes elegyet alkot. A fentiek miatt a készüléket tilos volt bekapcsolni, ha a helyiségben a hidrogénkoncentráció meghaladta a 3 térfogatszázaléket. Érintésvédelmi szempontból kötelező volt az ún. egyenpotenciálra hozó (EPH) hálózat kialakítása, amely minden vezetőképes és villamosan nem elszigetelt szerkezet földelését/testelését jelentette azzal a céllal, hogy ne legyen potenciálkülönbség közöttük és a villamos berendezések között. [5]

### VEZÉRLÉS – IRÁNYÍTÁS – KOMMUNIKÁCIÓ

Az extrém igénybevételeknek ellenálló és összetett gépészeti, elektromos rendszerekkel ellátott védőszerkezetek előírások szerinti üzemeltetését, rendeltetésszerű működését a legzordabb háborús körülmények között, természeti csapások vagy ember okozta katasztrófák idején is biztosítani kellett, amelynek koor-



dinálása, irányítása és ellenőrzése a diszpécserközpontból volt lehetséges. A szakszemélyzet elsődleges feladata volt az emberi élet megóvása és az üzemképesség fenntartása – ahogy ma is az.

A diszpécser pultnál (kisebb, egyszerűbb építményekben külön kapcsolószekrényeket helyeztek el az adott gépészeti helyiségben) a nap 24 órájában szolgálatot teljesítő személyzet folyamatosan figyelemmel kísérte a létesítmény és külső környezetének állapotát, rendszerenként külön szakember felügyelte azok működését. A létfontosságú adatokat, információkat az objektum belső terében és a felszínre, a bunker közelében telepített speciális érzékelők, műszerek szolgáltatták, amelyek azonnal reagáltak az előírt tűréshatáron kívül eső, megváltozott értékekre, mint például a lökéshullám által keltett légnyomás, szeizmikus hatások, hirtelen extrém mértékű hőmérséklet-emelkedés, radioaktív, vegyi harcanyagok jelenléte a levegőben, valamint a külső elektromos betáplálásban történt zavarok. A belső, védett térben továbbá mérték a túlnyomást, a páratartalmat, a hőmérsékletet, illetve a beszállított levegő mennyiségét és összetételét. Különböző típusú hordozható sugárszint- és szennyezett-

ségmérőkkel lehetett meghatározni a sugárzás mértékét és az emberek által elnyelt dózist.

Korszerűbb építményeknél, ha a fent említett szenzorok által továbbított értékek eltértek a megengedett normáktól, az automatizált rendszerek manuális beavatkozás nélkül rögtön átkapcsoltak egy ideiglenes „vészhelyzeti” üzemállapotba, a másodperc törtrésze alatt lezárva a létesítményt. Ez a helyzet a körülmények tisztázásáig és a szükséges üzemmód bevezetéséig volt tartható. Egyéb esetekben az átállás a riasztást követően a parancsnok vagy az ügyeletes diszpécser utasítására történt. Nyilvánvaló, hogy az automatizálással elérhető villámgyors reakcióidő garanciát jelentett a megbízható védelemre, hiszen pl. több tucat nyomásvédő szelep, vagy a csappantyúk kézzel történő lezárásával esély sem lett volna a védőszerkezet megfelelő üzemmódjának fenntartására.

A különböző létfenntartó rendszerek állapotát, paramétereit a vezérlőszekrények kijelzői, kontroll-lámpái jelentették meg, amelyek alapján a diszpécser megtette a szükséges intézkedéseket, adott esetben lokalizálta a fellépő hibákat, és utasítást adhatott azok elhárítására. Mindez magába foglalta a védő- és gázzáró páncélaj-

6. ÁBRA. A magyar BRG (Budapesti Rádiótechnikai Gyar) által készített SHR-208 típusú mágnesszalagos jel- és hangrögzítők berendezések szekrényei a 41. légvédelmi rakétadandár ladeburgi harcálláspontján Berlintől északra (A szerző felvétele)



**7. ÁBRA.** Pneumatikus üzemeltetésű csőpostahálózat látványos részlete az egykori NDK Légierő és Légvédelmi Parancsnokság központi harcálláspontján. A Fuchsbau (Rókaluk) nevű objektumban kialakított rendszer hatékonyan segítette az építményen belüli kommunikációt, információáramlást (A szerző felvétele)

tók, a vészkijáratok vezérlését, azok nyitott-zárt állapotának jelzését, valamint a szűrők, a szellőzőrendszer, a klíma, a vízellátás, használtvíz-elvezetés, a normál és a vészhelyzeti energiaellátás, illetve a tűzjelző- és oltóhálózat elemeit. Ebből a helyiségből vezérelték a dízelaggregátorok működését és üzemanyag-ellátását, akár magát a külső tankolási folyamatot is, illetve az akkumulátorok töltését.

Az üzemeltetés szerves részét képezte az elektromos fogyasztók szabályozása, amelyeket több terhelési csoportra osztottak. Szükséghelyzetben, különösen teljes elzárkózáskor a rendelkezésre álló energiataralékok függvényében és a meghatározott teljesítményszintek alapján a diszpécsernek lehetősége volt az egyes terheléscsoportok kikapcsolására – azok fontosságától függően. Különleges energiaigényű berendezéseknek számítottak a Varsói Szerződésben (így Magyarországon is) rendszeresített, a Honi Légvédelemnél alkalmazott szovjet, automatizált harcvezetési rendszerek, számítógépek, amelyek első képviselője hazánkban az 1981-ben hadrendbe állított VEKTOR-2VE, majd 1988-tól ennek továbbfejlesztett változata, a SZENYEZS-ME. Az ALMAZ rendszer 1985-től, a VSZ-11M4 adatfeldolgozó és továbbító rendszer 1987-től működött. Ezek az eszközök egyedi, szovjet szabványú elektromos energiael-

látást igényeltek (127 V, 400V, 60 Hz stb.) [6]

A speciális építmények híradását külső kommunikációs kapcsolatokra és a védőszerkezeten belüli információátviteli rendszerekre osztották. Elsősorban a katonai létesítményeknél volt kiemelten fontos, hogy a kommunikáció megbízható üzemű és folyamatosan biztosított legyen a külső és belső körülményektől függetlenül. Ezt általában az összeköttetések többszörözésével, két-három átviteli ponthoz kialakított közvetlen csatlakozással, párhuzamos hírcsatornák kiépítésével és azok megfelelő védetségével lehetett elérni, figyelembe véve az elektronikai felderítést, a zavarást és a különböző fizikai, klimatikus és mechanikus hatásokat. Egy parancsnoki/harcvezetési központ és a kiszolgáló híradóállomás közötti vezetékcsatlakozással szinkronban különböző hullámhosszú és frekvenciatartományba eső rádióösszeköttetést is alkalmaztak. A telefonok, géptávírók mellett korszerű technológiát jelentett a troposzférikus rádióhálózaton vagy a műholdas kapcsolaton keresztül történő digitális adatátvitel, amely több száz, sőt átjátszókkal több ezer kilométeres távolságra is lehetséges volt. Korszerűbb hírközpontokban, parancsnoki bunkerekben a kommunikációs rendszereknek külön vezérlőhelyisége volt, és maguk a híradó

eszközök, telefonközpontok is igen nagy helyigényűek voltak, nem beszélve az egyes berendezések hűtését ellátó gépészetről. Szemléletes példák erre a Varsói Szerződés országaiban az 1980-as évek második felében üzembe állított BARSz troposzféra hírhálózat védett állomásai. Ezzel szemben a belső hírközlés egyik egyszerű és hatékony eszköze volt a pneumatikusan – légnyomással és vákuummal – üzemelő csőpostahálózat.

A parancsnoki központhoz/harcállásponthoz vagy kormányzati bunkerhez tartozó hírközpontokat igyekeztek olyan távolságra építeni az általuk kiszolgált létesítménytől, hogy ha egy támadást követően működésképtelenné válnak, netán megsemmisülnek, a magasabbegység, a tényleges irányító szervezet jó eséllyel túlélje a csapást vagy egy tömegpusztító fegyver bevetését.

Az emberiség hálát adhat a sorsnak, hogy a hidegháború évtizedei alatt sem a nyugati, sem a keleti blokk politikai és katonai döntéshozói nem nyúltak az általuk végső megoldásnak vélt eszközökhöz, és egyszer sem kellett ezeket az építményeket éles harci helyzetben, háborús körülmények között igénybe venni, legyen szó katonai objektumokról vagy civil, lakossági óvóhelyekről. Bízunk abban, hogy mindez így marad a következő generációk számára is! ■

(Folytatjuk)

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Kampe, Joachim: Das Troposphären-Nachrichtensystem „BARS“ und die Bunkeranlage Wollenberg. Verlag Dr. Erwin Meißler, Hoppegarten bei Berlin, 2013.
- [2] Rohoska Lajos – Ulrich Rudolf: Segédlet az életvédelmi létesítmények (óvóhelyek) üzemeltetési, karbantartási és felújítási feladatainak elvégzéséhez. Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., 1993.
- [3] Best, Stefan: Geheime Bunkeranlagen der DDR. Motorbuch Verlag, 2004.
- [4] Freitag, Jürgen – Hensel, Hannes: Honecker's geheimer Bunker 5001. Motorbuch Verlag, 2010.
- [5] Bergner, Paul: Atombunker im Kalter Krieg und das Programm Delphin. Meiningen, 2007.
- [6] Tömböl L. et al.: A földi telepítésű légvédelem új vezetési rendszere. Haditechnika 2021/3, 64–66. <http://doi.org/10.23713/HT.55.3.11>



# RAKÉTÁK A HARCMEZÓN:

## A HIMARS KÉPESSÉGEI

**Összefoglalás:** A HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System) egy nagy mobilitású rakétatüzérségi rendszer, amelyet az amerikai Lockheed Martin hadipari cég fejlesztett ki az Egyesült Államok hadserege részére az 1990-es években. Megalkotásának elsődleges célja egy olyan tüzérségi eszköz kifejlesztése volt, amely gyorsan telepíthető, könnyen mozgatható (légi úton is) és precíziós tűzcsapások végrehajtására alkalmas. A cikkben a szerző bemutatja a HIMARS fejlesztésének történetét, az eszköz főbb technikai jellemzőit, a kifejlesztett rakétacsald típusait, valamint nyílt forrásból származó harci tapasztalatok bemutatását valós példák alapján.

**Kulcsszavak:** sorozatvető, rakéta, tüzérség, precíziós tüzérségi tűzcsapás, HIMARS

**Abstract:** The HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System) is a high-mobility artillery rocket launcher developed by the US military company Lockheed Martin for the United States Army in the 1990s. They aimed to develop an artillery device that could be quickly installed, easily moved and capable of carrying out precision strikes. This article presents the history of the development of HIMARS, its technical characteristics, the types of missiles developed, as well as open source combat experience based on specific examples.

**Keywords:** multiple rocket launcher, missile, artillery, precision artillery fire, HIMARS

### BEVEZETÉS

A korai rakéták katonai célú alkalmazása a XIX. század elején jelent meg először a Brit Királyi Haditengerészet arzenáljában, amikor az úgynevezett Congreve-rakétákat (3. ábra) tüzérségi fegyverként használták. A harci eszközöket Sir William Congreve-ről

neveztek el, aki az indiai Maiszúri Királyság által használt korábbi rakéta-technológiák alapján fejlesztette tovább azokat. A legismertebb katonai alkalmazásuk Nelson admirális vezetésével történt, amikor 1807-ben a brit erők megostromolták és „bombázták” Kopenhágát. Az ostrom so-

rán az angol haditengerészet több ezer Congreve-rakétát indított a város ellen, amelyek hatalmas pusztítást végeztek a dán védők és a lakosság körében, emellett a város katonai létesítményei és civil infrastruktúrája is súlyosan megrongálódtak. A rakétákat gyújtó- és robbanófejjel szerelték fel, amelyek különösen hatékonytá tették őket az ellenséges célok pusztítása során. Bár pontosságuk megbízhatatlan volt, nagy számban alkalmazva azokat komoly pszichológiai nyomást is gyakoroltak a város védőire és lakosságára.

Nelson admirális kopenhágai hadjárata, valamint a Congreve-rakéták hatékony bevetése jelentős mérföldkő volt a rakétatechnológia katonai felhasználásának történetében. A XIX. század második felében a rakéták alkalmazása fokozatosan háttérbe szorult, mivel a hagyományos tüzérségi eszközök – ágyúk, tarackok – pontosabbnak és hatékonyabbnak bizonyultak a harctéren. Ennek eredményeként a tüzérségi rakéták kato-

1. ÁBRA.  
Az M142 HIMARS és az ATACMS rakéták  
(Forrás: Shutterstock)

### I. RÉSZ

\* Alezredes, doktorandusz. Honvéd Vezérkar Haderőtervezési Csoportfőnökség, Haderőszerzési Főnökség, Kiemelt Főtiszt (főnökh.).  
ORCID:  
0009-0009-4165-6595





2. ÁBRA. Az irányzó munkahelye a tüzevető számítógép kezelőegységével (Forrás: Shutterstock)

nai felhasználása hosszú időre megszűnt, és csak a II. világháborúban vált ismét meghatározóvá. Különösen az orosz Katyusa<sup>1</sup>, valamint a német hadseregben rendszeresített Wurfraketen 40 fa vetőkeretes sorozatvető és a 15 cm-es Nebelwerfer 41 emelkedett ki jelentős mennyiségű tüzevető rakéta alkalmazásával, ami elsősorban a keleti fronton volt tapasztalható.

Az új technológiai fejlesztéseknek köszönhetően ezek a rakéták már lényegesen pontosabbak és hatékonyabbak voltak, mint korábbi változataik, és alapvetően megváltoztatták a rakéatechnológia katonai szerepét, új korszakot nyitva ezzel. [1]

1. TÁBLÁZAT. Az FMTV hordozójármű főbb műszaki adatai [5]

Műszaki jellemző	Érték / Adat
Motor típusa	Caterpillar 3115 (CAT 3115 ATAAC)
Üzemanyag	dízel
Teljesítmény [kW] (LE)	216 (290)
Hajtásképlet	6×6
Szélesség [m]	2,4
Magasság [m]	3,2
Hosszúság [m]	7,0
Tömeg [kg]	10 886
Össztömeg (rakétakonténerrel + rakétákkal) [kg]	16 250
Hatótávolság [km]	480
Sebesség közúton [km/h]	85
Mászóképesség [%]	< 60
Gázlómélység [m]	0,76
Fordulási sugár [m]	13,7
Gyártó	BAE Systems Mobility & Protection Systems (2017 óta Lockheed Martin)

## TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A jelenkori hadviselésben a rakétatüzevető rendszerek továbbra is jelentős szerepet kapnak. Az olyan eszközök, mint a HIMARS sorozatvetők, nemcsak a harctéri mobilitást és a tüzzel való manőverezést növelik, hanem a precíziós tüzcsepítés képességének köszönhetően új dimenziót nyitnak a haderők tüztámogatásában, valamint a mélységben található kulcsfontosságú célok – többek között a fő vezetési pontok, a kiemelt fontosságú objektumok, az ellenséges tüzevető eszközök – pusztításában. Ez az amerikai rendszer az elmúlt évek egyik legsikeresebb tüzevető eszközévé nőtte ki magát.

A HIMARS fejlesztése az 1990-es évek közepén kezdődött az Amerikai Egyesült Államok hadseregének Advanced Concept Technology Demonstration (ACTD) programjának részeként. Az ACTD célja az volt, hogy gyors és hatékony megoldást nyújtson a hadsereg tüzevető szükségleteire, különösen a nagy mobilitású és a precíziós tüzcsepítés végrehajtására alkalmas tüzevető eszközpark terén.

Az USA hadserege felismerte annak szükségességét, hogy az M270A1 MLRS (Multiple Launch Rocket System) (4. ábra) lánctalpas rakéta-sorozatvető rendszer precíziós tüzképességét megőrizve egy kisebb, könnyebben szállítható platformot fejlesszen ki. [3]

Az első prototípusok 1998-ban készültek el, és az amerikai hadseregnek gyorsan sikerült integrálnia a már meglévő technikai eszközökhöz, így 2005-ben a HIMARS-okat már rendszeresítették is az Egyesült Államok haderejében. Azóta a rendszer több nemzetközi konfliktusban, például az iraki és afganisztáni, valamint az orosz–ukrán háborúban is bizonyította hatékonyságát.

## A HIMARS SOROZATVETŐ TECHNIKAI PARAMÉTEREI

Az M142 HIMARS egy nagy mobilitású rakétatüzevető rendszer (5. ábra), amely méretét és tömegét tekintve könnyen szállítható C-130 Hercules repülőgéppel, ezért gyorsan telepíthető a műveleti terület nehezen

megközelíthető terepszakaszaira is. A tüzevető a „shoot and scoot” (magyarul „tüzelj és fuss”) taktikát képviseli, ami egy katonai kifejezés a gyors tüzevető vagy rakétacsapás végrehajtására és az azonnali helyváltoztatásra, ezáltal növelve a túlélőképességet és akadályozva az ellenséges drónok általi felderítést. A cél az, hogy a tüzevető kifejtő alegységek a lehető leggyorsabban elhagyják az indítás helyszínét (tüzelőállásukat), még mielőtt az ellenségnek lehetősége lenne a reagálásra. Ez a taktika különösen hatékony mobil fegyverrendszereknél, mint például az M142 HIMARS vagy az M270 MLRS, melyeket gyors mozgásra és precíziós tüzcsepítésre terveztek.

A HIMARS főbb részegységei a hordozójármű, a rakéták befogadására szolgáló rakétakonténer (angol neve: pod), a tüzevető rendszer és a híradó-berendezések. Az eszköz személyzete 3 fős (parancsnok, irányzó és harcjárművezető), bár a rendszer automatizáltsága révén azt akár egy fő is képes kezelni. A harci gép „harchoz és harctól” tételéhez (lövéshez való előkészítéséhez) kevesebb mint egy perc szükséges, ami nagyban hozzájárul a hatásos tüztámogatás (időbeniség) végrehajtásához és az eszköz túlélőképességéhez. A HIMARS rendszerhez tartozó rakétakonténer kialakítása a rakéta típusától függően különbözik: egy rakétakonténer az irányított ballisztikus rakétából (Guided Multiple Launch Rocket System – GMLRS) 6 darabot, a nagy hatótávolságú harcászati rakétából (Army Tactical Missile System – ATACMS) 1 darabot, míg az új fejlesztésű precíziós tüzcsepítésre tervezett (Precision Strike Missile – PrSM) rakétából 2 darabot képes befogadni. Ez jelentős különbség az M270A1 MLRS rendszerhez képest, amely két rakétakonténerrel képes hordozni. (4. ábra)

## HORDOZÓJÁRMŰ

A HIMARS platform alapját egy könnyű páncélzattal – a repeszek és a kézfegyverek tüze elleni védelemhez – rendelkező, gumikerekes hordozójármű (Family of Medium Tac-

<sup>1</sup> A Katyusa a II. világháború során kifejlesztett és nagy tömegben használt szovjet rakéta-sorozatvetők közismert neve. Számos típusváltozata ismert, például: BM-8, BM-13.

tical Vehicles – FMTV) képezi. (1. táblázat) A 6×6 kerékképletű, nagy terepjáró képességgel rendelkező harcjármű tömege közel 11 tonna, ami jelentősen könnyebb, mint a 25 tonnás M270A1 MLRS. A hordozójármű erőforrása egy 216 kW (290 LE) teljesítményű CAT 3115 ATAAC (Air-to-Air Aftercooler) típusú, 6 hengeres turbó dízelmotor, amit 2017 óta a texasi Lockheed Martin üzemeiben szerelnek össze. Az ATAAC egy olyan levegőhűtő rendszer, amelyet a motor teljesítményének és hatékonyságának javítására terveztek. Elsősorban turbófeltöltős motoroknál alkalmazták, az égéshez szükséges sűrített levegő hűtését szolgálja.

**TŰZVEZETŐ RENDSZER**

A HIMARS harcjármű fejlesztése során számos technológiai újítást vezettek be az MLRS-ből átvett részekeségeken, többek között modernizálták a fejlesztett indító-mechanikai rendszert (Improved Launcher Mechanical System – ILMS) és a tűzvezető rendszert (Improved Fire Control System – IFCS) is. A 2008-tól sorozatgyártott

harcjárművekben a Lockheed Martin univerzális tűzvezető rendszere (Universal Fire Control System – UFCS) kapott helyet, amely az ATACMS és a GMLRS rakétacsatlád INS/GPS (GPS-Aided Inertial Navigation Systems – GPS-szel támogatott inerciális navigációs rendszer) alapú irányításának köszönhetően precíziós tűzcsapások végrehajtását teszi lehetővé. A felhasználóbarát kialakítás és a gyors reakcióidő kiemelten fontos volt a HIMARS tervezésében, amelyet az Irakban és Afganisztánban végrehajtott sikeres hadműveletek is igazoltak. [3]

Nyílt források nem állnak rendelkezésre a digitális tűzvezető rendszer részletes leírásáról, de általánosságban elmondható, hogy ez a HIMARS tűzeszköz központi eleme (2. ábra), amely lehetővé teszi a valós idejű meteorológiai korrekciók figyelembevételét is. A szerző a meteorológiai viszonyok fontosságát egy korábbi cikkében már ismertette. [6] A rendszer egy LCD-kijelzőt, egy billentyűzetet, valamint egy GPS műholdas helymeghatározót tartalmaz, amely



3. ÁBRA. Két Congreve-rakéta az indítóállványon (modell) (Forrás: Shutterstock)

felbontását tekintve képes kezelni a digitális térképi adatállományt.

A rendszer – titkosított rádiófrekvenciás csatorna alkalmazásával – lehetővé teszi a céladatok gyors továbbítását a parancsnoki harcálláspontból a tűzvezető számítógépbe, amely automatikusan célra irányozza a rakétablokkot, de kézi irányításra is van lehetőség. A HIMARS különlegessége, hogy mindössze 16 másodperc

4. ÁBRA. Az M270 MLRS sorozatvető GMLRS rakétát lő ki (Forrás: Shutterstock)



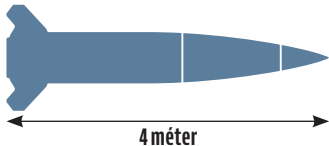
**M142 HIMARS nagy moilitású rakétatüzérségi rendszer**



Harchoz tétel:  
1 perc

M30/M31 konténer  
6 db rakétával  
vagy 1 db MGM-140  
ATACMS rakéta

MGM-140 ATACMS harcászati rakéta



4 méter

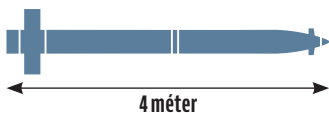


Robbanófej: 560 kg



Hatótávolság: 300 km-ig

GMLRS M30/M31 irányított precíziós rakéta



4 méter



Robbanófej: 90 kg



Hatótávolság: 80 km-ig



Gyártó: Lockheed Martin  
Kialakítás: „tüzelj és fuss” taktika

A vezetőfülke könnyű  
páncézzal rendelkezik

Harci rész:  
kerekes alvázon

Sebesség közúton: 85 km/h

Kezelőszemélyzet: három fő (parancsnok, irányzó, harcjárművezető)

5. ÁBRA.  
Az M142 HIMARS sorozatvető felépítése, rakétatípusok (A szerző szerkesztése a [4] alapján)

alatt célra irányozható a sorozatvető indítóegysége, valamint képes előre programozott tűzcsapások végrehajtására is.

**RAKÉTATÍPUSOK**

A HIMARS egyik legfőbb előnye a sokoldalúsága, amely abban mutatkozik meg, hogy képes az MLRS-hez kifejlesztett rakétacsalád összes típusának az indítására. Ez lehetővé teszi a kezelő részére, hogy a megsemmisítendő cél távolságának és méretének megfelelően (egyes vagy csoportos célok) a leghatékonyabb rakétatípust alkalmazza a tűzfeladat végrehajtása során.

A HIMARS rakéták családjába (6. ábra) alapvetően négy rakétatípus tartozik: az alaprakéta a kettős célú hagyományos (Dual Purpose Improved Conventional Munition – DPICM) M26/M26A2 ER rakéták (hatótáv 45 km, 518 darab M85 minibomba a harci fejen és közel 1 méteres pontosság), az irányított ballisztikus rakéta GMLRS M30/M31 típusai, a nagy hatótávolságú harcászati rakéta ATACMS M39/

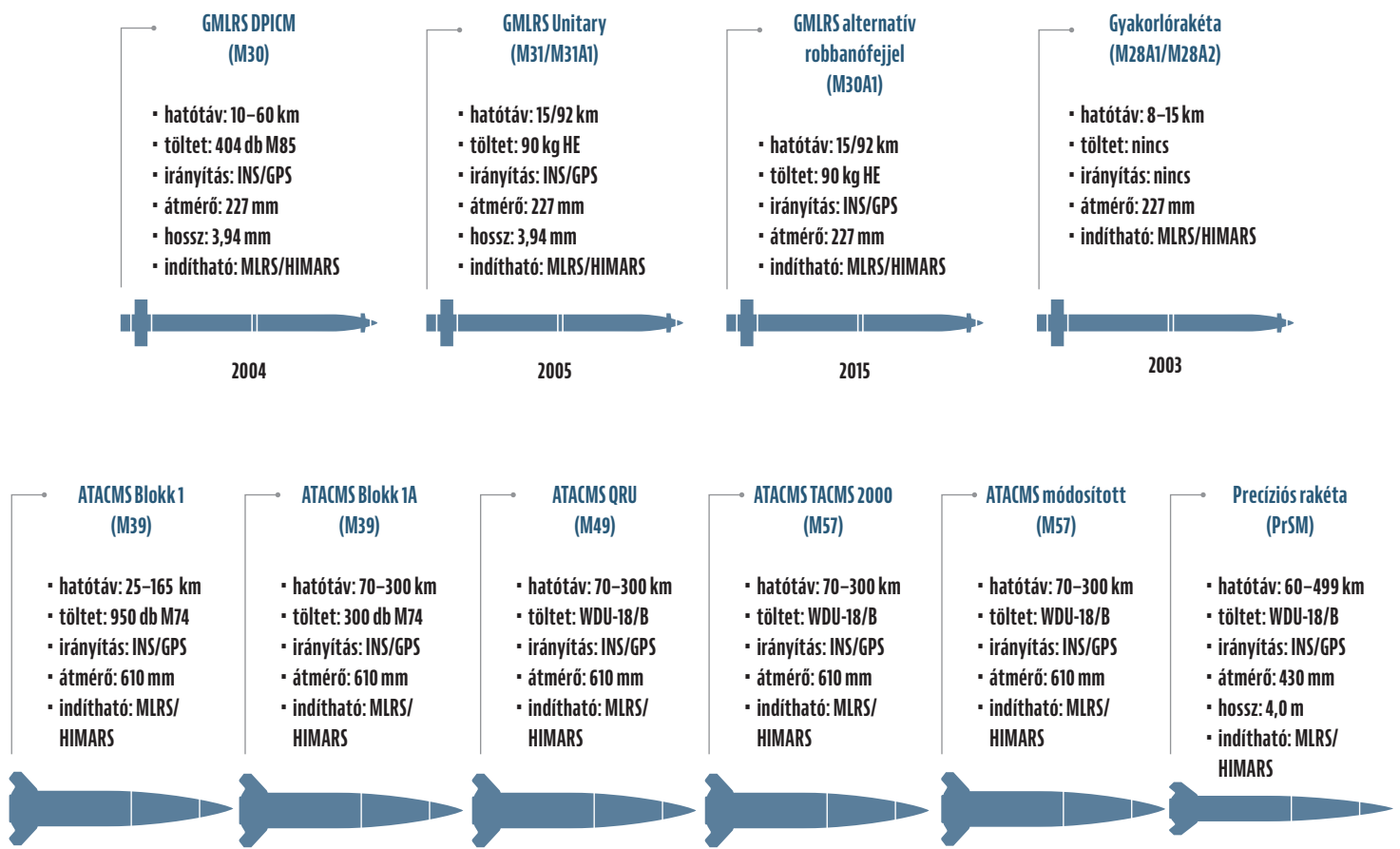
M48/M57 kazettás és repeszromboló változatai, valamint az új generációs, nagy hatótávolságra és precíziós tűzcsapásokra tervezett PrSM rakéta.

**GMLRS – M270**

A GMLRS rakétacsalád a HIMARS sorozatvető leggyakrabban használt rakétatípusa (6. ábra), amely alapvető változást hozott a precíziós tűztámogatás végrehajtásában 15–80 km tartományban. Valamennyi típus inerciális (tehetetlenségi) navigációs (Inertial Navigation System – INS), műholdas navigációs rendszerrel (Global Positioning System – GPS) támogatott irányítással rendelkezik, ami rendkívül nagy pontosságot (akár 1 méter) biztosít 80–90 km-es hatótávolságon is. A GMLRS rakéták mindegyike 227 mm átmérőjű és közel 4 méter hosszú, minden kapszulában 6 darab rakéta található. Ezeket úgy tervezték, hogy kompatibilisek legyenek a HIMARS és az MLRS tűzeszközök irányító- (tűzvezető) és indítóegységeivel is.

Az INS irányítási rendszer működési elve, hogy a rakéta kiinduló pozíciójából elindítva, a fedélzeti számítógép folyamatosan méri a mozgás során bekövetkező gyorsulást és elfordulást (saját tengelyéhez képest), ezen adatok alapján számolja ki a rakéta pillanatnyi helyzetét. Előnye, hogy nem igényel műholdas helymeghatározást, és kevésbé érzékeny a mesterséges zavarásokra. Hátránya viszont, hogy a pontossága arányosan csökken a megtett távolság növekedésével.

Az 1991-es öbölháború során az amerikai tüzérség meghatározó szerepet töltött be, különösen a rakétasorozatvetők alkalmazásában. A 306 kg tömegű M26 DPICM (Dual Purpose Improved Conventional Munition) rakéták a 32 km-es hatótávjukkal az M270 MLRS sorozatvetők legfontosabb fegyverzetévé váltak a szövetséges erők tűztámogatásában. Ezeket a rakétákat a háború szárazföldi szakaszában gyakran használták, mivel nagy ha-



tékonytárat biztosítottak az ellenséges célok semlegesítésében. Az M26 rakéták kazettás robbanófejei 644 darab M77<sup>2</sup> minibombát tartalmaztak, és a célterület felett robbantak fel, mely során több száz fémdarabot szórtak szét, ezáltal rendkívül pusztító hatást fejtettek ki mind élőerő, mind technikai eszközök vonatkozásában. Az amerikai katonák találóan „Acéleső” („Steel Rain”) becenevet adtak ennek a típusú rakétának, utalva arra a hatásra, amelyet a robbanások után a célterületen lehulló fémdarabok okoztak, mintha valóban acéleső hullott volna az égből.

Az M30, M31 és M30A1 típusú rakéták technikai jellemzői, amelyek nyílt forrásból elérhetők, a 6. ábra alapján azt mutatják, hogy ezek a rakéták 10 és 90 km közötti hatótávolsággal rendelkeznek. A robbanófejek kialakításában két típust különböztethetünk

meg, lehetnek kazettás vagy egyetlen töltettel felszerelt harci fejek, tömegük közel 300 kg. Irányítási rendszerük minden típus esetében azonos, mivel mind az M30 és az M31, mind pedig az M30A1 INS és GPS alapú irányítással működik. Ez a kettős navigációs megoldás nagy pontosságot és megbízhatóságot biztosít a célok pusztítása során.

#### ATACMS – MGM-140

Az ATACMS rakétacsalád tagjai nagy hatótávolságú rakéták, amelyeket kifejezetten a hadosztály- és hadtest-szintű mélységben lévő ellenséges célok pusztítására, a stratégiaileg kiemelten fontos (nagy értékű) célok megsemmisítésére terveztek, többek között az ellenséges repülőterek, parancsnoki vezetési központok, infrastruktúrák és logisztikai bázisok elleni precíziós támadás végrehajtására. A közel 1,7 tonna és 610 mm átmérő-

jű rakéták hatótávolsága – a gyártó adatai alapján – akár a 300 km-t is eléri, valamint különböző hatásfokkal rendelkező robbanófejjel szerelhetők fel: kazettás (több minibomba) és nagy robbanóerejű (egy töltet) harci fejjel. Az ATACMS rakétacsalád alkalmazása esetében az M270 MLRS sorozatvető fegyverzete kettő, míg az M142 HIMARS harci gép egy konténerrel rendelkezik.

Az ATACMS rakétacsaládnak (6. ábra) három fő típusa ismert: a Block I (M39), a Block IA (M39A1) és a Block IA Unitary (M48) típusok. A specifikus harcászati igények kielégítésére tervezett rakéták mindegyik változata az elmúlt években fejlesztéseken és módosításokon esett át. A Block I-et – amely az első verzió – a célterület felett, minibombák (másnéven: szórt lövedék) szétszórására tervezték, míg a Block IA megnövelt hatótávolsággal és GPS alapú irányítórendszerrel egé-

6. ÁBRA. A HIMARS rakétacsalád (A szerző szerkesztése [7] alapján)

<sup>2</sup> Az M77 töltet 0,47 kg tömegű, centrifugális biztosítással ellátott gyújtóval rendelkezik, amely főként a gyalogság (élőerő) és „soft” technikai eszközök ellen hatásos.

szül ki. A Block IA Unitary típus ezzel szemben egyetlen nagy robbanóerejű (WDU-18/B) harci fejjel rendelkezik, amely különösen alkalmas precíziós tűzcsapások végrehajtására stratégiai célok ellen.

A Block I rakéta különlegessége, hogy 950 darab M74 típusú, gyalogság elleni szórt lövedéket képes célba juttatni több mint 165 km távolságra. Ez a változat kiemelten alkalmas nagyobb területű célok, például ellenséges alakulatok vagy technikai eszközök elleni támadásokhoz.

A Block IA verzió komoly fejlesztéseken ment keresztül, amelyek többek között lehetővé teszik, hogy 300 km-nél távolabbi célokat is elpusztíthassanak. Ennek érdekében 300-ra csökkentették a minibombák darabszámát, valamint az INS-t GPS alapú irányítórendszerrel egészítették ki. Ez a precíziós rendszer rendkívüli pontosságot biztosít a fegyvernek. A Block IA rakétát először 2003 tavaszán vetették be az Iraki Szabadság hadművelet során, ahol jelentős szerepet játszott a szövetséges erők műveleteinek támogatásában.

A modernizációs program keretében további változatokat fejlesztettek ki, többek között a Block II és Block IIA ballisztikus rakétákat, ame-

lyeket páncéltörő képességgel (*Brilliant Anti-Tank* – BAT) rendelkező minibombákkal szereltek fel. A Block II változatot 13 darab, míg a Block IIA-t 6 darab BAT típusú minibombával látták el, kifejezetten az ellenséges páncélozott harcjárművek megsemmisítésére.

A PrSM föld-föld ballisztikus rakéta a HIMARS-rendszer legújabb fejlesztése, amely jelentős előrelépést jelent a hatótávolság és a pontosság terén. A 2020. évi tesztek során a PrSM rakéták több mint 500 km-es hatótávolságot értek el. A minden időjárási körülmények között bevethető rakéta hossza 4 méter, átmérő-

je 430 mm, a robbanófej 91 kg robbanóanyaggal töltött WDU-18/B típusú. A PrSM karcsúbb kialakítású, mint az ATACMS rakéta, így egyetlen indítókazettában két rakéta helyezhető el, szemben az ATACMS egy rakétájával. Szilárd hajtóanyagának köszönhetően nagyobb sebességet és hatótávolságot ér el, mint elődei. A ballisztikus rakéta INS-GPS alapú navigációs rendszere lehetővé teszi a precíziós tűzcsapások végrehajtását távoli, stratégiai mélységben lévő célok ellen.

(Folytatjuk)

7. ÁBRA. M142 előkészítése egy KC-130J Super Hercules fedélzetén történő légi szállításhoz, egy 2022-es HIMARS gyorsreagálású gyakorlaton, az amerikai tengerészgyalogság yumai légitámaszpontján (Forrás: MarForRes, fotó: Brendan Mullin)



### HIVATKOZÁSOK

- [1] Indirect Fire: A technical analysis of the employment, accuracy, and effects of indirect-fire artillery weapons ARES, Australia, 2017. január; 31. o.
- [2] Forrás: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Congreve\\_rockets.gif?uselang=hu#file](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Congreve_rockets.gif?uselang=hu#file) (Letöltve: 2024.11.23.);
- [3] HIMARS – High-Mobility Artillery Rocket System, USA 2023.07.07. [https://www.army-technology.com/projects/himars/?utm\\_source=chatgpt.com&cf-view&cf-closed](https://www.army-technology.com/projects/himars/?utm_source=chatgpt.com&cf-view&cf-closed) (Letöltve: 2024.11.24.);
- [4] Raven, E.: Victory's Arsenal: It's HIMARS O'Clock. <https://thegaze.media/news/victorys-arsenal-its-himars-oclock> (Letöltve: 2024.11.23.);
- [5] Military Knowledge: M142 HIMARS Multiple Rocket Launcher 2023.07.26. <https://english.iswnews.com/29498/military-knowledge-m142-himars-multiple-rocket-launcher/> (Letöltve: 2024.11.24.);
- [6] Ombódi Imre: A tábori tüzérség meteorológiai támogatásának megújítása. Haditechnika LVIII. évfolyam, 2024/4., 40–45. o. <http://doi.org/10.23713/HT.58.4.08>;
- [7] Military: US replenishes stocks and expands production of GMLRS missiles for HIMARS. 2022.08.27. <https://mil.in.ua/en/news/us-replenishes-stocks-and-expands-production-of-gmlrs-missiles-for-himars/> (Letöltve: 2024.11.28.).



SÁNTA GYÖRGY\*

# NÉMET-FRANCIA KÖVETKEZŐ GENERÁCIÓS HARCKOCSIPROGRAM

**Összefoglalás:** A harckocsizó fegyvernem megjelenése óta folyamatosan változik, a páncélos harc eszközeinek fejlesztésére pedig a legtöbb nemzet jelentős erőforrásokat biztosít. Ezzel párhuzamosan a harckocsik elpusztítására alkalmas páncéltörő fegyverek hatékonysága és száma is rohamosan nő, egyre nagyobb veszélyt jelentve a páncélosokban szolgáló katonákra. Napjaink fegyveres konfliktusain alapuló megfigyelések alapján nehéz objektíven meghatározni a harckocsik jövőjét. Azonban a német-francia következő generációs harckocsi programja 7-8 év elteltével, folyamatos késedelmeket követően 2024-re elérte azt a státuszt, hogy a prototípus-fejlesztés elkezdődhessen. Kérdés, hogy ez az ambiciózus program időben megvalósítható marad-e.

**Kulcsszavak:** harckocsi, harckocsifejlesztés, német-francia hadiipar, védelempolitika

**Abstract:** Ever since their inception, tanks have been constantly evolving and most nations put significant resources towards their development. At the same time, the growing numbers and increasing efficiency of anti-tank systems pose a significant threat to crewmen. Based on the observations of contemporary armed conflicts, the future of tanks remains difficult to objectively predict. However, after 7-8 years, following many delays, the Franco-German next generation tank development programme reached a new milestone in 2024 where the prototyping phase may begin. It remains to be seen if the ambitious programme can be realized in time.

**Keywords:** tanks, tank development, Franco-German defence industry, defence policy

## AZ MGCS CÉLJA

A német-francia stratégiai szintű védelmi együttműködés fokozása érdekében a két ország számos nagyszabású, nagy láthatóságú, közös hadiipari és képességfejlesztési projektet kezdeményezett. Ezek egyike a következő generációs harckocsi, azaz a Fő Szárazföldi Fegyverrendszer (Main Ground Combat System – MGCS) kifejlesztésére irányuló együttműködés Németország vezetésével.

A projekt célja a német és francia haderőknél jelenleg hadrendben álló Leopard 2 és Leclerc típusú harckocsik leváltása a 2040-es évekre. Az MGCS egy összetett rendszert fog képezni, amely több, feladatában eltérő járműből áll, így nem egy konkrét harcjármű lesz a projekt végeredménye.

A projektben eredetileg megszólított fő vállalkozó a KNDS hadiipari óriásvállalat, amely a német Krauss-Maffei

1. ÁBRA. A 2024-es Eurosatory-n bemutatott EMBT-ADT140 demonstrátor francia, 140 mm űrméretű ASALON harckocsiágyúval (Fotó: Ocskay István)

\* Nemzetközi biztonsági és védelempolitikai szakíró; jármű-integrációs projektmenedzser, HM El Zrt. ORCID: 0009-0008-4314-2988



Wegmann (jogutódja a KNDS Deutschland) és a francia Nexter (jogutódja a KNDS France) gyártók 2015-ös fúziójával jött létre – a KNDS név is erre utal: **KMW+Nexter Defense Systems**. Maga a két nemzet vezető hadiipari gyártóinak fúziója már a hadiipari kapcsolatok szorosabbra fűzését volt hivatott jelezni. Később a KMW alvállalkozójaként csatlakozhatott a német Rheinmetall, illetve a Nexter alvállalkozójaként csatlakozott a francia Thales is. [1]

Az együttműködést védelmi miniszteri szintű felügyelet és folyamatos felsővezetői egyeztetés jellemzi, mivel a program mögött jelentős politikai érdekek húzódnak. Ugyanakkor a számos politikai, ipari ellentét és eltérő hadműveleti-harcászati követelmény, illetve alkalmazói igények és piaci ambíciók miatt a kezdeményezés folyamatos csúszásban van. A program bejelentése óta több esetben arról lehetett olvasni, [2] hogy az ambiciózus vállalkozás megghiúsul, de a legfrissebb információk alapján mégis sikerült a két félnek kiegyezni, és 2024-ben új lendületet vehetett a projekt. [3] A német Boris Pistorius és a francia Sébastien Lecornu védelmi miniszterek 2024. április 26-án Párizsban aláírták az MGCS megvalósítására irányuló, új együttműködési megállapodást. Ez alapján az MGCS kivitelezését egy, a négy megszólított gyártóból álló közös vállalat

(joint venture – JV) fogja végrehajtani. A bejelentés alapján a 2024-es év második felében követelményharmónizációs, valamint megvalósíthatósági tanulmányokat terveztek elkészíteni, amelyek megalapozták volna a 2024. év végére tervezett első konkrét szerződés kötéseket. [4] Azonban 2025 januárjára még nem került ki közlemény szerződés kötésről.

### A PROGRAM KEZDETEI

Az együttműködés gyökerei 2014-ig, a kelet-ukrajnai (donbaszi) konfliktus kitöréséig vezethetők vissza, amikor a francia és német haderők szakértői elkezdtek felülvizsgálni, hogy a jelenleg hadrendben álló harckocsitípusok vajon maradéktalanul alkalmasak volnának-e a Kelet-Ukrajnában megfigyelt, viszonylag heves páncélos ütközetek megvívására. Az orosz páncélos zászlóaljharccsoportok akkori sikereiből levont következtetések felerősítették a nehéz erők megerősítésének szükségét a NATO-ban, amely a Szövetség 2014. évi walesi, majd a 2016. évi varsói csúcs válságreagálásra (Readiness Action Plan) és erőgenerálására (Very High Readiness Joint Task Force és Enhanced Forward Presence) vonatkozó döntéseiben követhető nyomon. A „harckocsi és gépesített erők reneszánszának érzését” fokozta a 2015. májusi, moszkvai katonai parádé, ahol bemutatkozott Oroszország

következő generációs harckocsija, a T-14 Armata (azóta ismeretes, hogy az Armata számos „gyermekbetegségben” szenved, és a magas üzemeltetési költségek miatt a harckocsi harci alkalmazhatósága kétséges maradt). [5]

A fenti eseményeket követően merült fel, hogy Franciaország és Németország közösen fejleszteni ki a haderejük gerincét alkotó Leopard 2 és Leclerc típusú harckocsik utódját, amit akkor ideiglenesen „Leopard 3” néven említettek. Az együttműködést átfogó ipari összefonódás is támogatja, amely keretében 2015 folyamán a Leopard 2-t gyártó német KMW és a Leclerc-et gyártó francia Nexter vállalatok fúzióba léptek, létrehozva a Hollandiában bejegyzett KNDS-t. Ennek nyomán nyílt politikai döntés született arról, hogy a fent említett két harckocsitípus leváltására közös fejlesztési projektet hoznak létre. [6]

### A 2017–2022 KÖZÖTTI ESEMÉNYEK

Az MGCS-program előkészületei 2016-ban indultak, majd 2017-ben vált az együttműködés hivatalossá, az akkori elképzelések szerint még 2030-as rendszerbe állítási dátummal. [7]

A 2018. évi párizsi Eurosatory nemzetközi hadiipari kiállításon mutatták be a KNDS első, új technológia-demonstrátorát, az úgynevezett Európai Alapharckocsit (European Main Battle Tank – EMBT), ami a német Leopard 2A7 harckocsi-hordozóalváz és a francia Leclerc harckocsitorony összeépítéséből keletkezett. (3. ábra) A kiállított eszközt nem értékesítési szándékkal mutatták be a szakmai közönségnek, hanem egyfajta tanulmányként azt volt hivatott igazolni és szimbolizálni, hogy a frissen egyesült két gyártó valóban képes együttes munkával közös megoldásokat találni. [8]

2019-ben partnerként bevonták a német Rheinmetall vállalatot is az MGCS-programba. Ezzel egy időben elindult egy koncepciófejlesztési folyamat, amely az MGCS-szel szemben támasztott hadműveleti és harcászati-műszaki követelmények kidolgozására irányult. Az eredeti elképzelések szerint a kezdeti tervezési fázis eredményes lezárását követően az első prototípusoknak 2028-ra kellene el-

2. ÁBRA. A 2022-es Eurosatory-n bemutatott, második generációs EMBT demonstrátor [35]



készülniük, amelyeket ezután átfogó katonai tesztekre lehetne átadni. Ezzel egy időben közölték az illetékesek az első komolyabb kését is, miszerint a projekt nem 2030-ra, hanem csupán 2035-re zárulna le. [9]

Mindentől függetlenül számos más európai ország is érdeklődését fejezte ki a program iránt, illetve jelezte csatlakozási szándékát is, akár ipari partnerként, vagy mint megfigyelő nemzet. Ilyen volt Spanyolország, Olaszország, Norvégia, Hollandia, Belgium és Lengyelország. [10] Felmerült az is, hogy az MGCS-programot be lehetne illeszteni az EU PESCO (Permanent Structured Cooperation – állandó strukturált együttműködés; az Európai Unió közös biztonság- és védelempolitikájának része) intézménye alá. Azonban a program megnyitásának kérdése folyamatos vitákat eredményezett, és hol Franciaország, hol Németország ellenezte azt, hogy más ország is csatlakozhasson az együttműködéshez. Szerintük további nemzetek csatlakozása további jelentős késedelmet okozna, ha a fejlesztés során még további országok katonai követelményeit is figyelembe kellene venni. Ennek ellenére egyik ország se zárkózott el attól a gondolattól, hogy az elkészült, végleges MGCS-platformot idővel az exportpiacon is értékesítésre bocsájtják.

2020 és 2022 között számos olyan információ és sajtóértesülés került nyilvánosságra, amely a projekt meghiúsulásáról érkezett. [11] Az együttműködés valóban lelassult, a programot meghatározó több részlet esetében nem született megállapodás. Probléma volt a nemzetek ipari hozzájárulásának mértékével, mivel Franciaország nehezményezte a német Rheinmetall csatlakozását, ami német gyártói túlsúlyt képezett. [12] Továbbá a katonai követelmények sem voltak több esetben összhangban egymással, mivel a két ország rendszerint különböző elképzelésekkel rendelkezett a jövő harckocsiját illetően. Kiemelt kérdésként jelent meg a harckocsiágyú specifikációja, ugyanis felmerült, hogy a NATO-ban egységes 120 mm űrméretű harckocsiágyú már nem rendelkezik – a jövő páncélos fenyegetéseinek leküzdéséhez – elegendő torkolati energiával és hatásos lőtávolsággal, ami miatt szükséges lehet a nagyobb kaliberre való váltás. Ezen a téren a német Rheinmetall 2015 óta fejleszt 130 mm űrméretű ágyúját, viszont Franciaország is fejleszt már az 1990-es évek végétől egy 140 mm űrméretű harckocsiágyút. Mivel a harckocsiágyú meghatározó alkotóeleme a programnak, ezért érthető, hogy mindkét nemzet a saját fejlesztését szeretne volna előtérbe helyezni.

### A 2022–2024 KÖZÖTTI VÁLTOZÁSOK

A 2022-ben elkezdődött orosz–ukrán háború további bonyodalmakat okozott: ennek szakmai tapasztalatai kvázi identitászavart idéztek elő a harckocsifegyvernem fejlesztésének tekintetében. A 60-as évek után ismét előtérbe került az a gondolat, hogy a néhány évvel ezelőtt felértékelt nehéz páncélos manőver-alegységek organikus részét alkotó, hagyományos, 60–70 tonna össztömegű, bonyolult és drága harckocsik korszaka véget ért. A korszerű, nagy hatótávolságú (stand-off) és a harckocsikénál alacsonyabb darabárú irányított páncéltörő rakéták, valamint a globális fegyverpiacon egyre nagyobb számban elérhető cirkálólszerek (loitering munition) és egyéb, akár házilag is barkácsolható, sokkal olcsóbb FPV-drónok költséghatékony és aránytalanul nagy fenyegetést jelentenek a már messziről is könnyen felderíthető, viszonylag lomha, a felülről érkező támadások ellen kevésbé védett harckocsikra. [13] Ebből adódóan a korábban rögzített követelmények korrekciója tovább gátolta az MGCS kialakításának véglegesítését és lassította a fejlesztési folyamatokat.

Ezzel egy időben Lengyelország megállapodott Dél-Koreával 180 darab modern, K2 típusú harckocsi azonnali beszerzéséről, illetve további 820

3. ÁBRA. A 2018-as Eurosatory kiállításon bemutatott EMBT-demonstrátor [34]



darab eszköz hazai gyártásáról. Ennek keretében az eredeti koreai típust lengyel ipari szereplők bevonásával, a nemzeti követelményeknek megfelelően tovább is tervezik fejleszteni. Ez mindenféleképpen azt jelezte, hogy a korábban az MGCS iránt aktívan érdeklődő Lengyelország inkább más vonalon képzelel el a harckocsifejlesztéseit. [14] Említésre méltó, hogy a K2 harckocsi mintegy 10-15 tonnával könnyebb, mint a kortárs nyugati harckocsik (pl. a német Leopard 2A7+ vagy az amerikai M1A2 SEPv3 Abrams).

Az MGCS-projekt bizonytalansága, illetve az ukrajnai háború hatására változó piaci viszonyok és alkalmazói igények miatt az amúgy projektvezető német KMW 2023-ban bemutatta legújabb Leopard 2A8 változatú harckocsiját, amelyből alig fél év alatt hozzávetőlegesen 250 darabot rendelt Németország, Norvégia, Csehország és Litvánia. [15] [16] [17]

Ezzel egy időben, a 2022-es Eurosatory kiállításon mutatta be a német Rheinmetall a Panther KF51 típusú, 100%-ban saját fejlesztésű, következő generációs harckocsi-demonstrátorát, amely akár a jelentős késésben lévő MGCS piaci ellenfelévé válhat a jövőben. Megjegyzendő, hogy mind ezt úgy hajtotta végre a gyártó, hogy a KMW alvállalkozójaként akkoriban már hivatalosan is része volt az

MGCS-projektnek. A Rheinmetall demonstrátora formabontó (4. ábra), 130 mm űrméretű, sima csövű harckocsiágyúval rendelkezik, és számos egyéb innovatív műszaki megoldást is alkalmaz, amivel egy korszerű és előremutató termék hatását kelti. [18]

Ugyanezen a hadiipari kiállításon mutatta be a KNDS a 2018-ban debütált EMBT tanulmányharckocsi továbbgondolt változatát. Ez a harckocsi egy módosított Leopard 2A7 harckocsi hordozóvázára integrált, a francia Leclerc-én alapuló – de jelentős mértékben újratervezett – moduláris és süllyesztett harckocsitoronyot tartalmaz, amelyre számos új figyelőműszert, szenzort, izraeli EuroTrophy aktív védelmi rendszert és kétféle távirányítású fegyverállványt is telepítettek. (2. ábra) A demonstrátort a Leclerc-ben jelenleg is használt, Nexter-gyártású automata töltőberendezéssel ellátott, 120 mm-es harckocsiágyúval szerelték fel. Azonban egy lehetséges további változatként a jármű mellett külön kiállították a Nexter új, ASCALON nevű, 140 mm űrméretű harckocsiágyúját is, amely befogadására szintúgy alkalmas az új harckocsitorony. [19]

Franciaország sérelmezte az önálló német harckocsifejlesztéseket, véleményük szerint a németeknek egyáltalán nem tűnik sürgősnek az MGCS

elkészülte. A Leopard 2 alapharckocsi különböző változatai még hosszú évekig meghatározó termékek maradnak a piacon, a Panther KF51 pedig szintúgy piacképes termék lehet a fejlesztés eredményes zárását követően. Ezzel szemben a francia Leclerc viszonylag alacsony darabszámban készült, és a típus egyetlen – 354 darabos – exportsikere az Egyesült Arab Emírségek 1993-as megrendelése volt, így jelenleg a Leclerc gyártása évek óta szünetel, és a francia hadiipar kiszorult a nemzetközi harckocsi piacról. A francia szárazföldi haderőnem átfogó modernizációja keretében 200 db Leclerc harckocsit korszerűsítenek Leclerc XLR szintre, de a típus leváltása ettől függetlenül a 2030-as évekre mindenféleképpen esedékes. [20]

2023 őszén – ipari forrásokra hivatkozva [21] – felröppent az a hír, hogy Németország új harckocsi-koalíciót alapít a KMW és a Rheinmetall vezetésével a Leopard 2 utódjának kifejlesztésére, amelybe bevonnák Olaszországot, Svédországot és Spanyolországot is, illetve amelyet az Európai Védelmi Alap (European Defence Fund – EDF) által szeretnének finanszírozni. Olaszország ezidőben jelezte szándékát 132 darab Leopard 2A8 beszerzésére is 8,5 milliárd euró értékben. [22] A hírre reagálva Sébastien Lecornu, francia védelmi minisz-

4. ÁBRA. A 2022-es Eurosatoryn bemutatott Panther KF51 következő generációs harckocsi (Forrás: a Rheinmetall engedélyével)



ter jelezte, hogy a hírekben felmerült harckocsi-kezdeményezés nem állami eredetű, hanem ipari szereplők által indított együttműködés, azaz az MGCS-től független projekt. A döntés mindenestre mutatta, hogy az európai hadiipari gyártók szkeptikusan állnak az MGCS-hez, és alternatív, rugalmasabb megoldásokat is keresnek a hosszú távú piaci stabilitás megteremtésének érdekében.

A híresztelésekkel egy időben vált hivatalossá, hogy az MGCS ismételten késik, immár 2040-re tolódik a harckocsi rendszerbe állításának tervezett időpontja. [23] A folyamatos nehézségeket és a jelentős lassulást követően 2023 végén, illetve 2024 elején a francia és a német felek ismételten tárgyalásokat folytattak a program újraindításáról.

### A 2024-BEN FELGYORSULÓ ESEMÉNYEK

A korábbi sajtóértesüléseket igazolva 2024 első negyedévére felgyorsult az MGCS-projekt. Több nem hivatalos forrásból [24] [25] is lehetett értesülni arról, hogy a két nemzetnek végre sikerült a legtöbb vitás kérdésben kompromisszumot kötnie, továbbá véglegesítették a kezdeti hadműveleti követelményeket is.

2024. április 26-án a két ország védelmi miniszterei Párizsban aláírták az MGCS megvalósítására irányuló új megállapodást, amely keretében négy gyártót szólítottak meg: a német KNDS Deutschlandot (korábban KMW) és a Rheinmetall Landsystemét, illetve a francia KNDS France-ot (korábban Nexter) és a Thales SIX-et. A fő kivitelező maradt a KNDS Deutschland, német projektvezetéssel. A négy gyártó vegyesvállalatot alapít, amely tevékenysége a 2024. év végére várható első szerződéskötést követően, tervezetten 2025-ben indul el. A több fázisban zajló feladatok a két nemzet között egyenlő mértékben oszlanak meg. Tavasszal az „MGCS 1A fázis” levezetéséről született megegyezés, amelynek célja az volt, hogy 2024 végére átfogó műszaki dokumentáció készüljön az MGCS hadműveleti és műszaki követelményeiről, amely alapján meg lehet kötni az első konkrét beszerzési és K+F szerződéseket. [26] A program egye-



lőre szigorúan német-francia részvételű marad, további nemzetek csatlakozását – akár csak megfigyelőként is – leghamarabb a követelmények véglegesítése és az első szerződések megkötése után veszik fontolóra. Az új rendszer hadrendbe állására immár 2045 lett betervezve. [27]

A 2024. évi párizsi Eurosatory nemzetközi hadiipari kiállításon a harckocsi-demonstrátorok domináltak. Feltehetően az MGCS-szel kapcsolatos politikai „áttörésen” felbátorodva Európa meghatározó harckocsigyártói több terméküket, koncepciójukat is bemutatták a szakmai közönség és a magasrangú delegációk számára. Az akkor két éve zajló ukrajnai háború tapasztalatai alapján merőben újragondolt demonstrátorok és prototípusok alapvetően egységes elvek mentén készültek: kiemelt szempont volt az eszközök tömegének csökkentése, valamint a kezelőszemélyzet védelmének fokozása, illetve a drónvédelmi fegyverek integrációja. Ezt az előrelépést minden gyártó úgy érte el, hogy a hagyományos kialakítás helyett távirányítható, moduláris harckocsitoronyt integrált az alvárra, amellyel a csökkentett létszámú – 2-3 fős – kezelőszemélyzet küzdőtere a közvetlen találatoktól jóval védettebb páncéltestbe került át. Ezzel a harckocsitorony mérete és tömege is jelentősen csökkenthető. Az új műszaki megoldásokhoz olyan magasfokú, egyre kiforrottabb automatizáció társult, mint az automata töltőberendezés, a 360 fokos látószögű ka-

merarendszerek, valamint a feladatvégrehajtást támogató, mesterséges intelligenciával kiegészített vezetés-irányítási és harcjárműmenedzsment-szoftverek. Drónvédelem gyanánt megjelentek a toronyra integrált, távirányított, közepes kaliberű (20–30 mm űrméretű) fegyverek.

A német-francia KNDS rögtön öt darab harckocsit mutatott be, amelyből két eszköz a jelen generációt képviselő német Leopard 2A8 és francia Leclerc XLR típusok voltak. A jövő (MGCS) és a jelen közti átmeneti megoldásként további két prototípust is nyilvánosságra hozott a gyártó, amelyekben meglévő harckocsi-hordozóalvázakat „házasítanak” újfejlesztésű tornyokkal. A Leopard 2 A-RC 3.0 radikális változást mutat elődjeihez képest. A távirányítású harckocsitoronnyal rendelkező demonstrátor teljes mértékben mellőzi a közvetlen kilátást biztosító periszkópokat és búvónyílásokat. (5. ábra) A harckocsitoronyra 30 mm űrméretű (drónok ellen is alkalmazható) légvédelmi gépágyú mellett irányított páncéltörő rakétákat és izraeli EuroTrophy aktív védelmi rendszert is integráltak. A típus megtartotta a NATO-szabványú, Rheinmetall-gyártmányú, 120 mm űrméretű L55A1 típusú harckocsiágyút. A Leclerc Evolution konzervatívabb megoldásokat alkalmaz: a harckocsitorony a 2022-ben bemutatott, továbbfejlesztett EMBT-demonstrátorát hasznosítja újra, amely opcionálisan továbbra is 2 fő kezelőszemélyzet befogadására alkalmas. Ezen

5. ÁBRA. A 2024-es Eurosatoryn bemutatott, radikális újításokat tartalmazó Leopard 2 A-RC 3.0 demonstrátor (Forrás: Zord Gábor László)

változat szintű rendelkezik organikus integrált EuroTrophy aktív védelmi rendszerrel, irányított páncéltörő rakétákkal, valamint 30×113 mm és 7,62×51 mm űrméretű, távirányított fegyverállványokkal. A harckocsiágyú a francia ASCALON 120 mm űrméretű változata. [28]

A KNDS által kiállított utolsó prototípus a harmadik generációs EMBT-demonstrátor, az EMBT-ADT 140 volt. A 2022-ben bemutatott, második generációs EMBT hordozóvázát újragondolva integráltak egy új fejlesztésű, távirányított, moduláris harckocsitoronyot, amelyet a Nexter által készített ASCALON harckocsiágyú 140 mm űrméretű változatával láttak el. (1. ábra) A demonstrátor rendeltetése ezen új ágyú bemutatása volt. [29] Az eszközről készült képeket vizsgálva megfigyelhető, hogy a gyártó érdekes módon nem a szokásosnak mondható izraeli EuroTrophy aktív védelmi rendszert telepítette, hanem a francia Thales cég fejlesztés alatt álló Diamant-rendszerét, amely a francia szárazföldi erők moduláris, több harcjárműhöz is skálázható, PROMETEUS önvédelmi rendszer programjának egyik alkotóeleme.

Minden KNDS-tanulmányharckocsi – a Leopard 2A RC3.0-t leszámítva – az új fejlesztésű ASCALON harckocsiágyút kapta, melynek figyelemreméltó tulajdonsága, hogy moduláris: a 120 mm űrméretű változatot – viszonylag könnyen – a csőfar és a bölcső cseréje nélkül lehet 140 mm-es méretűre átalakítani. Ez azért is érdekes változás, mivel a német Rheinmetall 130 mm-es L/52 kaliberű ágyúja szintű elérhető a piacon, továbbá a Rheinmetall aktív résztvevője az MGCS-programnak. Ennek ellenére a KNDS-prototípusok mind

a francia ágyúkat helyezték előtérbe, amelynek előnye, hogy cégcsoporton belül áll a rendelkezésre, így másokat nem kell a fejlesztésbe bevonni. A váltás abból a megközelítésből is érthető, hogy az MGCS-en kívül a Rheinmetall egyre agresszívabb konkurenciája a KNDS-nek; a vállalat MGCS-be történő utólagos bevonása is feltehetőleg politikai nyomásgyakorlásra történt. Mindemellett az MGCS-programon – illetve a KNDS-en – belüli növekvő francia befolyást az is jelzi, hogy a cégcsoport 2025 áprilisában érkező új vezérigazgatója francia lesz. [30]

A Rheinmetall – az MGCS-től függetlenül – saját pavilonjában állította ki a 2022-ben bemutatott és azóta folyamatos gyártói tesztek keretében finomított Panther KF51 következő generációs harckocsiját, amely mellett a gyártó leleplezte a Panther távirányított harckocsitoronnyal ellátott, korai koncepcionális fázisban lévő KF51U nevű változatát is. A KF51U – a KNDS-nél szabványnak számított – izraeli EuroTrophy aktív védelmi rendszer helyett a konkurens izraeli Iron Fist rendszert alkalmazza. [31] A kiállítással egy időben komoly nemzetközi visszhanggal járt Olaszország nagyszabású, mintegy 25 milliárd eurót érő harcjármű-modernizációs programja. A kezdetben a KMW irányába történő elköteleződés után – amely magába foglalta volna minimum 132 db Leopard 2A8 típusú harckocsi beszerzését és ezáltal az MGCS-hez történő potenciális csatlakozást – eltérő iparfejlesztési elképzelésekre hivatkozva az olaszok felbontották a gyártóval kötött együttműködési megállapodásukat. Ezt követően a Rheinmetallt kérték fel a program kiemelt nemzetközi partnerének, amely az olasz Leonardo hadiipari gyárórással közösen fogja a Panther harckocsi egyedi, olasz igények szerinti, olasz eredetű berendezésekkel ellátott változatát kifejleszteni. [32]

A német harckocsik mellett a Eurosatory 2024-en mutatta be a dél-koreai Hyundai Rotem hadiipari gyártó is következő generációs harckocsi-konceptióját, amelyet az Európában is egyre sikeresebb K2 váltótípusának szánnak. A gyártó ezzel az MGCS-ből kimaradó nemzetek számára alterna-

tív együttműködési lehetőségeket kínálhat. [33]

### ÖSSZEZÉS

A régóta stagnáló és korábban csak óvatos újításokkal megjelenő európai harckocsiipar a 2024. évi Eurosatory kiállítás egyértelműen a fegyvernem folyamatos fejlődésének következő állomását jelentette. A piacra betörni kívánó dél-koreaiak és törökök mellett immár a hazai pályát uraló európai gyárórássok is újító elgondolásokat, formabontó elvek mentén tervezett tanulmányharckocsikat mutattak be. Habár egyes szakvélemények szerint a harckocsik kora leáldozott, az utóbbi évek hadiipari fejlesztései egyelőre eltérő álláspontra utalnak, és a gyártók többféle lehetőséget kínálnak a potenciális vevők számára. Németország és Franciaország az MGCS bejelentésével jelentős mennyiségű forrást biztosít a következő generációs harckocsi-fegyverrendszerek kifejlesztésére. Úgy tűnik, hogy a két nemzet katonai gondolkodói a második világháború óta nem látott mértékű harckocsivesztésekkel járó ukrajnai háborús tapasztalatok ellenére továbbra is kiemelt szerepet szánnak a harckocsiknak, és új lendülettel, hosszú távra terveznek a képességgel. Mindezzel együtt elismerik, hogy a ma megszokott rendszerben álló eszközök már nem kínálnak optimális választ a modern harcmező kihívásaira.

A párizsi kiállításokon bemutatott demonstrátorok előrevetítik, hogy a harckocsik evolúciójának következő állomása a távirányított torony ötvöztetése az innovatív felderítő- és önvédelmi rendszerekkel, valamint a korszerű, elsődleges (harckocsiágyú) és másodlagos (irányított páncéltörő rakéták, légvédelmi gépágyú) fegyverzettel. Az immár 2-3 főből álló kezelőszemélyzet, valamint a hálózatba kapcsolt harckocsikötélekek eredményes feladatvégrehajtását pedig mesterséges intelligenciával és egyéb algoritmusokkal támogatott információs-technológiai megoldások fogják lehetővé tenni. Mindez számottevő tömegcsökkenést is eredményez, amellyel a harckocsik mobilitása részlegesen helyreállítható. A forradalmi technológiák ígéretét

6. ÁBRA. Leclerc XLR harckocsi a 2022-es Eurosatory kiállításon (Fotó: Ocskay István)



felmutató hadiipari kiállítók ambíciózus megoldásokkal és mai szemmel merészen ítélt koncepciókkal képzelik el a következő 20-30 év harckocsijait, ezzel növelve túlélési esélyeiket. Azonban továbbra is kérdés marad, hogy a jelenleg még nyilvánvalóan technológiademonstrátorként vagy tanulmányharckocsiként prezentált,

inkább makettek, mint harcjárművek, illetve azok fejlesztés alatt álló alrendszerei a következő években ki-fornak-e annyira, hogy megbízható, hadra fogható fegyverrendszereként működhessenek. Ugyan a konkrét, végső műszaki kialakításról még nem született döntés az MGCS esetében, illetve az első támpontot adható

szerződések megkötésére is látszólag még várni kell, de látható, hogy a többéves késéseket megélt program új lendülete a globális hadiipart és a kezdeményezésből kimaradó nemzeteket is megújulásra serkenti, ezzel a német-francia program a harckocsi evolúciójában meghatározó jelentőségű lett. ■

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Industry signs Letter of Intent on MGCS. KNDS Sajtóközlemény. <https://www.knds.fr/en/our-news/latest-news/industry-signs-letter-intent-mgcs> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [2] Murphy, Martin et al.: Dem neuen deutsch-französischen Kampfpanzer droht das Aus. Handelsblatt. <https://www.handelsblatt.com/politik/international/leopard-nachfolger-dem-neuen-deutsch-franzoesischen-kampfpanzer-droht-das-aus-/29368146.html> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [3] MGCS Main Ground Combat System: Deutschland und Frankreich einig über nächste Schritte. Német Védelmi Minisztérium Sajtóközlemény. <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/deutschland-frankreich-kampfpanzer-projekt-mgcs-5651938> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [4] „Wir wollen mit MGCS Main Ground Combat System das Landkampfsystem der Zukunft bauen”. Német Védelmi Minisztérium Sajtóközlemény. <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/ruestungsvorhaben-fortschritte-mgcs-projekt-5776198> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [5] Чemezov объяснил, почему „Аrmату” не используют в зоне. CBO – RIA Novosti. <https://ria.ru/20240304/armata-1930916994.html> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [6] Neuer Panzer aus Deutschland und Frankreich. Deutsche Welle. <https://www.dw.com/de/deutschland-und-frankreich-entwickeln-neuen-panzer/a-18467915> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [7] Hoffmann, Lars: German Rheinmetall works on new 130 mm tank gun. Defense News. <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/eurosatory/2016/06/15/german-rheinmetall-works-on-new-130mm-tank-gun/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [8] Successful presentation at the Eurosatory 2018. KNDS Sajtóközlemény. <https://www.knds.com/newsroom/events/detail/eurosatory-2018/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [9] Industrievertrag zum zukünftigen duellfähigen Landkampfsystem geschlossen. Német Védelmi Minisztérium Sajtóközlemény. <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/industrievertrag-landkampfsystem-geschlossen-258292> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [10] Gain, Nathan: Vers un MGCS intégré à la CSP? Forces Operations Blog. <https://www.forcesoperations.com/vers-un-mgcs-integre-a-la-csp/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [11] Wolf, Fabrice: La fin du programme SCAF est-elle déjà actée par Paris, Berlin et Madrid?. Meta-Defense. <https://meta-defense.fr/2021/03/09/la-fin-du-programme-scaf-est-elle-deja-actee-par-paris-berlin-et-madrid/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [12] Cabriol, Michel: Rheinmetall bloque le projet de char du futur (MGCS). La Tribune. <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/aeronautique-defense/rheinmetall-bloque-le-projet-de-char-du-futur-mgcs-823533.html> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [13] Buzzard, Curtis A. et al.: The Tank is Dead ... Long Live the Tank. Army University Press. <https://www.armyupress.army.mil/journals/military-review/online-exclusive/2023-ole/the-tank-is-dead/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [14] Charlish, Alan et al.: Warsaw and Seoul close to deal on producing K2 tanks in Poland, Duda says. Reuters. <https://www.reuters.com/world/europe/warsaw-seoul-close-deal-producing-k2-tanks-poland-duda-says-2024-10-25/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [15] Bundeswehr beschafft Kampfpanzer Leopard 2 A8 und Panzerhaubitzen 2000. Német Védelmi Minisztérium Sajtóközlemény. <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/modernste-leopard-2-und-panzerhaubitzen-2000-fuer-die-bundeswehr-5625774> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [16] Kolařík, Tomáš: AČR bude jednat o pořízení až 77 kusů tanku Leopard 2A8 v 6 modifikacích. CZ Defence. <https://www.czdefence.cz/clanek/acr-armada-ceske-republiky-mbt-tank-leopard2a7-leopard2a8> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [17] LEOPARD 2 A8 version: new reference configuration. KNDS Sajtóközlemény. [https://www.knds.de/fileadmin/user\\_upload/Pressemitteilungen/2023\\_0613\\_Pressemitteilung\\_Leopard\\_2\\_A8\\_naming\\_EN\\_FINAL\\_-\\_v4.pdf](https://www.knds.de/fileadmin/user_upload/Pressemitteilungen/2023_0613_Pressemitteilung_Leopard_2_A8_naming_EN_FINAL_-_v4.pdf) (Letöltve: 2024.12.09.)
- [18] Ocskay István: A Párdúc harckocsi újjászületése: a Panther KF51. Haditechnika, 2022/6., 33–39. <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.06>
- [19] KNDS: the European MBT powerhouse presents its know-how at Eurosatory. KNDS Sajtóközlemény. <https://www.knds.com/newsroom/press-releases/detail/knds-the-european-mbt-powerhouse-presents-its-know-how-at-eurosatory-1/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [20] La DGA a livré le 15e char Leclerc rénové à l'armée de Terre. Francia Védelmi Minisztérium Sajtóközlemény. <https://www.defense.gouv.fr/dga/actualites/dga-livre-15e-char-leclerc-renove-larmee-terre> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [21] Murphy, Martin et al.: So startet Deutschland eine neue Kampfpanzer-Allianz. Handelsblatt. <https://www.handelsblatt.com/politik/international/leopard-2-nachfolger-so-startet-deutschland-eine-neue-kampfpanzer-allianz/29374860.html> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [22] Amante, Angelo: Italy plans to buy Leopard 2 tanks to boost ground forces. Reuters. <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/italy-plans-buy-leopard-2-tanks-boost-ground-forces-2023-07-13/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [23] MGCS: Zeitplan für zukünftiges Kampfpanzersystem deutlich verlängert. Europäische Sicherheit & Technik. <https://esut.de/2023/09/meldungen/44630/mgcs-zeitplan-fuer-zukuenftiges-kampfpanzersystem-deutlich-verlaengert/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [24] Felstead, Peter: IAV 2024: German concept for MGCS doubles down on multi-platform solution. European Security & Defence. <https://euro-sd.com/2024/01/major-news/36084/german-concept-for-mgcs/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [25] Zábóji, Niklas: Pistorius und Lecornu einigen sich bei Panzer der Zukunft. Frankfurter Allgemeine Zeitung. <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/panzer-der-zukunft-so-haben-sich-pistorius-und-lecornu-geeignet-19605097.html> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [26] Allemagne: signature de la phase 1A du programme de char du futur. Francia Védelmi Minisztérium Sajtóközlemény. <https://www.defense.gouv.fr/actualites/allemaigne-signature-phase-1a-du-programme-char-du-futur> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [27] Martin, Tim: Future European tank to be built by 4-party French and German industry venture. Breaking Defense. <https://breakingdefense.com/2024/04/future-european-tank-to-be-built-by-4-party-french-and-german-industry-venture/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [28] Towards MGCS: KNDS details the future of main battle tanks. KNDS Sajtóközlemény. <https://www.knds.com/press-area/exhibition-news/towards-mgcs-knds-details-the-future-of-main-battle-tanks/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [29] Defining battlefield superiority: KNDS presents groundbreaking technologies in future land warfare. KNDS Sajtóközlemény. <https://www.knds.com/press-area/exhibition-news/defining-battlefield-superiority-knds-presents-groundbreaking-technologies-in-future-land-warfare-1/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [30] Jean-Paul Alary to be appointed as CEO of Franco-German Defense Group KNDS. KNDS Sajtóközlemény. <https://www.knds.com/newsroom/press-releases/detail/jean-paul-alary-to-be-appointed-as-ceo-of-franco-german-defense-group-knds/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [31] Martin, Tim – Roque, Ashley: If MGCS drags out, Rheinmetall pitches Concept Unmanned Turret as near-term alternative. Breaking Defence. <https://breakingdefense.com/2024/06/if-mgcs-drags-out-rheinmetall-pitches-concept-unmanned-turret-as-near-term-alternative/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [32] Rheinmetall schliesst Vereinbarung mit Leonardo in Italien. Rheinmetall Sajtóközlemény. <https://www.rheinmetall.com/de/media/news-watch/news/2024/07/2024-07-03-rheinmetall-schliesst-vereinbarung-mit-leonardo-in-italien> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [33] Hyundai Rotem presents Nex-Gen K3 Main Battle Tank at Eurosatory 2024. Army Recognition. <https://armyrecognition.com/news/army-news/army-news-2024/hyundai-rotem-presents-nex-gen-k3-main-battle-tank-at-eurosatory-2024> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [34] Kép forrása: <https://www.all4shooters.com/it/tiro/pro-zone/eurosatory-2018-resoconto-e-impressioni/> (Letöltve: 2024.12.09.)
- [35] Kép forrása: <https://www.knds.fr/actualites/nos-dernieres-actualites/edex-2023-nexter-showcases-its-weapon-systems-egyptian-army> (Letöltve: 2024.12.09.)

BOZSÓ ISTVÁN\* – BACSA BALÁZS\*\*

# A MŰHOLDAS FÖLDMEGFIGYELÉS KATONAI ALKALMAZÁSAI

## ESETTANULMÁNYOK AZ OROSZ–UKRÁN HÁBORÚBÓL

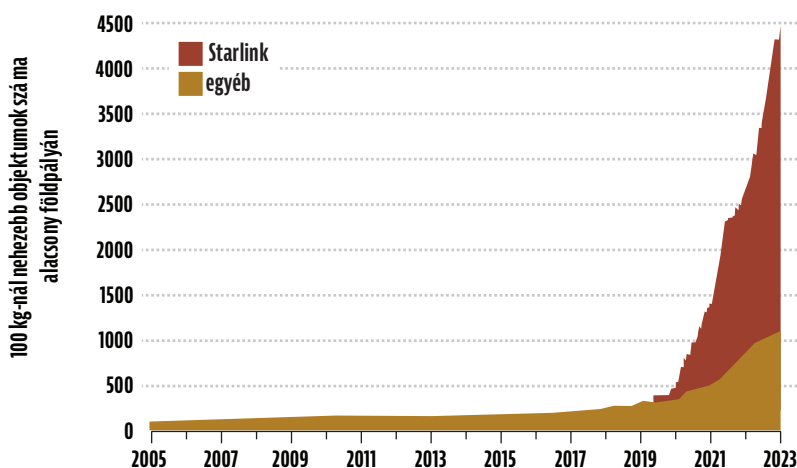
1. ÁBRA. Az alacsony pályára állított Starlink és egyéb műholdak kumulatív száma az idő függvényében (A szerzők szerkesztése a [2] alapján)

### BEVEZETÉS

A jelenleg is tartó orosz–ukrán háborúban alkalmazott műholdas földmegfigyelési módszerekkel kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy a műholdas földmegfigyelés katonai alkalmazása nem újdonság, hiszen ennek a története egészen a hidegháborúig nyúlik vissza, ahogyan azt a Haditechnika 2024/2. számában is röviden összefoglaltuk. Napjainkra azonban több tényezőnek köszönhetően ez a terület is átalakult, illetve továbbra is átalakulóban van. Az esettanulmányok tárgyalása előtt érdemes ezt a kontextust röviden megvizsgálni.

Az űrtechnológia, a mérnöki és az anyagtudomány, valamint a számítástechnika hatalmas fejlődésen ment keresztül az utóbbi évtizedekben, melynek hatása több tekintetben is befolyásolta a műholdas földmegfigyelést:

- a technikai újításoknak köszönhetően a földmegfigyelést végző műholdak jobb felszíni felbontással és nagyobb pontossággal képesek a földfelszínt leképezni,



- az űrtechnológia fejlődése lehetővé tette egyre növekvő számú műhold pályára állítását és a meghibásodott műholdak pótlását,
- a számítástechnikai fejlesztések lehetővé tették az egyre növekvő távérzékelési adatmennyiség tárolását és feldolgozását.

A fent felsorolt változásoknak köszönhetően a műholdak pályára állítása és üzemeltetése mára már nem csak a kormányzati szervek és űrügynökségek „kiváltsága”, napjainkra már több

magáncég is megteheti ezt. Az egyik legismertebb cég a SpaceX, mely ma már képes eddig nem tapasztalt mennyiségű műholdat alacsony földpályára állítani. (1. ábra)

Nem meglepő, hogy az Egyesült Államok Nemzeti Felderítő Hivatala (National Reconnaissance Office – NRO) legalább 100 kéműholdat rendelt meg a SpaceX-től, melyek felhasználásával az NRO képes lesz az Egyesült Államok riválisainak katonai és gazdasági tevékenységét monitorozni. [1]

A gépi tanulási módszerek alkalmazása és továbbfejlesztése várhatóan a műholdképek feldolgozásában és értelmezésében fog áttörést eredményezni, sok esetben meggyorsítva a szakértői értelmezés folyamatát.

Ezt talán mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy a nagyskalájú orosz katonai hadműveletek megkezdése előtt műholdképek segítségével meg lehetett figyelni ahogyan az orosz hadsereg egységei felkészülnek az invázióra az orosz–ukrán határ közelében. [3] [4; 260. o.]

Mindezek a fejlemények azt jelzik, hogy beléptünk egy olyan korszak-

**Összefoglalás:** A műholdas földmegfigyelést tárgyaló cikkek sorozatában a földmegfigyelési alapismeretek és gyakorlati példák ismertetése után elérkeztünk a katonai alkalmazások bemutatásához. Polgári és kommersziális műholdrendszerek adatain alapuló alkalmazásokat szemlélünk, melyek a jelenleg is tartó orosz–ukrán háborúban alkalmazott távérzékelési módszereket mutatnak be.

**Kulcsszavak:** földmegfigyelés, távérzékelés, orosz–ukrán háború, FIRMS, SAR

**Abstract:** After the introduction of the basics of satellite Earth observation and presenting some practical applications of it, we discuss the military applications. We bring samples from case studies, based on the datasets provided by civil and commercial satellite systems, that provide insight into the still ongoing Russo-Ukrainian war through the application of satellite remote sensing.

**Keywords:** earth observation, remote sensing, Russo-Ukrainian war, FIRMS, SAR

\* PhD, tudományos munkatárs, Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, HUN-REN. ORCID: 0000-0001-8254-1828

\*\* Alezredes, Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat. ORCID: 0009-0008-5594-7708



ba, melyben nagy mennyiségben legyártható és pályára állítható műholdak segítségével kvázi valós időben lesz lehetséges a földfelszín megfigyelése. Fontos kihangsúlyozni, hogy a legtöbb műhold által készített felvételt továbbra sem lesz szabadon elérhető. Ebben a tekintetben a szabadon hozzáférhető műholdfelvételek kisebb szerepet játszanak, ezen felvételekkel sokkal inkább a konfliktusok épített és természetes környezetre gyakorolt hosszútávú hatását lehet megfigyelni. Ezeket a képeket tipikusan olyan műholdak készítik, melyeket valamely ország űrügynöksége üzemeltet.

A bemutatandó alkalmazásokat tehát ebben a kontextusban kell értelmezni.

### A HÁBORÚ KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSA: AKTÍV (ERDŐ-) TÜZEK MEGFIGYELÉSE

Először egy olyan tanulmányról lesz szó, melynek szerzői elsősorban nem katonai alkalmazásra szánták az általuk kidolgozott módszert: a háború első évére (2022. március – 2023. március) kiterjedően végezték el a különböző erdő-, bozót- és lakott területen fellobbant tüzeknek az adatbázisba rendezését és további elemzését. [5]

Ehhez az Egyesült Államok Nemzeti Űrhajózási és Repülési Hivatalának (National Aeronautics and Space Administration – NASA) Tűzinformációs Rendszer az Erőforrások Kezelésére (Fire Information for Resource Management System – FIRMS) szolgáltatását [6] vették igénybe. A FIRMS több műhold által készített felvételek alapján működik:

- NASA/NOAA<sup>1</sup> Suomi NPP műholdon operáló Látható Infravörös Képalkotó Sugárzásmérő Eszköz (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite – VIIRS), felszíni felbontása 375 méter; [7]
- az Aqua és Tera műholdak Közepes Felbontású Képalkotó Spektorradiométer (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – MODIS) eszköze, felszíni felbontása 250 méter; [8]
- a NOAA-20 és NOAA-21 VIIRS eszköze, felszíni felbontása 375 méter. [7]

A FIRMS a felsorolt műholdak által szolgáltatott képek alapján számított átlagos infravörös sugárzási térképen detektálja az aktív égési folyamatok által okozott termális anomáliákat, közel valós időben szolgáltatva adatokat folyamatban lévő tüzesetekről.

A FIRMS által szolgáltatott adatokat a szerzők kiegészítették Sentinel-2 képekkel és az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) által létrehozott WorldCover 2021 [9] adatrendszerrel. A WorldCover 2021-et a Sentinel-1 [10] és Sentinel-2 [11] felvételek alapján állították össze, felbontása 10 méter.

A WorldCover 2021 adatrendszer segítségével be tudták azonosítani, hogy milyen típusú területet (város, erdő, szántó) érintettek a FIRMS által detektált tüzek. Az adatrendszer segítségével a szerzők meg tudták vizsgálni időben, hogyan változott a tűzveszéllyel érintett területek típusa.

Annak érdekében, hogy a FIRMS által detektált tüzek megbízhatóságáról megbizonyosodjanak, bizonyos felszínborítottság-típusok esetén Sentinel-2 műholdfelvételeket is felhasználtak.

A szerzők Ukrajnán belül 15 adminisztratív régiót vizsgáltak meg, ebből 11 régióban aktív harcok folytak, vagy a régiót az orosz csapatok az ellenőrzésük alatt tartották a vizsgálat ideje alatt. A további négy régió pedig közel esett a frontvonalhoz.

A 2. ábra a FIRMS által azonosított aktív tüzeket jeleníti meg Ukrajna vizsgált területére. A forró pontok (vö-

rös pontok) olyan pixelek a műholdas felvételeken, melyekben nagy intenzitású infravörös sugárzást azonosítottak, ami valamilyen magas hőmérsékletű forrásra utal.

A FIRMS weboldalán az olvasó is megtekintheti a 2. ábrán bemutatott adatrendszert a lábjegyzetben<sup>2</sup> közölt linken.

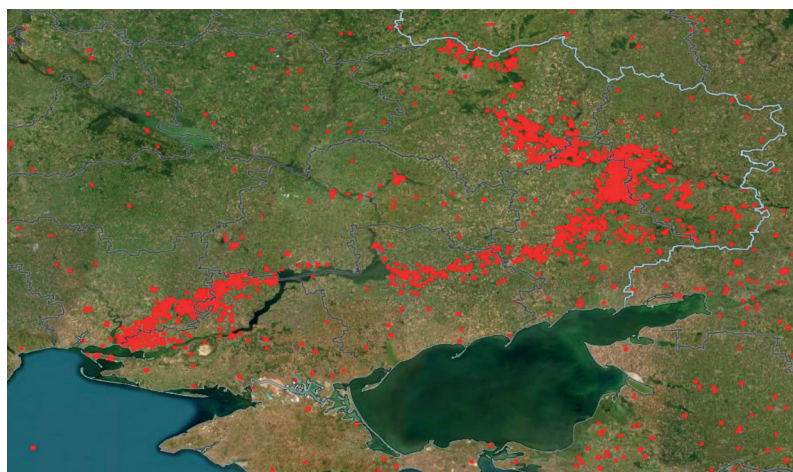
A 2. ábrán azonosított forró pontok jól illeszkednek a front becült vonalához, a FIRMS-szolgáltatás így akár alkalmas lehet a frontvonal mozgásának követésére is. A frontvonal azon szakaszán, ahol intenzívebb harci tevékenység folyik, jóval több forró pont található, ezáltal a harcok intenzitásának követésére is használható.

A FIRMS alkalmazása aktív konfliktusok megfigyelésére nem újkeletű dolog, korábban alkalmazták az Etiópiában 2020 óta tartó polgárháború monitorozására is. [12]

Az [5] szerzői hasonló módon a FIRMS-ből nyerték ki az aktív tüzek koordinátáit és a hozzájuk tartozó időbélyegeket, melyekhez hozzátársították a megfelelő Sentinel-2 felvételeket további elemzés és megjelenítés céljából, illetve a forró pontok koordinátáit Ukrajna adminisztratív egységei szerint csoportosították. Az így elkészült adatbázist kiegészítették az ESA WorldCover 2021 adatbázissal, és az aktív tüzekhez felszínborítottsági kategóriát is rendeltek.

Az elkészült adatbázis alapján készült térkép a 3. ábrán látható.

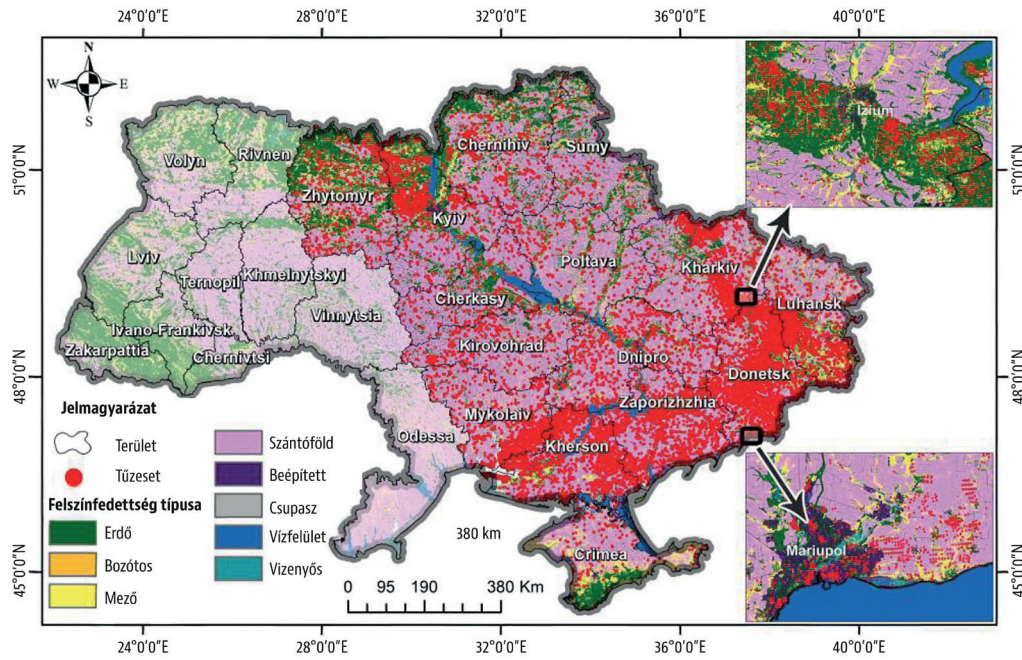
Az adatbázis alapján a szerzők megvizsgálták, hogyan változott havi le-



2. ÁBRA. Azonosított aktív tüzek 2022. július első két hetében. A vörös pontok – aktív tüzek (A képet a szerzők készítették az [5] segítségével)

<sup>1</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration – Az Egyesült Államok Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Hivatala.

<sup>2</sup> <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2022-06-23..2022-07-12;@35.1,48.1,6.2z>



3. ÁBRA. Felszínborítottsági térkép az ESA WorldCover 2021 adatbázis alapján és a FIRMS-szolgáltatásból kinyert aktív tüzek koordinátái a 2022. március és 2023. március közötti időszakban (A szerzők szerkesztése az [5; 82. o.] alapján)

bontásban a tűzvészsel érintett területek típusa a háború első évében. 2022-ben a füves tájak az érintett területek 20–30%-át tették ki. Erdős területeken az erdőtüzek a tüzek legnagyobb hányadát 2022 májusában (50%) és júniusában (40%) adták. Az erdőtüzek aránya szeptemberben 28%-ra, az év végére pedig 10%-ra csökkent. A mezőgazdasági területek tekintetében az arány júliusban és augusztusban is igen magas volt, kb. 60%, mely 2022 végére 20–30%-ra csökkent. Beépített területeknél a maximumot 2022 szeptembere és novembera között figyelték meg, mely érték kb. 10%-kal csökkent decemberben. [5; 84.o.]

A FIRMS forró pontok térbeli eloszlása a következőképpen alakult: a legtöbb azonosított tüzeset a donyecki területre esett (10 ezer), ezt követték a luhanszki, a herszoni, a zaporizzsjai, a harkivi és a kijevi területek (4–5 ezer), továbbá a dnyipropetrovzski és mikolajivi területek (kb. 3 ezer). [5; 88. o.] A kijevi területen a legtöbb tüzesetet erdei területen azonosították, Herszonban pedig mezőgazdasági területeken.

A fenti adatok alapján elmondhatjuk, hogy a FIRMS-adatbázis jól képezte le a harcok lefolyásának menetét a háború első évében. Az erdőtüzek arányának csökkenése 2022 nyarán utalhat arra, hogy a harcok intenzi-

tásának súlypontja átkerült Ukrajna északi, erdős területeiről a keleti, inkább mezőgazdasági területeket tartalmazó régióira. A FIRMS általi forró pontok térbeli eloszlása pedig helyesen jelölte ki a donyecki területet, ahol a legintenzívebben folytak katonai tevékenységek.

A szerzők elsősorban polgári célokból hozták létre az adatbázist, ezek az adatok segíthetik a katasztrófavédelmi (tűzoltóság, rendőrség, mentők) erőforrások megfelelő elhelyezését, hiszen az adatbázis és a kidolgozott módszertan kijelöli, hol várható a harcokhoz kapcsolódóan a legnagyobb pusztítás. Az adatok továbbá segíthetik a háború utáni újjáépítési munkálatokat, illetve információval szolgáltathatnak a harcokkal érintett területek ökoszisztémájának állapotáról is.

A módszertan alkalmazható a harcok intenzitásának és a frontvonal mozgásának követésére is, így segítheti a további hadműveletek stratégiai szintű tervezését, azonosíthatja azokat a szakaszokat a frontvonal mentén, ahol a legintenzívebb az összecsapás a harcoló felek között.

**VÉDVONALAK, SÁNCOK MEGFIGYELÉSE, AZONOSÍTÁSA**

A műholdas távérzékelés felhasználható különböző természetes folyamatok során kialakult és emberi tevékenységből eredeztethető felszíni formációk detektálására, melyek veszélyes geológiai folyamatokhoz kapcsolódnak. Ilyen természetes formációk lehetnek dűnék, szakadékok, szurdokok, melyeket újra aktiválhatnak vagy ki is alakíthatnak az aktív harci tevékenységek. [13]

A fent említett formációkat és a harcok során keletkezett becsapódási krátereket, (lövész-) árkokat, járművek által hagyott nyomvonalakat mind azonosítani lehet műholdas távérzékelési módszerekkel. Azonban igen jó felbontású felvételeket az említett felszíni formációkról csak alacsony pályás műholdakkal lehet készíteni, ilyenek például a Maxar Technologies által üzemeltetett műholdak [14] vagy az Airbus SkyWatch platformja. [15] A Maxar és az Airbus által üzemeltetett műholdak felvételei azonban nem érhetők el szabadon, a felvételekért fizetni kell.



4. ÁBRA. Orosz lövészárkok Donyeck város közelében 2023 elején [16] (Brady Africk szerkesztése)

A 4. ábrán egy Skywatch platformon keresztül elérhető műholdfelvételen az orosz erők által létrehozott lövészárkok láthatóak Donyeck város közelében.

A 4. ábrán látható és más, hasonló felbontású műholdfelvételek megkönnyíthetik egy hadművelet megtervezését. Egyrészt a felvételek alapján meg lehet állapítani, hol, milyen kiterjedésben és minőségben vannak jelen a frontvonalon és a frontvonal mögött megerősített tüzelőállások, lövészárkok és egyéb akadályok. Meg lehet vizsgálni a lövészárkokrendszer felépítését, illetve, hogy milyen sűrűségben és távolságban találhatóak a tüzérségi állások.

A tény, hogy ezek a műholdfelvételek valamilyen visszatérési idővel rendszeresen elkészülnek ugyanazon területről, lehetőséget ad arra, hogy időben megvizsgáljuk a lövészárkokrendszer kialakulását, illetve akár a csapatmozgásokat is. Katonai szempontból fontos információval szolgálhatnak azok a műholdfelvételek, melyek például megmutatják az átcsoportosításokat a frontvonal mentén.

Szabadon hozzáférhető Sentinel-2 és komerciális műholdfelvételek (Airbus, Maxar) alapján elvégezhető az egész frontvonal elemzése és a védvonalak azonosítása, melynek eredménye az 5. ábrán látható.

Az 5. ábra interaktív változata a lábbjegyzetben<sup>3</sup> feltüntetett linken keresztül elérhető.

A térkép szerzői kiemelik azonban az alkalmazott módszer korlátait is:

1. A térkép nem tartalmazza az összes orosz védvonalat.
2. Az összeállított adatbázis nem választja külön a különböző védvonal-típusokat, mint például árkok, lövészárkok és egyéb erődítmények.
3. A 2022 februárjától számított újonnan épített, már használt vagy kibővített védvonalakat azonosították.
4. Nem mindegyik védvonalban szolgálnak orosz katonák.

### KOMBINÁLT RADAR-ÉS ELEKTRO-OPTIKAI TÁVÉRZÉKELÉS

Nem csak elektro-optikai képalkotási módszereket lehet katonai felde-



5. ÁBRA. Azonosított védvonalak az orosz-ukrán frontvonal mentén, 2024. november 3-i állapot (Forrás: a szerzők szerkesztése a [16] alapján)

rítési célokra használni, hanem olyan műholdakat is, melyek Szintetikus Apertúrájú Radarral (Synthetic Aperture Radar – SAR) végzik a távérzékelt. A SAR-módszerről a Haditechnika 2024/6. számában részletesebben volt szó, itt csak annyit említünk meg, hogy ez a távérzékeltési módszer mikrohullámú jel felhasználásával felvételezi a földfelszínt. Előnye, hogy időjárás viszonyoktól (elsősorban felhőtakaró) függetlenül képes kiváló felbontású felvételt készíteni.

Általánosan elmondható, hogy katonai alkalmazások során a SAR-képeket elsősorban változások detektálására<sup>4</sup> szokták felhasználni. A jobb felbontású SAR-képek alapján (ilyeneket szolgáltat a lengyel–finn ICEYE cég SAR műhold flottája [17]) lehetséges az eszközök felfedezése (pl. harckocsi, repülőgép), azonban a legtöbb esetben nem azonosítható maga az eszköztípus (pl. T-72-es vagy T-90-es harckocsiról van-e szó, az állóhelyen látható repülőgép vadász- vagy kisméretű szállító).

A SAR-képek feldolgozása általában a következő séma alapján történik:

1. Két SAR-kép letöltése, melyek azonos területet fednek le, de különböző időpontban készültek.
2. A SAR-felvételek alapján a változások azonosítása (ennek a részleteiről a fejezetben később lesz szó).

3. Amennyiben változás detektálható, olyan elektro-optikai kép beszerzése, amely időpontban legközelebb áll a későbbi SAR-felvétel készítésének időpontjához, és ugyanazt a területet fedi le.

4. Az elektro-optikai kép alapján az eszköztípus azonosítása, koordinátáinak meghatározása.

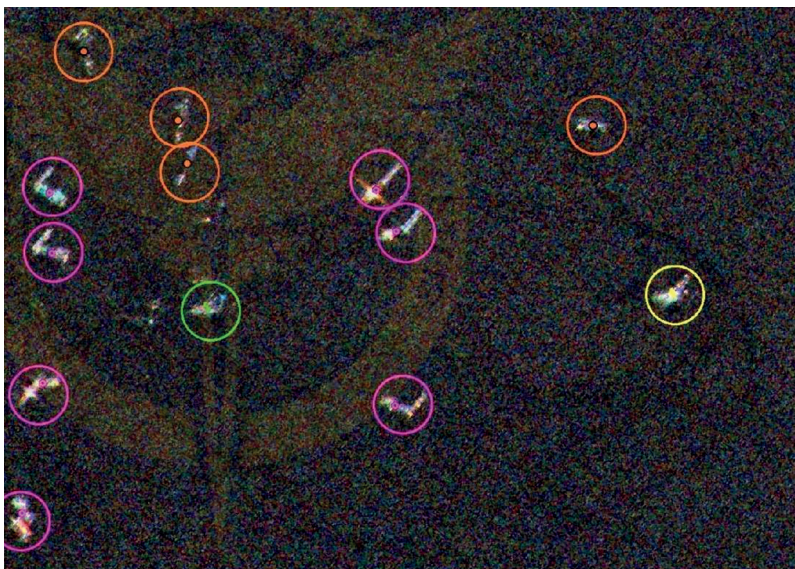
A fenti folyamatot akár automatizálni is lehet; a változások detektálását el lehet végezni például gépi tanulási módszerekkel. Amennyiben az automatizált algoritmus változást detektál, rendszerüzenet küldhető az elemzőnek, aki elvégezheti a további kiértékelési lépéseket (elektro-optikai kép letöltése és feldolgozása).

A SAR-felvétel alapú változásdetektálásra már korábban is fejlesztettek gépi tanuláson alapuló módszereket, [18] azonban lehetséges „kézi módon” is kiértékelni a SAR-felvétel párokat: a „korábbi” és „későbbi” SAR-felvétel intenzitásképét lehetséges egy képen ábrázolni úgy, hogy a „korábbi” kép intenzitásait kék, a „későbbi”-nek az intenzitásait piros színnel ábrázoljuk. Minél nagyobb volt az intenzitás az időben korábbi kép esetén, annál inkább kék színűbb lesz egy adott pixel, illetve minél nagyobb az intenzitás az időben későbbi kép esetén, annál pirosabb. Ha a két intenzitás között nincs

<sup>3</sup> [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1rRKS40IEbGRsV0Fhky25l5OkPJ\\_vUvQ&ll=49.47459863025071%2C35.714045651856374&z=6](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1rRKS40IEbGRsV0Fhky25l5OkPJ_vUvQ&ll=49.47459863025071%2C35.714045651856374&z=6)

<sup>4</sup> A szakirodalomban: change detection.

6. ÁBRA. Feltehetően légvédelmi rakétarendszer települési helye az ICEYE műhold SAR-felvételének intenzitásképén [19]



nagy különbség, a pixel sárgás színű lesz, melyet okozhat az, ha a felszínen az eszköz csak kicsit „mozdult el” (pl. egy teherautó kiállt a helyéről, majd visszaállt). Az intenzíven piros vagy kék pixelek jelölik a felszíni visszaverődés szempontjából nagyobb mértékben megváltozott területeket, pl. azokat, ahova beállt, vagy ahonnan elállt egy eszköz (teherautó, harckocsi).

Nagyobb felbontású SAR-felvételekkel akár az eszközök által hagyott nyomsvonalakat is lehet detektálni, illetve azok időbeli változását követni, amellyel

újonnan létesített katonai telephelyeket is fel lehet deríteni. Ebben az esetben a nyomsvonalak erősödése és sűrűsödése utalhat arra, hogy egy adott területen megnövekedett a teherautók, csapat- szállítók vagy harckocsik forgalma. Ekor szintén lehetséges elektro-optikai kép feldolgozásával egy újonnan felállított telephely felfedezése.

Az orosz–ukrán háborúban az Ukrán Felderítő Főcsoportfőnökség által kiadott közlemény szerint 4173 ICEYE felvétel felhasználásával sikeresen azonosítottak 370 felszállópályát, 238 lég-

védelmi és radar harcálláspontot, (6. ábra) 153 olaj- és üzemanyag-tározót, 147 rakéta-, repülőgép- és lőszerraktárat és 17 haditengerészeti támaszpontot. [19] Ebben az esetben, a korábban leírtak szerint, valószínűleg nem kizárólag az ICEYE SAR-felvételeket használták fel az azonosításra, hanem az ICEYE SAR-felvételek alapján végeztek el változásdetektálást, és elektro-optikai felvételekkel azonosították a fent felsorolt eszközöket és objektumokat.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott példák jól szemléltetik, hogy mára már a műholdas optikai és radarfelvételek felhasználása egy megkerülhetetlen eleme lett a katonai felderítés és hadműveleti tervezés folyamatának. Az utóbbi évek technológiai fejlődése eddig nem tapasztalt minőségű műholdfelvételek nagy mennyiségű és folyamatos előállítását tette lehetővé. Ez a fejlődés eredményezte azt, hogy napjainkra szinte valós időben lehet a frontvonalakat és aktív konfliktusokat szabadon elérhető és megvásárolható műholdas felvételek segítségével megfigyelni. Minden jel szerint a jövőben ez a technika csak tovább fog fejlődni, mind az elérhető műholdak, mind pedig a feldolgozási és értelmezési módszerek terén. ■

## HIVATKOZÁSOK

- [1] NRO chief: “You can’t hide” from our new swarm of SpaceX-built spy satellites. *Ars Technica*. <https://arstechnica.com/science/2024/11/nro-chief-you-cant-hide-from-our-new-swarm-of-spacex-built-spy-satellites> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [2] Graham, Flora: Daily briefing: Why Roman concrete lasts for ages. *Nature* 2023. január. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00066-5>
- [3] Mezzofiore, G. – Lister, T.: New satellite images show buildup of Russian military around Ukraine. *CNN* 2022.02.02. <https://edition.cnn.com/2022/02/02/europe/russia-troops-ukraine-buildup-satellite-images-intl/index.html> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [4] Rothman, M. et al.: Reflections on the Russia-Ukraine War, Leiden University Press. 2024.02.24. <https://doi.org/10.24415/9789400604742>
- [5] Tomchenko, O. V. et al.: Assessment and monitoring of fires caused by the War in Ukraine on Landscape scale. *Journal of Landscape Ecology* 2023/10., 76–97. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2023-0011>
- [6] NASA-FIRMS. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [7] VIIRS I-Band 375 m Active Fire Data NASA. Earthdata. <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/viirs/viirs-i-band-375-m-active-fire-data> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [8] Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). LAADS DAAC <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [9] Zanaga, D. et al.: ESA WorldCover 10 m 2021 v200. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>
- [10] S1 Mission. <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-mission> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [11] S2 Mission. <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-mission> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [12] Gonzales, C.: Scorched Earth: Using NASA Fire Data to Monitor War Zones. *Bellingcat* 2022. október. <https://www.bellingcat.com/resources/2022/10/04/scorched-earth-using-nasa-fire-data-to-monitor-war-zones> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [13] Orlenko T. et al.: Remote Monitoring of the Activation of Hazardous Natural Processes under the War in Ukraine. *European Association of Geoscientists & Engineers* 2024/1, 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2024510060>
- [14] Maxar – Space Products Series. Overview. <https://www.maxar.com/maxar-space-systems/products/spacecraft-platforms> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [15] Home – SkyWatch. <https://skywatch.com> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [16] Africk, B.: Russian field fortifications in Ukraine. <https://read.bradyafrick.com/p/russian-field-fortifications-in-ukraine> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [17] Design Satellites. ICEYE. <https://www.iceye.com/satellites/design> (Letöltve: 2024.12.01.)
- [18] Gong, M. et al.: Change Detection in Synthetic Aperture Radar Images Based on Deep Neural Networks. *IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst.* 2015/1, 125–138. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2015.2435783>
- [19] Muczyński, R.: Polish-Finnish ICEYE satellites’ involvement in the Ukraine-Russia war. <https://milmag.pl/en/polish-finnish-iceye-satellites-involvement-in-the-ukraine-russia-war> (Letöltve: 2024.12.01.)

REZSABEK NÁNDOR\*

# AZ UTOLSÓ MAGYARORSZÁGI METEORITHULLÁS A II. VILÁGHÁBORÚS HADMŰVELETEK TÜKRÉBEN

**Összefoglalás:** *Az utolsó magyarországi meteorithullás 1944-ben a Somogy vármegyei Mike község területén következett be. A történelmi szempontból igen kedvezőtlen időpont befolyásolta az in situ tudományos kutatást, korlátozta a fellelhető meteoritok számát, az azt követően eltelt évtizedek ráadásul a meglelt példányok tekintetében is kedvezőtlenül alakultak. Írásunkban a meteoritdarabok utóéletére vonatkozó szakirodalmi áttekintés, továbbá ezek friss értelmezése, a hulláskor a környéken folyó II. világháborús katonai eseményekre elsőként történő részletesebb kitekintés, valamint a helyszíni vizsgálatok új tudománytörténeti értékelése kerül közlésre.*

**Kulcsszavak:** *meteorit, meteorithullás, szórásmező, Mike, II. világháború*

**Abstract:** *The last Hungarian meteorite fall occurred in 1944 in the area of Mike village in Somogy county. The historically unfavourable date influenced in situ scientific research, limited the number of meteorites found, and the decades that followed were also disadvantageous in terms of the specimens found. In our paper, we present a review of the literature on the afterlife of meteorite fragments, as well as a fresh interpretation of them, the first detailed look at the military events in the area during World War II at the time of the fall, and a new historical assessment of the field investigations.*

**Keywords:** *meteorite, meteorite fall, strewn field, Mike, World War II*

## BEVEZETÉS

A csillagászat- és környezettörténet laikusok által is közismert természeti jelensége az 1908-as oroszországi Tunguz-esemény. Okozójának egyes hipotézisek a légkörben felrobbant, más elgondolások alapján az atmoszféráról „lepattant” kozmikus objektumot tekintenek. Eredetére vonatkozóan is több elképzelés fogalmazódott meg: egyaránt lehetett porózus kisbolygó, esetleg üstökös (mindemellett tudományosan nem megalapozott nézetek sora is napvilágot látott). Az I. világháború katonai eseményei, majd az oroszországi forradalmi és polgárháborús viszonyok következtében az első in situ vizsgálat csak közel két évtized múltán, 1927-ben indulhatott meg. A kozmikus randevű jellegből adódóan ugyan hatalmas terü-

leten lelték meg a pusztító robbanás nyomait, azonban sem meteorit(ok)ra, sem meteoritkráterre nem bukkantak. A rákövetkező kutatóexpedíciók vizsgálatai hasonló kimenetellel végződtek.

Bár nem kisbolygó (>1 méter), hanem azzal anyagi összetételében azonos, csak mérettartományában különböző (<1 méter) objektum érte el 1944-ben hazánk felett a légkört, több vonatkozásban is hasonló eseménysor vette kezdetét. A legutolsó hazai meteorithullás<sup>1</sup>, a Somogy vármegyei Mike helyszíni tudományos vizsgálatait ugyanis az oroszországihoz hasonlóan katonai (ekkor már II. világháborús) hadmozdulatok befolyásolták. Ez a kényszerű késlekedés a fellelhető meteoritminták, valamint a lehetséges szemtanúk számát,

így egészében a meteoritra vonatkozó vizsgálatok lehetőségét is jelentős mértékben korlátozta. A szórásmező tudományos célú in situ helyszínbemjárásra – az oroszországihoz képest is jóval nagyobb időintervallumot követően, több, mint hét évtized (!) múltán – 2016-ban került először sor.

## A MIKE METEORIT ALAPADATAI ÉS VIZSGÁLATÁNAK TÖRTÉNETE

A Mike alapadatait a meteoritikával foglalkozó nemzetközi szakmai közösség által referenciának tekintett *Meteoritical Bulletin Database (Metbull)* adja meg. (1. táblázat) Elnevezése anyatelepülésére, Mike községre utal. A hullás helyének a szórásmező tágabb közigazgatási egységét, azaz Somogy vármegyét nevesíti az adatbázis. Szemtanúk által látott termé-

\* NKE HHK Katonai Műszaki Doktori Iskola, PhD hallgató; okleveles geográfus. ORCID: 0009-0002-4885-4438

1. ÁBRA. A Mike meteorit kiállított darabja az ELTE TTK Természettudományi Múzeum Ásvány- és Kőzettárában (A szerző felvétele)



<sup>1</sup> A Mikét követően 1995-ben ugyancsak a Somogy vármegyében „hullott” Kaposfüred meteoritot az eredetiségével kapcsolatban felmerült problémák miatt „nem dokumentált” státusszal rögzíti a mértékadó Meteoritical Bulletin Database, katalogizálása így nem hivatalos.



1. TÁBLÁZAT. A Mike alapadatai a Meteoritical Bulletin Database alapján (2024) (A szerző szerkesztése az [1] alapján)

Elnevezés	Mike
Státusz	hivatalos
Hullott/talált	hullott
Év	1944
Hely	Somogy vármegye, Magyarország
Típus	L6
Össztömeg	224 g
Koordináták	46° 14' é. sz., 17° 32' k. h.

szettudományos jelenségként ez ún. hullott meteorit. (Azaz nem egy korábbi hullástól számítva jóval hosszabb, akár nem is történelmi, hanem földtörténeti időskálán érkezett ún. talált meteorit.) A hullás időpontjaként itt csak az évszám, 1944, azaz a II. világháború időszaka szerepel. Típusa L6, vagyis olyan kőmeteorit, amely a leggyakrabban előforduló normál kondritok osztályába, azon belül az L csoportba, tartozik, és petrológiai (kőzettani) típusbesorolása 6-os. A meteorit össztömegére 224 g-os értéket állapít meg a regiszter.

A meteorit megtalálásának körülményeivel, vizsgálataival, katalógizálásával, valamint az egyes példányok sorsával több kutató is foglalkozott. Sztrókey Kálmán Imre erre vonatkozó első publikációját 1947-ben a Természettudomány című folyóirat hasábjain tette közzé. [3] Sztrókey Földváriné Vogl Máriával (nevét Földváry Aladárné formában feltüntetve) 1953-ban már a meteorit részletes vizsgálati eredményeit publikálta a Földtani Közönyben. [4] Mindez a Magyarhoni (akkor Magyar) Földtani Társulatban 1952. április 9-én közösen tartott előadásukon alapult. A meteorit alapadataiból kiderül, hogy a megtalált négy töredékből a két kisebbet „elhasználták” a vizsgálatok során, míg a két nagyobbikból a 3. jelzetű a mai Eötvös Loránd Tudományegyetem akkori Ásvány–Kőzettani In-

tézetének gyűjteményébe, a másik, a 4-es az (ugyancsak akkori megnevezéssel) Természettudományi Múzeum Ásványtárába került. (2. táblázat) A meteorit típusát bronzit-olivin-szemikondritként írják le. A szerzőpáros (Földváriné Vogl Mária nevét ekkor Földvári-Vogl formában írva) 1954-ben jelentetett meg újabb, ezúttal angol nyelvű publikációt a témában. Az Acta Geologica által közölt írás ugyancsak a Földtani Társulatban tartott előadáson alapult, tartalmában a magyar nyelvű cikkel közel egyező, bár a megtalálás körülményeire vonatkozóan szűkszavúbb. A hullás időpontjában van kisebb eltérés: míg ez 1944. május 3-án 19:00 óra körüli időpontot említ, [5] az 1953-as írás a jelenség bekövetkeztét hozzávetőlegesen 18:30-ra teszi. [4]

Meg kell jegyezni, hogy a földet ért meteoritok méretéből és tömegéből adódóan becsapódási (impakt) eseményről a Mike esetében nem beszélhetünk. A megtalált daraboknál – a hasonló dimenzióknál jellemző módon – a légkör fékező hatására megszűnt a gyorsuló mozgás, és a lehulló testek a légköri közegellenállás hatására állandó sebességgel estek. Az, hogy eredetileg is több darab volt, vagy a folyamat melyik fázisában keletkezett több példány, nem megállapítható. Az viszont bizonyos, hogy a meteorit-hullás sem emberi sérülést, sem anyagi javakban kárt nem okozott.

Az adatbázis-jellegű összefoglaló munkák közül Tokody László és (posztumusz) Dudichné Vendl Mária 1951-ben a *Magyarország meteoritgyűjteményeiben* [7] egyáltalán nem tesz említést a Mikéről. Nem listázza sem az (Országos) Természettudományi Múzeum Ásvány–Kőzettárának, sem az ELTE Ásvány- és Kőzettani Intézetének kollekciónak (de nem utal jelenlétére a kisebb gyűjteményekben sem). Feltételezhető, hogy ekkor Sztrókey és Földváriné még a vizs-

gálatokat végezték, és csak az 1952-es témába vágó előadásuk, illetve az 1953-as és az 1954-es közös cikkek után kerültek a meteorit darabjai a két gyűjteménybe.

1969-ben a *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* hasábjain Ravasz Csaba [8] sem tünteti fel az odakerült 4-es jelzetű, 139,40 g-os példányt. Ennek oka viszont nyilvánvalóan az, hogy bár konkrétan nem utal a Mike sorsára, ugyanakkor a kiadványban említett 1956-os tűzvész során [8; 6–7. o.] ez is megsemmisült.

A példányokkal kapcsolatos legújabb eredményeket 2018-ban Kereszty Zsolt foglalta össze az *Élet és Tudományban*. [6] Múzeumi szóbeli közlésekre hivatkozva ő is úgy nyilatkozik, hogy a 4. példány a forradalom és szabadságharc eseményei során veszett oda. A 3., 49,60 g-os töredékdarab kapcsán megállapítja, hogy azt ugyan a korábbi források az ELTE TTK Természettudományi Múzeum Ásvány- és Kőzettárába jelzik, ugyanakkor mégsem lelhető fel. Egyetemi szóbeli közlésekre alapozva vélelmezi továbbá, hogy a mai állandó kiállításon szereplő példány valójában a korábban felhasznált minták közül a 2-es jelzetű. Megjegyzi, hogy két további laboratóriumi vizsgálatot is elvégeztek, az egyiket 1989-ben az Egyesült Államokban, a másikat hazánkban, még hozzá Kubovics Imre az ELTE-n.

A kisebb külhoni köz-, további nemzetközi és hazai magángyűjteményi darabokra vonatkozó adatokat áttekintve a következőt kapjuk: Kubovics Imre a New York-i American Museum of Natural History kollekciónak 3,3 g-nyi Mikét említ. [9; 96–97. o.] A Meteoritical Bulletin Database a lengyel, varsói Jan és Wadi Woreczko gyűjteményéből tucatnyi 0,1–0,2 cm-es, valamint több tucatnyi 0,1 cm alatti töredékdarabot mutat. Ugyanez a forrás Kereszty kollekciónak egy 1,33 g-os, 15,5×9,6×9,6 mm-es olvadási kéreggel fedett darabot közöl. [1] Nádai László meteoritgyűjtő birtokában egy 0,013 g-os töredék van. [16] (3. táblázat)

A Mike meteoritok sorsával foglalkozó eddigi eredményeket értékelve megállapítható, hogy továbbra sem „tehetünk igazságot”. A legnagyobb – 4-es számú –, a korábbi Magyar Ter-

2. TÁBLÁZAT. A meteorit darabjainak tömegadatai Sztrókey Kálmán Imre és Földváriné Vogl Mária vizsgálati során (1953) (A szerző szerkesztése a [4] alapján)

1. töredékdarab eredeti tömege => vizsgálat utáni tömege	1,98 g => 0,00 g
2. töredékdarab eredeti tömege => vizsgálat utáni tömege	33,04 g => 0,00 g
3. töredékdarab eredeti tömege => vizsgálat utáni tömege	49,64 g => 49,60 g
4. töredékdarab eredeti tömege => vizsgálat utáni tömege	139,43 g => 139,40 g
Eredeti össztömeg => vizsgálat utáni össztömeg	<b>224,2 g =&gt; 189,00 g</b>

mészettudományi Múzeumból való példány megtalálására egyedül az évek óta napirenden levő állományi revízió adhat (ekkor is csak kis valószínűségű) esélyt. Az egyetlen létező hazai közgyűjteményi példányt (1. ábra) 2024-ben makroszkópicusan megvizsgálva a szerző azt kapta, hogy az ELTE darab felirata (N-021; Mike 1.; Somogy m.) a korábban felhasználtaként vélt 1-es, 1,98 g-os példányra utal. Ugyanakkor a szám jól láthatóan 2-esről lett 1-esre javítva; ennek alapján, illetve mérete szerint is, a korábban felhasználni vélt 33,04 g-os minta maradéka is lehet. Ugyanakkor az sem kizárt, hogy ez a minta valójában a „helyén van”, és a Sztrókayék által ide helyezett 49,60 g-os 3-as minta valamilyen okból levágott darabja; ha így lenne, akkor csonkítva is, de legalább ezt az eredetileg leírt példányt megtaláltnak tekinthetjük.

**A MIKE SZÓRÁSMEZEJÉNEK IN SITU VIZSGÁLATA**

A hullás eseménysorának tudománytörténeti jelentőségű tényfeltárása, a szórásmező pontos helyének meghatározása, valamint további fellelhető darabok jövőbeni kutatását célzó keresőexpedíció előkészítése miatt is érdemes vizsgálat tárgyává tenni a Mike megtalálásának körülményeit, valamint eddigi in situ helyszíni vizsgálatait. A kutatás második körében a szerző erre tett kísérletet.

Sztrókay és Földváriné Földtani Közlönyben megjelent írása alapvető forrása ennek is: [4; 243. o.] „Somogy vm. déli részén, Mike község területén 1944 májusában meteorit-hullást észleltek. A lehullott anyagból két kisebb töredéket Somsich [helyesen Somssich] Gyula miki lakos 1944 nyarán felküldött Budapestre. A küldeményhez csatolt kísérőszöveg szerint 1944. május 3-án »Mikén este 1/27 óra tájban fent a levegőben néhány gépágyúszerű dörrenés volt hallható, majd erős suhogás közt néhány ökölnagyságú kő esett a falura... (...)«. Az értesülés szerzése után kérésünkre Kempf Imre miki kereskedő még további két kisebb darabot küldött fel az egyetemi Ásvány-Kőzettani Intézetbe.”

Az ezt követően végzett, a háborús és történelmi viszonyokkal szorosan

**3. TÁBLÁZAT. A Mike meteorit napjainkban ismert darabjainak fellelési helye (2024) (A szerző szerkesztése)**

Tulajdonos	Gyűjteményi típus	Fellelés helye
ELTE TTK Természettajzi Múzeum Ásvány- és Kőzettár	közgyűjtemény	Budapest, Magyarország
Kereszty Zsolt	magángyűjtemény	Győrújbarát, Magyarország
Nádai László	magángyűjtemény	Budapest, Magyarország
American Museum of Natural History	közgyűjtemény	New York, Amerikai Egyesült Államok
Jan Woreczko – Wadi Woreczko	magángyűjtemény	Varsó, Lengyelország

összefüggő, in situ vizsgálatokról Kereszty úgy fogalmazott az Élet és Tudomány hasábjain, [6] hogy „A front miatt Sztrókayéknak csak 1945 telén sikerült a helyszínen vizsgálódnuk. Ott megtudták, hogy a falu lakosságát a harcok miatt kiköltöztették, majd visszatérve már a romos állapotokat találták és azok helyreállításával és természetesen nem a hullott meteoritokkal voltak elfoglalva.”

Érdemes azonban újra elemezni Sztrókay Kálmán Imre és Földváriné Vogl Mária eredeti szövegezését: [4; 243. o.] „A szerzett értesülések után azt a szándékot, hogy a helyszínen további darabok után személyesen kutassunk, az év során beállott utazási nehézségek megakadályozták. Így csak mintegy másfél esztendő múlva, 1945 telén volt módunkban újra a lehullott többi darab sorsával törődni. Ekkor azonban azt az értesülést szereztük, hogy a község súlyos harci tevékenység színtere volt, az arcvonal itt tartósan megmerevedett, a lakosságot kiköltöztették, majd visszatérőkör a romok eltakarítása s a lakóházak helyreállítása közben nem gondoltak többé a meteoritokkal, így azok – sajnos – a háború pusztításának áldozatul estek.”

Mindebből az szűrhető le, hogy Sztrókayék valójában nem jártak Mikén. A kutatás megkezdése így a budapesti laboratóriumi vizsgálatok megindulását jelentette.

Mivel viszont Kereszty 2018. december 14-én megjelent közleményéből tudjuk, hogy „2016 nyarán kérésemre Tóth Árpád miki polgármester szívélyesen fogadott és körbevezetett a birtokon, amely korábban a Somssich kastélyhoz tartozott”, [6; 1586. o.] illetve a szakirodalom egyéb terepi bejárásokról nem tud, így leszögezhető, hogy 72 év (!) elteltével járt először kutató a helyszínen, mégpedig Kereszty Zsolt meteoritszakértő személyében. (4. táblázat)

**4. TÁBLÁZAT. A Mike szórásmezőjén végzett terepi bejárások időpontjai és végrehajtói (A szerző szerkesztése)**

Terepi bejárások időpontja	Terepi bejárás végrehajtója
1945*	Sztrókay Kálmán Imre és / vagy Földváriné Vogl Mária*
2016 nyara (publikálva 2018. december 14.)	Kereszty Zsolt
2018. augusztus 15.	Rezsabek Nándor – Rezsabek Levente

\* Téves hipotézis – nem történt meg



**2. ÁBRA. A Mike meteorit első darabjait tudományos célra szakemberekhez eljuttató Somssich Gyula lepusztult állapotú műemlék kastélya (A szerző felvétele)**



3. ÁBRA. A Mikének a Meteoritical Bulletin Database adatai alapján és a Google Earth segítségével ábrázolt, nem megerősíthető szórásmezeje (Letöltve: 2025.01.07.)

E sorok írójának Mikére vonatkozó kutatásai az *Európai meteoritkráterek in situ geomorfológiai és környezeti szempontú vizsgálata* szakdolgozata elkészítéséhez kapcsolódva, 2018-ban vették kezdetüket. Ennek során a Meteoritkráter Expedíció projekt keretében (fia, Rezsabek Levente társaságában) augusztus 15-én végzett terepbejárást. Ekkor kísérletet tett a hullás helyszínének behatárolására. [2] A szórásmező koordinátáira vonatkozóan archív adat a hazai szakirodalomban egyáltalán nem áll rendelkezésre. Az egyetlen vonatkozó információt a Meteoritical Bulletin Database közli. Eszerint a földrajzi koordináták a következők: 46° 14' é. sz., 17° 32' k. h. [1] (1. táblázat) Mindezt a megadott Google Earth hivatkozás térképen a 3. ábrán feltüntetett helyen, „Mike” jelzettel szemlélteti. (3. ábra) Ennek környezetét a településre délkeletről betorkolló főútról a településjelző tábla után közvetlenül délnyugatra nyíló, a közeli halastavak utánpótlását biztosító halnevelő kubikgödrök jelentik. (4. ábra) A kubikgödrök mögötti, a Lábodi-Rinya patak felé eső kiserdő pereme az, ahol (ezen koordinátákat alapul véve) esetlegesen landolhattak egykor a Mike darabjai. Ugyanakkor megállapítha-

4. ÁBRA. A meteorit hullásának - a bizonytalan pontosságú koordináták miatt nem megerősíthető - környezete: halnevelő kubikgödrök (A szerző felvétele)



tó, hogy az adatbázisban szereplő koordináták ívpercnél nem pontosabbak, másodperceket nem tartalmaznak. Mivel 1' pontosság a felszínen közel 2 km-nek felel meg, úgy ez nagyjából egyezik Mike község (lakott részének) teljes kiterjedésével. Feltételezhető, hogy a Metbull a falu koordinátáinak percre kerekített értékét tünteti fel, hiszen a másodperc pontosságú, a község nagyságrendi közepére vonatkozó koordináták a kerekítés szabályai szerint éppen ezt adják. Mindezt összefoglalva leszögezhető, hogy a kubikgödrök mögötti területnek, mint szórásmezőnek a ténye biztosan nem megerősíthető.

A hullás pontos helyének behatárolására – esetlegesen újabb meteoritdarabok fellelésére – az eredeti feljegyzések erre vonatkozó részleteinek hiányában csak abban az esetben kerülhet sor, ha a jövőben Mike bel- és külterületén megvalósul a település egészére kiterjedő műszeres bemérés. Kereszty ennek kapcsán úgy nyilatkozik, hogy „kívánatos lenne a terület szakemberek által koordinált és speciális, a kondritokra hangolt fémkeresős vizsgálata”. Ugyanakkor „a kevés még élő szemtanú megkeresése” [6; 1586. o.] az azóta letelt újabb időintervallum miatt érdemben már nem hozhat eredményt.

A helyi polgármesterrel, Tóth Árpáddal lefolytatott 2018-as telefonbeszélgetés során egyértelművé vált az is, hogy a meteorit magas társadalmi státuszú („úri”) megtalálói miatt, majd a falu ezt követő gyors történelmi változása okán, soha nem lett része a helyi folklórnak az egyébként egyedülálló természettudományos jelenség. Mindezt remekül példázza, hogy a község központjában elhelyezett információs táblán olyan – a település lakói számára természetesen fontos – adat szerepel, hogy a helyi iskolát 1889-ben két tanteremmel bővítették, de a hullásra vonatkozó eseménysorra nincs semmilyen utalás. Megerősítette ezt az állítást helyi lakosok véletlen mintavételezésű megkérdezése, amely alapján minimális volt azoknak a száma, akik egyáltalán hallottak az egykori meteorithullás tényéről.

Mindezt alátámasztja a kutatás jelen fázisában a szerzőnek a helyi archív

sajtótermékekre kiterjedő szakirodalmi vizsgálata. Az egykori Somogy vármegyei napilap, a Somogyi Ujság tárgyidőszakai, 1944. május és (a háborús helyzet miatt utolsó) október közötti havi lapszámai [10] semmilyen formában nem tesznek említést az extraterresztrikus eseményről. Ugyancsak említés szintjén sem foglalkozott a hullással a megyeszékhely, Kaposvár napilapja, az Uj-Somogy. Ennek 1944 májusi és (ugyancsak utolsó hónapi) novemberi számaina [11] szemlélve nem találunk erre vonatkozó újságcikket. A politikai változásokat követően megszűnő lapok helyébe lépő (egyik) megyei orgánum, a Somogyi Hírlap (az eseményhez még időben közel) 1945 és 1946 decembere között pedig utólag sem hivatkozott a meteoritra. [12]

## II. VILÁGHÁBORÚS HADMOZDULATOK MIKE TÉRSÉGÉBEN

A korábbi vizsgálatok nem terjedtek ki rájuk, a források pedig csak jórészt szóbeli közlésekre építve tettek említést a környéken folyó II. világháborús légi és szárazföldi hadmozdulatokról. Ezek feltárása jelentette a kutatás harmadik nagyobb egységét.

Az (esetleges) légitámadások tekintetében a Zrínyi Kiadó gondozásában napvilágot látott *Légi háború Magyarországon felett* II. kötetének vonatkozó adataira lehetett támaszkodni. [13; 250–256., 301–307. o.] Ezek alapján a szerző első adatelemzése annak feltárására irányult, hogy a II. világháború során Mikét közvetlenül érte-e támadás: megállapítható volt, hogy a falut közvetlenül nem sújtotta légcsapás. A Sztrókay és Földváriné által írtak, miszerint „a hullás részleteiről kevés megfigyelés történt, mert ekkortájt a vidéken heves légiharcok folytak, ami elterelte erről a rendkívüli jelenségről a figyelmet”, [4; 243. o.] azonban értelmezhető úgy is, hogy nem a község feletti légteret, hanem annak környezetét érintették a légi hadműveletek.

Második körben így a vonatkozó bejegyzéseket átvizsgálva a helyi lakosságot értelemszerűen elrettentő, a községtől légvonalban 50 km-nél kisebb távolságban történt Somogy vármegyei bombázásokra szűrt rá a szerző. (5. táblázat) Mindez 1944 folyamán hat települést hét alkalom-

mal érintett. Végrehajtója valamennyi esetben az Amerikai Egyesült Államok légierije, az akkor a szárazföldi hadsereg részét képező United States Army Air Forces (USAAF vagy AAF). A repülőgéptípusok esetében az 1944. június 30-i Barcs és Kaposvár elleni légi csapások esetében áll rendelkezésre információ: előbbi B-17-es („Flying Fortress”), utóbbi B-24-es („Liberator”) hadászati nehézbombázó volt. A feltárt időzítésekből azonban kiviláglik, hogy ezek a légi akciók vagy a május 3-i meteorithullást közel másfél hónappal megelőzték, vagy majdnem két hónappal követték. Leszögezhető tehát, hogy a természettudományos jelenség bekövetkeztekor nem volt légi harcászati aktivitás sem a település felett, sem régiójában. Ennek megfelelően az erre vonatkozó Sztrokay és Földváriné által megfogalmazottak, valamint a későbbi szakirodalmi források is pontatlan adatokat közöltek.

Mivel azt is publikálták, hogy „a község súlyos harci tevékenység színtere volt, az arcvonal itt tartósan megmerevedett”, [4; 243. o.] így szükséges kitérni a Mike térségében zajló szárazföldi hadmozdulatokra is. Az itteni katonai műveletek a II. világháború harmadik szakaszában valósultak meg. A 3. Ukrán Hadseregcsoporthoz tartozó 12. hadtest 1944. október 29-cel kezdődően egyaránt déli irányból fenyegette Mike térségét. A védelemért – hazai oldalról – a 2., majd a 3. magyar hadsereg parancsnoksága felelt. Az első jelentős offenzívát a 3. Ukrán Hadseregcsoporthoz tartozó 57. hadserege hajtotta végre: a vármegyeszékhelyt, Kaposvárt december 2-án, Barcsot december 7-én foglalták el. A hadiszerencse azonban forgandónak bizonyult, és egy nagy erejű német ellentámadás visszafoglalta, sőt a XXII. hegyihadtest egészen 1945 márciusáig tartotta a Nagybajom–Nagyatád–Barcs arcvonalat, a Margit-vonal nyugati szektorától egészen kis távolságra. A front így valóban Mike szűkebb térségében stabilizálódott. [14; 166–172. o.] A világégés negyedik szakaszának kronológiájához tartoznak a német erőknek a Dunántúl visszafoglalását célzó törekvései. Mike környékén Nagybajomtól Kaposvár irányába eszkalálódott az 1945. március 6-án megindított *Tava-*

5. TÁBLÁZAT. A Mike térségét ért légítámadások adatai (A szerző szerkesztése a [13] alapján)

Település neve	Légítámadás ideje	Légítámadás végrehajtója	Repülőgéptípus
Kaposvár	1944. március 17.	Egyesült Államok, USAAF	nincs adat
Barcs	1944. június 30.	Egyesült Államok, USAAF	B-17
Kaposvár	1944. június 30.	Egyesült Államok, USAAF	B-24
Vízvár	1944. július 2.	Egyesült Államok, USAAF	nincs adat
Gyékényes	1944. július 30.	Egyesült Államok, USAAF	nincs adat
Nagyatád	1944. július 30.	Egyesült Államok, USAAF	nincs adat
Taszár	1944. október 12.	Egyesült Államok, USAAF	nincs adat

*szí ébredés* hadművelet. Ebben egyrészt a német 6. páncélos hadsereg és a 3. magyar hadsereg, valamint a megyeszékhely környékén a német 2. páncélos hadsereg említett XXII., illetve LXVIII. hadteste vett tevékenyen részt. A német és magyar erők a 2. Ukrán Hadseregcsoporthoz tartozó 46. hadseregének összevont hadműveletével március 25. és április 12-e között került sor. [14; 214–218. o.] Mikén a II. világháború alatt összesen 88 áldozata volt. [15]

A fentiek megerősítik, hogy a kutatóknak 1944 novemberétől egészen a környékbeli szárazföldi hadműveletek 1945 márciusi lezárultáig valóban nem volt esélye a meteorithullással összefüggő terepi tudományos vizsgálatok elvégzésére a szórásmezőn. Az időintervallumot kiterjesztve az is leszögezhető, hogy az 1944 tavaszától induló légítámadások híre, illetve az 1945 tavaszát követő háborús helyreállítások, valamint a történelmi változások okozta társadalmi destabilizáció a fő okozói annak, hogy a bővebb időszakban is elmaradtak az in situ szórásmező-bejárások.

**ÖSSZEZÉS**

Az utolsó magyarországi meteorithullás, az 1944-es Somogy vármegyei Mike jelen cikkben ismertetett vizsgálata friss áttekintést adott a meteoritdatabázok utóéletére vonatkozóan. Elsőként kutatta tényadatok segítségével a környéken folyó II. világháborús hadi eseményeket, és megállapította, hogy a hulláskor – a korábbi vélekedésekkel ellentétben – nem volt sem a településen, sem közvetlen környezetében

harcászati légi tevékenység. Megállapította, hogy a háborús fenyegetés ellenére a hullást követően lett volna lehetőség az in situ vizsgálatokra, utóbb viszont a térségben kiterjedő szárazföldi hadműveletek ezt teljesen ellehetlenítették. A forrásadatok újraértelmezésével bizonyította, hogy az első helyszíni bejárásra valójában először 2016-ban került sor, továbbá megerősítette, hogy a meteorit egzakt szórásmezőjének beazonosítására csak műszeres vizsgálatokkal lenne lehetőség. ■

**HIVATKOZÁSOK**

[1] Meteoritical Bulletin Database (2024): Mike. <https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php?code=16636> (Letöltve: 2024.11.11.)  
 [2] Rezsabek Nándor: Expedíciós csapatunk magyar meteoritok nyomában – Mikén és Kaposvár-Kaposfüreden. Rezsabek Nándor ScienceBlog, <https://rezsabeknandor.blogspot.com/2018/08/expedicios-csapatunk-magyar-meteoritok.html> 2018.08.16. (Letöltve: 2024.11.02.)  
 [3] Sztrokay Kálmán Imre: Új magyarországi meteorit. Természettudomány 1947/10, 305–309.  
 [4] Sztrokay Kálmán Imre – Földváry Aladárné: A somogy megyei Mike községben hullott meteorit vizsgálata. Földtani Közöny 1953, 83, 7–9, 243–254.  
 [5] Sztrokay Kálmán Imre – Földvári-Vogl Mária: A new stone meteorite from Hungary. Acta Geologica 1954/3–4, 313–323.  
 [6] Kereszty Zsolt: Egy égi kő földi viszontagságai. Az év meteoritja. Élet és Tudomány, 2018/50, 1586–1587.  
 [7] Tokody László – Dudichné Vendl Mária: Magyarország meteoritgyűjteményei. Akadémia Kiadó, Budapest, 1951, 102.  
 [8] Ravasz Csaba: Catalogue of Meteorites of the Hungarian Natural History Museum. A Természettudományi Múzeum meteorit gyűjteményének katalógusa. Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica 1969/1, 3–110.  
 [9] Kubovics Imre: Általános közzettan. A földkövek közzettana. Mundus Kiadó, Budapest, 2008, 652.  
 [10] Somogyi Ujság. 1922–1944. Arcanum. <https://adt.arcanum.com/hu/collection/SomogyiUjsag1922/> (Letöltve: 2024.11.07.)  
 [11] Uj-Somogy. 1922–1944. Arcanum. <https://adt.arcanum.com/hu/collection/UjSomogy/> (Letöltve: 2024.11.07.)  
 [12] Somogyi Hírlap. 1945–1946. Arcanum. <https://adt.arcanum.com/hu/collection/SomogyiHirlap/> (Letöltve: 2024.11.08.)  
 [13] Pataky Iván et al.: Légi háború Magyarországon felett II. Zrínyi Kiadó, Budapest, 1992, 361.  
 [14] Ravasz István: Magyarország és a Magyar Királyi Honvédség a XX. századi világháborúban 1914 – 1945. Püldo Kiadó, Debrecen, 2003, 272.  
 [15] Mike. (Települési információs tábla. Kossuth utca.) (Leolvasva: 2018.08.15.)  
 [16] Náday László személyes közlése, 2024.12.11.

ÁDÁM BALÁZS\* – KOVÁCS ZOLTÁN\*\* – EMBER ISTVÁN\*\*\*

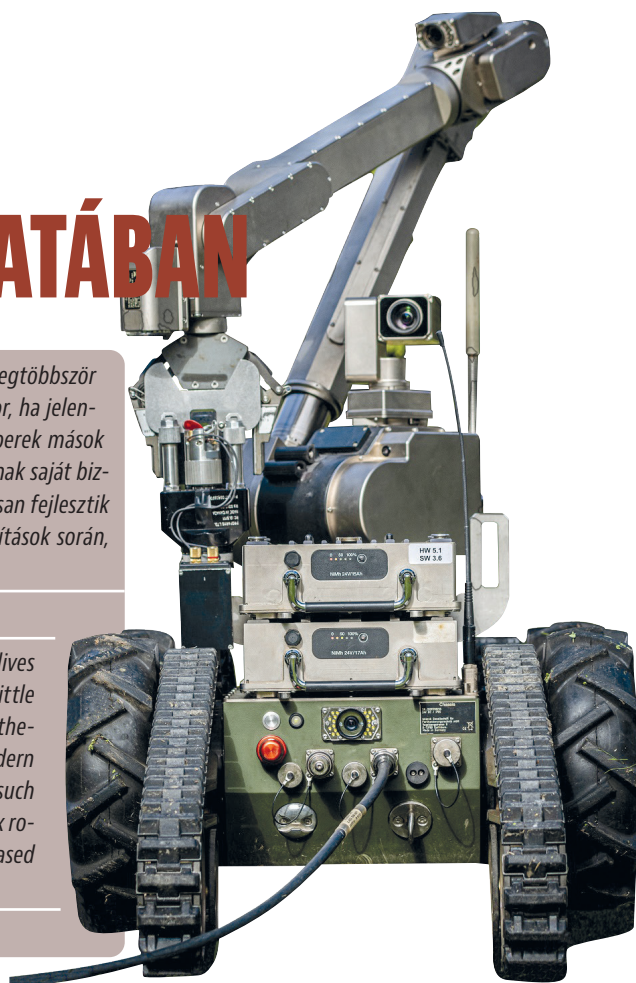
# MODERN ROBOT A TŰZSERÉSZET SZOLGÁLATÁBAN

**Összefoglalás:** A tűzserészek hivatása kihívásokkal teli, napjaikat életveszélyben töltik. Legtöbbször nem is érzékeljük munkájukat, a média viszonylag kevés esetben emeli ki őket, és főleg akkor, ha jelentős méretű kiürítéseket kell lebonyolítani a biztonság érdekében. Miközben ezek a szakemberek mások érdekében kockáztatják életüket, fontos, hogy modern eszközöket és eljárásokat alkalmazzanak saját biztonságuk növelése érdekében. A tűzserészrobotok ilyen eszközök, gyártóik pedig folyamatosan fejlesztik ezeket. A legújabb típusú Telemax robotok jelentősen segítik a szakembereket a hatástalanítások során, többek között a megnövelt hatékonyságú pozíció-visszajelzéssel a kezelők számára.

**Kulcsszavak:** tűzserészet, robot, hatástalanítás, távvezérlés

**Abstract:** The profession of explosive ordnance disposal operators is a challenging one, their lives are at risk day by day. Most of the time we do not even notice their work, they get relatively little media coverage and especially when major evacuations are required to ensure safety. While these professionals are risking their lives for the sake of others, it is important that they use modern tools and procedures to enhance their own safety. Explosive ordnance disposal robots are one such tool to help them, and their manufacturers are constantly improving them. The latest Telemax robots significantly assist professionals during render safe procedures, including through increased position feedback to operators.

**Keywords:** explosive ordnance disposal, robot, render safe procedure, remote control



1. ÁBRA. A Magyar Honvédség Telemax PRO V4.0 típusú könnyű tűzserészrobotja előlnézetben (Fotó: MH 1. TFE)

## BEVEZETÉS

A katonák feladatai sokfélék lehetnek, számos különleges tevékenység során kell az egyenruhásoknak helytállni szolgálatuk során. Ezek közül rengeteg új tennivalót hordoz az éghajlatváltozás, [1] melynek azonban jól ismert vonzatai is vannak a lehetséges krízisek között, [2] de a gyakoriságuk azért jelentősen eltérően alakult az elmúlt évtizedekben.

Vannak azonban olyan feladatok, melyek közel 80 éve változatlanok, bár a kezdeti intenzitásuk jelentősen csökkent, viszont évtizedek óta nagy mennyiségben biztosítanak feladatokat a haderőnek. A tűzserész-szaktevékenység katonai eredetű robbanótetek hatástalanításával foglalkozó ága kihívásokkal teli hazánkban. Van olyan esztendő, amikor közel 35 ezer darab lőszert, bombát és aknagránátot hatástalanítanak a katonák. [3; 59. o.] A feladat nagyságrendje jelentős, de ez csak az egyike a tűzserészek feladatainak. A bűnös célból készített veszélyes robbanótetek kezelése is a katonák feladata lehet, egyelőre csak nemzetközi feladataik végrehajtása

szórában. A kihívások itt még nagyobbak, mert esetenként teljesen ismeretlen eszközökkel kell megküzdeniük a szakembereknek. Ez a munka megköveteli, hogy mindig a lehető legkorszerűbb, speciálisan kialakított eszközöket alkalmazzák a katonák.

Célunk, hogy elemző vizsgálat alá vegyük az elérhető Telemax tűzserészrobot (2. ábra) változatait. Kifejezetten nagy hangsúlyt helyezünk majd az új típus előnyeire, és bemutatjuk a fejlesztések jelentőségét az egyes hatástalanítási tevékenységek során.

## KATONAI TŰZSERÉSZFELADATOK HAZÁNKBAN

Az évszázadok során végbement fegyveres konfliktusok nagy része nem hordoz jelen korunkra is veszélyt jelentő fenyegetést, ugyanis ezek során még nem használtak olyan eszközöket, amelyek a robbanás hatását használták volna fel pusztítás véghezvitelére. Ezzel szemben a 20. század két legnagyobb, világszintű háborújának hagyatéka, maradványa már jelen-

tős hatást fejt ki napjaink társadalmának életére is. Ezeket a fenyegetéseket leginkább a visszamaradt katonai eredetű robbanótetek jelentik, amelyek előtárlásáról évi átlagos 1800–2000 bejelentés [3; 60. o.] érkezik a hatástalanítást végző szervezethez.

A tűzserészeti mentesítési feladatok ellátásáról szóló 142/1999. (IX. 8.) Korm. rendelet [4] (a továbbiakban: Rendelet) a hazánk területén előtárlt katonai eredetű robbanótetekkel kapcsolatos feladatokat a Magyar Honvédség (MH) feladatkörében határozza meg, kivételt képeznek ez alól a bűncselekmények elkövetésével összhangba hozható vagy terrorcélal alkalmazni kívánt eszközök, amelyek esetében a Készenléti Rendőrség (KR) és a Terrorrelhárítási Központ (TEK) szakalegységei hivatottak eljárni. [4]

Az Magyar Honvédség széles körű feladatrendszerében a tűzserész feladatok speciális spektrumát az MH 1. Tűzserész és Folyamőr Ezred (MH 1. TFE) hivatott ellátni. Ez a katonai szervezet felelős a rendeletben meghatá-

\* Tűzserésztiszt, MH 1. Tűzserész és Folyamőr Ezred, ORCID: 0000-0003-0597-4528

\*\* Egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék, ORCID: 0000-0001-9098-1997

\*\*\* Adjunktus, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék, ORCID: 0000-0002-9877-0366

rozott esetekben a tűzserész-beavatkozás megtételéért.

„Aki elhagyott robbanótestet vagy annak tűnő tárgyat talál, illetve ilyen tárgy hollétéről tudomást szerez, köteles azt haladéktalanul bejelenteni a helyi rendőri szervnek vagy ahol ilyen nincs, ott a települési önkormányzat jegyzőjének, aki a bejelentésről köteles értesíteni a területileg illetékes rendőri szervet.” [4] Ezeknek a bejelentéseknek a száma éri el évente átlagban a korábban már említett jelentősnek tekinthető számot. Az MH Tűzserész Ügyletre beérkező bejelentésekkel kapcsolatos első és legfontosabb teendő az eszközök helyétől függő riasztási kategóriába sorolás. A legfontosabb rendezőelv a folyamat során tehát az eszközök bejelentéskori helyzete. A Rendelet kimondja, hogy soron kívül kell kirendelni a tűzserész katonákat a mentesítésre, ha az eszközt „lakóépületben, oktatási, nevelési, szociális, egészségügyi vagy más közintézmény területén, vízi vagy szárazföldi útvonalon, közforgalmú repülőtéren, közterületen, vízi létesítmény belső védőterületén lelték fel és a vízszolgálatást akadályozza, illetve az egyéb helyen talált robbanótest sürgős tűzserész mentesítése alapos okból indokolt.” [4] Minden egyéb esetben az MH 1. TFE-nek 30 nap áll rendelkezésére a szükséges intézkedések megtételére. [4]

A közszolgálati feladatok ellátása mellett az alakulat térítés ellenében is végezhet tűzserész-tevékenységet olyan esetekben, mint pl. objektumok tűzserész-átvizsgálása, robbanóanyagot vagy pirotechnikát tartalmazó eszközök megsemmisítése vagy szakértői feladatok ellátása, esetleg felkészítések tartása. [4]

### AZ MH 1. TŰZSERÉSZ ÉS FOLYAMŐR EZRED TÖRTÉNETE

A tűzserész-szakemberek elődjei azok a tüzérségi gránátok gyártásával foglalkozó cégek alkalmazottai voltak, akik a gránátok pontosságának javításáért, átvételekért, bevizsgálásokért, valamint a hibás gránátok megsemmisítéséért feleltek. Az I. világháború kirobbanásának következtében ezek a feladatok kiegészültek a hátramaradt vagy fel nem robbant

eszközök hatástalanításával is. A viláégés során olyan nagymértékű robbanótest-szennyezés jelent meg a hadviselő felek területein, amelyekre korábban nem volt példa, így igény jelentkezett nagyszámú, jól felkészített, robbantási feladatokat önállóan végezni képes katonára, akik a megtalált eszközök ártalmatlanítását végezték. [5]

Bár a két világháború közötti időszakban a technológiai fejlődés jelentős volt, és rengeteg újfajta gránáttípus jelent meg, az alkalmazás hiánya miatt a tűzserész, mint képesség még nem vált újból indokolttá. Tűzserészjellegű szakemberekre először 1939-től volt szükség, őket légialtalmi tűzserészeknek hívták, és a légi támadások során alkalmazott, de fel nem robbant eszközök hatástalanítását kellett végezniük. Az első ilyen járőr csoportosítások a Honvédelmi Minisztérium (HM) alárendeltségébe tartoztak. [6; 18. o.]

A II. világháború utolsó időszakában hazánk is művelési területté vált, amely jelentős robbanótest-szennyezést jelentett. A robbanótestek mellett komoly gondot jelentett a kb. 120 000 katasztrális hold [7] méretű elaknásított terület is. A mezőgazdasági területek újraművelhetővé válásához elengedhetlenné vált a területek aknamentesítése, így a háború utáni rekonstrukciós feladatok egyik

legfontosabbja volt ez. [6; 19. o.] Az első kifejezett aknamentesítő feladattal létrehozott katonai alakulat az 1. Honvéd Aknakutató Zászlóalj volt 1947-től, amely mentesíteni kezdte a főbb szennyezett területeket és a Balaton környezetét. Ezzel megalakult a napjainkban vett tűzserész-szakcsapatok hazai formájának alapja. [8]

Az egység neve 1975-ben 1. Tűzserész és Aknakutató Zászlóaljra változott, és ezzel együtt önálló egységé alakult. A Zászlóalj 2001. július 1-től egy Hadihajós Alosztállyal bővült, és ezzel együtt egy névváltoztatáson esett át. Új nevét, 1. Honvéd Tűzserész és Hadihajós Ezred egészen 2023. január 1-ig viselte, amikor kisebb belső szervezeti átalakulásokat követően az egység megkapta jelenleg is használt 1. Tűzserész és Folyamőr Ezred megnevezést. [8]

### A TELEX TŰZSERÉSZROBOT

A Telex egy távvezérelt tűzserészrobot, amely elsődleges feladata – a többi tűzserészrobothoz hasonlóan – a tűzserészkatona közvetlen fizikai jelenlétének kiváltása a robbanótesttel veszélyeztetett területen. Bár az improvizált robbanóeszközökkel (IED – Improvised Explosive Device) szemben robotok használatával sem szűnik meg a veszély, de mégis minimalizálható az emberi sérülések kockázata. Az improvizált robbanóesz-

2. ÁBRA. Telex PRO V4.0 tűzserészrobot az irányító panellel (Fotó: MH 1. TFE)



3. ÁBRA.  
A tűzserézsrobot  
irányítópanelje  
(Fotó: MH 1. TFE)



közök olyan „házilagosan készített”, tehát nem üzemi körülmények között előállított eszközök, amelyek a pusztító hatásukat a robbanás hatóerejével, az egészségre ártalmas vegyi, biológiai anyagokkal, pirotechnikai eszközökkel vagy gyújtóhatású anyagok segítségével érik el.

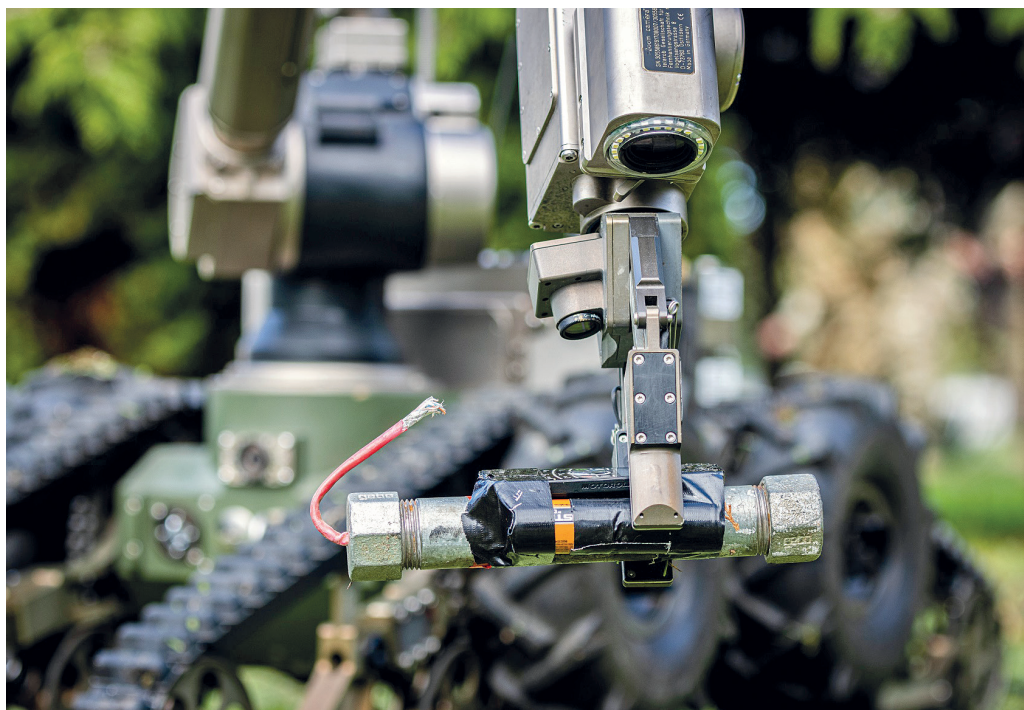
Tűzserész szakmai körökben elterjedt mondás, hogy „a tűzserész legjobb barátja a távolság”, és a robotok alkalmazása alapvető segítség, hogy ezt a távolságot kialakítsuk (4. ábra)

4. ÁBRA.  
Egy IED imitáció  
a Telex PRO V4.0  
fogókarjában  
(Fotó: MH 1. TFE)

Az MH-ban rendszeresített tűzserészrobotokat alapvetően két típusra osztjuk. Egyik típusba a nehéz tűzserészrobotok tartoznak, amelyek na-

gyobb tömegükkel és teherbírásukkal a felderítési feladatok mellett leginkább megsemmisítési feladatokat látnak el (ilyen pl. az Andros F-6A). A másik típusba a könnyű tűzserészrobotok tartoznak, amelyek elsődleges feladata, méretükből és mozgékonyaságukból adódóan, inkább a felderítés, mintsem a megsemmisítés. [9]

A Telex a könnyű tűzserészrobotok közé tartozik. A Telex robotcsalád korábbi változatai [16] is rendszerben vannak az MH-ban,<sup>1</sup> viszont jelenleg megtalálhatók ezek modernizált változata is, melyek a Telex PRO V4.0 típusjellet viselik. (1. ábra)



A robot kis mérete és tömege, könnyű manőverező képessége és viszonylag hosszú manipulátorkarja lehetővé teszi olyan területek felderítését is, mint a buszok, vonatok és repülőgépek utastere. Ezek a feladatok nagyobb méretű robotokkal elképzelhetetlenek lennének, ráadásul a gyártó nagy hangsúlyt fektetett arra, hogy extrémnek tekinthető formákban is képes legyen a robot ilyen felderítést elvégezni. Ez lehetővé teszi, hogy az eszköz kifejezetten magasra nyúlva, felfelé vagy vízszintes irányban is képes manőverezni. A tűzserészrobot továbbá képes megfelelő biztonsági távolságot nyújtani a távvezérlő rendszerek segítségével, amellyel minimalizálható az emberi veszteség kockázata. Képes épületekben és zárt környezetben mozogni, lépcsőkön fel- és lemenni, így kamerarendszerének köszönhetően biztonságosan felderíthető vele egy-egy veszélyes objektum vagy terepszakasz. Különböző felszerelhető tartozékaival és gyakorlott robotoperátor<sup>2</sup> segítségével pedig képes hatástalanítani feladatok végrehajtására is. Ezen feladatrendszerek ellátására az 1. táblázatban leírt paraméterek adnak lehetőséget.

A tűzserészrobotok felhasználhatóságát alapvetően két tényező határozza meg (az irányítási rendszeren kívül), ezek pedig a hajtás és a robottest akadályleküzdő képessége, valamint a robot manipulátorkarjának jellemzői. Nos, az 1. táblázatban látható adatok alapján az MH-ban rendszeresített Telex PRO V4.0 maximálisan kielégíti a könnyű tűzserészrobotokkal szemben támasztott követelményeket. Mozgásszabadságát 4 db különálló gumilánctalpas hajtókeret biztosítja. Első és hátsó terepszögei 45°-osak, lépcsőre vagy akadályra 500 mm magasságig képes felkapaszkodni, illetve egy 600 mm-es árkon is még képes átkelni.

A lánctalpas hajtókeretei gumike-rekekre is cserélhetők, amellyel nagyobb sebességet képes elérni a robot, de ezzel akadályleküzdő képességei és lehetőségei is nagy-

<sup>1</sup> Ezek a Telex PRO V1.1 és a Telex PRO V1.4 robotok.

<sup>2</sup> Robotkezelő.

mértékben csökkennek. Az MH által beszerzett NiMh 24V, 17 Ah teljesítményű akkumulátorral a robot átlagosan 2 órát, 2 db akkumulátorral 4 órát képes üzemelni. A képességeket meghatározó másik fontos elem a manipulátorkar. A Telex PRO V4.0 7 db csuklóval, „ízülettel” rendelkezik, amelyek nagy szabadsági fokot biztosítanak a robotoperátor számára. A robotkar fogórészének maximális magassága teljesen nyújtott manipulátorkar mellett 2690 mm, így alkalmas repülőgépek vagy autóbuszok kizipoggyász-tárolóinak vizsgálatára és felderítésére egyaránt. Az 1820 mm-es előrenyúlását akkor képes legjobban kihasználni, amikor a felderítés során gépjárművek alá, szűk résekbe vagy csatornába kell betekintést nyerni. [10; 4–5. o.] [12] [13] [14]

A rendszeresített Telex PRO V4.0 3 db alapkamerával és 4 db opcionálisan felhelyezhető kamerával rendelkezik. A 3 db alapkamerához tartozik a fogószerkezet alulnézeti kamerája, az első, illetve a hátsó testkamera. A fogószerkezet alulnézeti kamerája színes képet biztosít, rögzített fókuszbán, a háttérvilágítást 5 db fehér színű LED biztosítja, amely erőssége 5 fokozatban állítható. Az első és hátsó kamera is színes képet biztosít rögzített fókuszbán. Mindkettőhöz 20 db fehér fényű LED kapcsolódik, amelyek fényerőssége 5 fokozatban állítható. Mindkettő kamera a robot testéhez van rögzítve, azok mozgatása nem lehetséges. Ha az eddig felsorolt fényforrások nem képesek biztosítani a szükséges fényerőt, úgy az operátor további két nagy fényerőjű LED-et is felkapcsolhat, amelyek teljesítménye egyenként 3 W. A további 4 db opcionálisan felhelyezhető kamera elhelyezését és típusát az adott feladathoz lehet igazítani. A fix fókuszu kamera ugyanolyan képességekkel rendelkezik, mint az első és hátsó kamerák, viszont rögzítési helye a roboton opcionálisan módosítható. A nagyító kamera ugyanolyan paraméterekkel rendelkezik, mint az első és hátsó kamerák, azzal a különbséggel, hogy ezzel optikai nagyítás érhető el. A forgatható nagyító és éjjellátó kamera 4 állásos digitális nagyítási fokozatban (1×, 2×, 4× és 8× nagyítás) biztosít színes

vagy éjjellátó képet a robotoperátor tevékenységének támogatásához. Az éjjellátó kamera működéséhez és a megfelelő képminőségéhez 20 db infravörös fényt kibocsájtó LED biztosít elegendő megvilágítást. A fényforrás fényerőssége 5 fokozatban állítható. A fogófejbe egy gumis száron elhelyezkedő megfigyelőkamera is illeszthető, amivel szűk helyekre vagy gépjárművek alá lehet könnyen betekinteni a fogórész korlátlan forgathatóságának köszönhetően. A kamerarendszerhez tartozik még egy világító modul is, amely nagy fényerőjű LED-je 3 W teljesítménnyel képes világítani. [10; 6–7. o.] [12] [13] [14]

A Telex robotcsaláddhoz számos fegyverzet kapcsolható, de ezeket nem a német Telerob cég gyártja és fejleszti, hanem a kanadai Proparms. A magyar beszerzési folyamatok eredményeként a Proparms 12,5 mm Neutrex diszruptert rendszeresítették.

A fegyverzet feladata, hogy egy löporos patron segítségével a fegyvercsőben elhelyezett vizet nagy nyomással és nagy sebességgel kilője, ezzel megsemmisítve az IED bizonyos részeit úgy, hogy eközben detonáció nem következik be. A fegyvercső végén helyezkedik el a hátrasikló tömb, amelybe a löporpatront kell behelyezni. Annak érdekében, hogy a fegyverzet ne rongálja meg a robotot, a hátrafelé ható erők kiegyensúlyozására a hátrasikló tömbhöz oldalt további két, hátrasiklást megvezető csövet kell csatolni, amelyekbe ugyancsak víz kerül. (2. táblázat) A patron működésbe lépése után a hátrasikló tömb a keletkezett energiákat két irányba vezeti, egyrészt a fegyvercsőbe (fő löirány), másrészt a hátrasiklást megvezető csövekhez, amelyekből víz lövell ki, és emiatt a fegyverzet hátrasiklásmentesen helyben marad a robotkaron. [15; 5–16.]

A Telex PRO V4.0 egyik legszembetűnőbb fejlesztése a korábban rendszeresített robotokhoz képest az irányítópanel, amely egyszerűbb kezelhetőséget tesz lehetővé. A középső kijelzőn egy 3D robotábrázoláson az operátor folyamatosan nyomon tudja követni a hajtókeretek és a robotkar egyes „ízületeinek” aktuális helyzetét, ezzel elősegítve az ope-

rátor pontosabb helyzetértékelését. (3. ábra)

Előre definiálhatók a robotkar- és hajtókeret-mozgásmódok, amelyekkel pl. a robot legmagasabb felnyúlási állapota érhető el gyorsan, vagy amivel a robot önállóan képes átkelni

1. TÁBLÁZAT. A Telex PRO V4.0 műszaki adatai (A szerzők szerkesztése [10; 4–9. o.] [11] [12] [13] [14] alapján)

Műszaki jellemzők	Érték/Adat
Hossz (szállítási pozícióban) [mm]	800
Szélesség [mm]	400
Magasság (szállítási pozícióban) [mm]	750
Tömeg [kg]	77
Sebesség [km/h]	4
Meghajtás	4 db különálló gumilánctalpas tag (gumikerék is szerelhető rá)
Első és hátsó terepszög [°]	45
Lépcsómászó képesség [mm]	500
Árokmászó képesség [mm]	600
Manipulátorkar csuklóinak száma [db]	7
Fogópofák nyílási szélessége [mm]	120
Maximálisan emelhető tömeg [kg]	20
Teljesen kinyújtott robotkarral maximálisan emelhető tömeg [kg]	3
Felnyúlás [mm]	max. 2400 + 290 teleszkóp
Előrenyúlás [mm]	max. 1530 + 290 teleszkóp
Kamerák száma [db]	3 db alap 7 db-ig bővíthető
Rádióvezérlés	igen
Kábeles vezérlés	3 m-es vezetékkel technikai kiszolgálási feladatokra; műveleti körülmények között optikai szálal vezetékkel
Működési hőmérséklet-tartomány [°C]	-20 és +50 között

\* Az MH-ban rendszeresített eszközre vonatkozó adat.

2. TÁBLÁZAT. Neutrex 12,5 mm diszrupter műszaki adatai (A szerzők szerkesztése [15; 21. o.] alapján)

Műszaki jellemző	Érték/Adat
Teljes hossz [mm]	330
Szélesség [mm]	100
Tömeg [kg]	kb. 2
Anyaga	rozsdamentes acél és alumínium
Folyékony lövedék [ml]	26
Folyékony töltet összesen [ml]	56
Hátrasiklási rendszer	97%-ban hátrasiklásmentes
Fegyvercső átmérője [mm]	12,5
Fegyvercső hossza [mm]	kb. 267

5. ÁBRA.  
A Telex PRO V4.0 típusú könnyű tüzsereszrobot a kiegészítő egységeivel  
(Fotó: MH 1. TFE)



árkokon; esetleg lépcsők, létrák megmászása is gombnyomásra történhet.

### ÖSSZEGRÉS

Írásunkban részletesen bemutatott a legújabb Telex robot (5. ábra) legfontosabb képességeit, paramétereit. A fejlesztések érzékelhető minőségi változást jelentenek a tüzseresz-szakfeladatok végrehajtásához. Ez kifejezetten abban jelenik meg, hogy a kezelők számára aktívabb visszajelzést biztosít a robot és felépítményének helyzetéről. Ezek első pillanatra nem tűnnek hatalmas változásnak, azonban egy ilyen eszköz távirányítással kezelni, közvetlen rálátás nélkül jelentős kihívást jelent, és nagy felkészültséget követel. Ilyen szempontból vizsgálva tehát minden segítség jelentősen hozzájárul egy-egy hatástalanítás sikeréhez. A gyártó és fejlesztő jó érzékeléssel ismerte fel a felhasználói igényeket, és megfelelő megoldást biztosított a problémára.

Érdeemesnek tartjuk a jövőben további tüzseresz-szakfeladatokba bevonható modern robotok elemző vizsgálatát és lehetőség esetén azok jellemzőinek összevetését. Ezt nem egy gyártó versenyztetésként kívánjuk majd elvégezni, célunk kizárólag az egyes típusok képességeinek pontos feltérképezése és a speciális feladatrendszerben történő lehetséges elhelyezése lesz.

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Padányi József: Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2022.
- [2] Padányi József – Földi László: Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management. Bilten Slovenske Vojske (Contemporary Military Challenges), 2015/1., 29–46. <https://doi.org/10.33179/BSV.99.SVI.11.CMC.17.1.2>
- [3] Ember István: A lőszermentés szerepe az építőiparban. Építőanyag 2020/2, 59–63. <https://doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.9>
- [4] 142/1999. (IX. 8.) Kormányrendelet a tüzsereszeti mentesítési feladatok ellátásáról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99900142.kor> (Letöltve: 2024.09.09.)
- [5] Posta Lajos: A tüzseresz és aknakutató tevékenység megjelenése Magyarországon. In: Bucsák Mihály et al.: 70 év az életveszély árnyékában. A magyar tüzseresz- és aknakutató alakulatok története 1945–2015. Zrínyi Kiadó, 2015.
- [6] Ember István: A tüzseresz biztosítás kihívásai, a katonai eredetű robbanótestek azonosításának és hatástalanításának korszerű módszerei a 21. században. Doktori (PhD) értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola (2023).
- [7] Kovács Tibor et al.: Építünk, védünk, alkotunk. A műszaki csapatok története 1945-től napjainkig. Zrínyi Kiadó, 2012.
- [8] Magyar Honvédség 1. Tüzseresz és Folyamőr Ezred (2022). <https://honvedelem.hu/alakulat/magyar-honvedseg-1-tuzseresz-es-folyamorzred.html> (Letöltve: 2024.09.10.)
- [9] Gácser Zoltán: Tüzseresz és felderítő robotok a magyar haderőben. Hadmérnök különszám, Robothadviselés 7. tudományos szakmai konferencia, (2007). [http://hadmernok.hu/kulonszamok/robohadviseles7/gacser\\_rw7.html](http://hadmernok.hu/kulonszamok/robohadviseles7/gacser_rw7.html) (Letöltve: 2024.09.11.)
- [10] Günther. A.: EOD robot telex PRO Manual. Telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH, 2017.
- [11] Gyarmati József – Simó Réka: Autonóm terepjáró járművek katonai felhasználásának lehetőségei, II. rész. Haditechnika, 2021/1. 8–14. <https://doi.org/10.23713/HT.55.1.02>
- [12] Unmanned Systems EOD robots. [https://www.militarysystems-tech.com/sites/militarysystems/files/supplier\\_docs/EOD%20Brochure.pdf](https://www.militarysystems-tech.com/sites/militarysystems/files/supplier_docs/EOD%20Brochure.pdf) (Letöltve: 2024.10.13.)
- [13] Telex EVO PRO. [https://www.avinc.com/images/uploads/product\\_docs/Telex\\_Evo\\_Pro\\_Datasheet\\_09292021\\_1.pdf](https://www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Telex_Evo_Pro_Datasheet_09292021_1.pdf) (Letöltve: 2024.10.13.)
- [14] Bomb Disposal Robot „TeleMax”. <https://www.sis-tss.ru/2010-06-26-06-15-48/6680-bomb-disposal-robot-telex.html> (Letöltve: 2024.10.13.)
- [15] 12,5 mm-es hátrasiklás nélküli (HSN) diszrupter kezelői kézikönyv. Proparms Ltd., 2007.
- [16] Daruka Norbert: Robotok alkalmazhatósága a tüzseresz feladatok tekintetében. Seregszemle 2012/2, 43–54. (HU ISSN 2060–3924)

PÉTER ÉLES\*

# THE HISTORY OF AMMUNITION ASSEMBLY AND DISASSEMBLY IN PUSZTAVACS

**Abstract:** *The author is pursuing his doctoral research on the topic of possible ways of handling surplus ammunition stocks unsuitable for military use. One of these handling methods is the disassembly of ammunition, which is currently being carried out at the Pusztavacs base of the Hungarian Defence Forces Material Supply Storebase, Ammunition Technical Subdepartment. The present study briefly reviews the history of this organizational element in order to fill in some gaps. The author guides the reader from the arduous beginnings to the present, touching on significant milestones. The article focuses specifically on the history of ammunition (dis)assembly activities, so the other tasks of the Pusztavacs base are not, or – in the case of the laboratory – only briefly mentioned.*

**Keywords:** *assembly and disassembly of ammunition, Pusztavacs base, ammunition assembly plant, history of ammunition assembly*

**Összefoglalás:** *A szerző doktori kutatásait a hadihasználatra alkalmatlan, felesleges lőszerkészletek lehetséges kezelési módjainak témakörében folytatja. Az egyik ilyen kezelési módszer a lőszerkecsészterelés, amely tevékenység jelenleg is folyik a Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis pusztavacsi bázisán, a Lőszertechnikai Alosztálynál. A tanulmányban – némileg hiánypótlásként – ennek a szervezeti elemnek a történetét tekinthetjük át nagyon röviden. A szerző végigvezeti az olvasót a fáradságos kezdetektől a jelenig, érintve a jelentős mérföldköveket. Az írás kifejezetten a lőszerkesztelési tevékenység történetjére koncentrál, tehát a pusztavacsi bázis egyéb feladatait nem, vagy – a laboratórium esetében – csak felvillantásképpen említi.*

**Kulcsszavak:** *lőszerkecsészterelés, Pusztavacs bázis története, lőszerkesztelő üzem, a lőszerkesztelés története*

## INTRODUCTION

Today, within the Hungarian Defence Forces, there is only one organizational element carrying out ammunition installation, the Material Supply Storebase Ammunition Technical Subdepartment. This was not the case earlier: before the 1989 regime change, ammunition bases – with ammunition assembly plants and workshops of different levels in their establishment – operated in Kál, Táborfalva, Hajdúsámson, Izsák, Bakonysárkány, Törökbálint and Feldebrő.

The following brief summary of the history of the Pusztavacs plant, which remains the only ammunition

assembly organization today, gives a picture of the development and “life path” of this activity.

I used the following sources for my writing: The Unit History Book of the HDF Hazardous Material Supply Centre (registration number: 1260/72, HDF Material Supply Storebase Base Command Pusztavacs), History of the Institute 1951–1983 (Hungarian People’s Army 11<sup>th</sup> Ammunition Base, Pusztavacs, the original registration number: 0132/1983, from the collection of the Military History Archives), and last but not least, the memories of soldiers and civilian employees who served and worked at Pusztavacs for decades, including myself.

## THE BEGINNINGS (1951–1956)

During the Second World War, the 9<sup>th</sup> Field Ammunition Store of the Royal Hungarian Defence Forces operated on the edge of the village of Pusztavacs, and was emptied at the end of the war. It was in this area, in the wilderness approx. 3 km away from Újház-major that the construction of the Central Ammunition Warehouse of the Hungarian People’s Army started in 1949–1950.

The building work was carried out by soldiers and the local population, and a large amount of building materials were placed in the area.

“First, five warehouses were built, then the kitchen and mess were completed. Later, a canteen and a number of offices were established. The works progressed rapidly so that another ten warehouses, the commander’s building and the company building were soon handed over. On 15 October 1951, based on Order No. 0046/51 of the Minister of Defence of the Hungarian People’s Republic, the 11<sup>th</sup> Ammunition Warehouse began its organizational activities with the main tasks of receiving, storing and guarding ammunition arriving from manufacturing plants and troops.” [1; p. 3.]

According to the document entitled “History of the institute” dated 30 December 1983: “The institute was founded in 1951 in the area of the old 9<sup>th</sup> Honvéd Ammunition Store; the HPA GS Organ and M. GC<sup>1</sup> No. 08150/1951. under the name Central Ammunition Warehouse.” [2; p. 2.]

In the early days, the staff numbered around six hundred personnel. The officers completed 6–12 months

\* Major, head of the Central Material Supply Department of the HDF Material Supply Storebase, PhD student at the Doctoral School of Military Sciences at the Faculty of Military Science and Officer Training of the University of Public Service. ORCID: 0000-0002-9938-9823

<sup>1</sup> Hungarian People’s Army General Staff Organization and Mobilization Group Chief



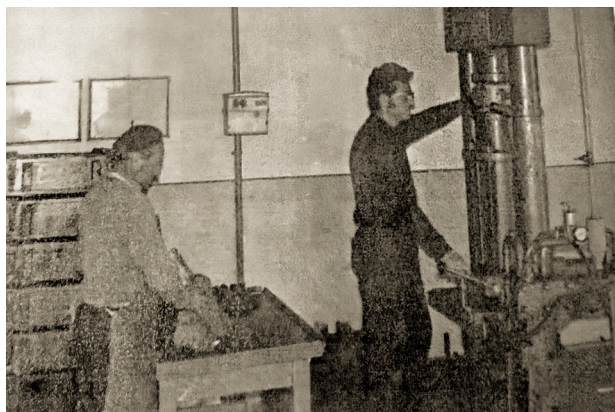


FIGURE 1: Work on the press [1; p. 5.]

of schooling, and even with the greatest goodwill, we cannot call them specialists or leaders; however, their enthusiasm was great. This was necessary indeed, since the majority of the personnel assigned here, i.e. the conscripts enlisted here, came from Borsod-Abaúj-Zemplén County, and their education was mostly limited to 4-5 classes of elementary school, with many illiterate ones among them.

"In the summer of 1952, the builders finished their work, and only minor finishing touches had to be done after they left. Several of the builders settled here and continued to work as professional soldiers or civil servants.

The young but inexperienced staff did a lot of work. Almost day and night, they escorted ammunition shipments and provided guard duty. Girls and women also worked in the unloading of the wagons, moving 10-12 tons per day.

The same year, the ammunition repair workshop started its operation with 20 personnel, who were unskilled

staff. Its machinery pool was rudimentary, almost all operations were done manually.

The quality of ammunition produced for immediate wartime use deteriorated rapidly. The number of extraordinary events (premature activation, explosions, burning) increased during firing exercises and manoeuvres. For this reason, these munitions were withdrawn to the warehouse, where the enthusiastic but inexperienced team carried out their maintenance and made them suitable for use. This is how the activity of the ammunition repair workshop (hereinafter: ammunition assembly plant) began." [1; p. 3.]

The initial difficulties were more pronounced at the ammunition assembly plant than in other areas, such as ammunition storage.

"Its staff (ce.)<sup>2</sup> was small and the employees had no professional knowledge. Almost all operations were done manually (e. g. the marks on the artillery ammunition cases were written by hand with a brush). The work was hard. A woman working there lifted 10-12 tons of 85 mm ammunition in 8 hours." [2; p. 11.]

In 1954-55, the senior leaders were replaced by more qualified officers, who had already completed a two-year officer school. It is thanks to their activity, the work at the base became more organized. Technical and infrastructural developments also continued: roads were built, new ammunition receiving points were

established, and more modern machines were placed in the technological processes.

The year 1955 saw the completion and start of a central laboratory that was closely and organically connected to ammunition assembly and disassembly, where the inspection of ammunition components began. At that time, the senior staff was prepared by Soviet specialists, starting in 1956.

### THE HEYDAY (1956-1989)

During this period, the ammunition base in Pusztavacs really prospered, just like the ammunition assembly plant. A series of investments and developments were realized at this time.

"By the end of the 1950s, the repair workshop was increasingly prepared for the repair and assembly of ammunition. Its machine pool constantly developed, partly with central supplies, but mostly with self-designed special tools, machines and innovations." [2; p. 11.]

The destruction of scrap gunpowder by burning and the disposal of scrap igniters by blasting began during this period.

In 1961, the assembly line connecting several workrooms of the plant was put into operation. This material handling device was assembled from components of scrapped equipment. Setting it up in the system greatly facilitated and, at the same time, speeded up the work.

Meanwhile, a lot of attention was being paid to the training of employees; both their theoretical and practical education was of high standards.

Developments were also increasing in the field of mechanization, infrastructure, and technological processes. At that time, the renovation of spent artillery shells was a significant result. "From 1962, the renovation (passivation) of spent artillery brass sleeves began (that is, sleeves left behind after shooting). The mechanical renovation was done on converted 100-lathes. The sleeves were calibrated in an 1870 vintage press refurbished by us. Its daily output was 150-200 pieces. The renovation of the copper sleeves made it possible to re-



FIGURE 2: Classification of artillery ammunition cases awaiting renovation [1; p. 11.]

<sup>2</sup> ce.: civilian employee

fit various munitions of various calibres (e. g. shells for 85 mm D-44 divisional guns). Tens of thousands of copper sleeves have been renovated with this technology." [2; p. 11]

The development of the technology for steel sleeves had been completed by 1965. "In 1965/66, the renovation (phosphating) of artillery iron sleeves began. The shooting tests have proven that even steel bullet cases can be renewed several times with this method." [2; p. 12.]

In 1970, the munitions assembly plant was expanded with new workplaces, a new boiler room and the transport and sorting areas were built. As a result of organizational rationalization, the independent Technical and Quality Control Department was established in 1971, directly subordinate to the commander.

"In 1972, the laboratory carried out gunpowder and explosive testing of the igniters as well as the larger calibre artillery ammunition in the stock of the Hungarian People's Army. A proposal was made to withdraw materials unsuitable for military use and to renovate those remaining in the system by the munitions assembly plant." [1; p. 8.] In other words, from that time on, the cooperation between the ammunition assembly plant and the testing laboratory, and the interdependence of their activities, became systemic. "Since 1974, we have been carrying out refitting, renovation and new production based on the preparation of decisions after qualifying the traditional ammunition stock and determining its condition following twenty years of storage." [2; p. 14.]

In 1974, as a result of another successful technological development, passivation and phosphating were abandoned during the renovation of artillery ammunition cases, and the process was converted to grain spraying. Based on the design made by the technical staff of the base, a total of five pieces of the necessary equipment were developed and manufactured by the Instrumentation Research Institute.



FIGURE 3: Loading of ammunition intended for relief transport onto a vehicle of the Hungarocamion (From the photo archives of the HDF Material Supply Storebase Base Command, Pusztavacs)

In connection with ammunition assembly, the Product Code of the Army (PCA)<sup>3</sup> was introduced in 1978, which formed a new basis for recordkeeping. At the same time, machine data processing began, with the help of which up-to-date data was always available on the technical condition of the ammunition and components in the HPA's inventory.

It amounted to a profile expansion when the explosives melting unit of the munitions assembly plant was built at the end of the 1970s<sup>4</sup>. Here, the explosive material was removed with the use of hot water technology from the shells of dismantled artillery ammunition, which were no longer suitable for military use. For this technology, a locomotive boiler developed the industrial steam required for the technological process.

"At the beginning of the 1980s, the so-called conveyor line of the plant was installed, which was basically intended for the painting and corrosion protection of fixed artillery ammunition. According to experts, the corrosion protection of the ammunition refurbished and assembled here exceeded the quality of new ammunition from the factory." [1; p. 9.]

From the beginning of the 1970s to 1983, the base, including the ammunition assembly plant, played a role in various international processes. "During this period, the unit participated in KÜLKER (foreign trade) aid programs,

in the framework of which nearly 210 wagons of refurbished ammunition were handed over to the People's Army of Vietnam" [1; p. 8.]

"The renovation and refitting of ammunition and the sale of waste materials continued at a good pace, with increased staff number. During this period, the modernization of the barracks began. On 1 September 1989, based on measure No. 018/89 of the HPA OSC<sup>5</sup>, the unit was transformed into the HDF Ammunition Supply Centre. At first, six ammunition depots were placed under its control, and then another two. Their locations were as follows: Törökbálint, Táborfalva, Bakonysárkány, Kapoly, Feldebrő, Izsák, Kál, Hajdúsámson. At that time, the staff of the supply centre numbered around 2,300." [1; pp. 11-12]

At that time, the personnel consisted of highly qualified military and civilian specialists and skilled workers. On the occasion of public holidays, more and more people received praise and rewards in recognition of their outstanding professional activity. There was also a lively cultural life at the unit, so famous artists often performed in front of the personnel.

### FROM THE REGIME CHANGE TO THE END (1989–2000)

The downsizing of forces following the regime change had its effect on Pusztavacs as well. Ammunition belonging to the weapon systems of

<sup>3</sup> PCA (Hungarian abbreviation: NTK) was the predecessor of the Uniform Product Code of the HDF (Hungarian abbreviation: HETK)

<sup>4</sup> Explosives had been melted out before as well, but with rudimentary, "homemade" methods.

<sup>5</sup> HPA OSC: Hungarian People's Army Ordnance Service Chief

**FIGURE 4: The superior hands over a reward to Lieutenant Ferenc Éles**  
(From the photo archives of the HDF Material Supply Storebase Base Command, Pusztavacs)



decommissioned military equipment suddenly became redundant, and was transported to the central storage facilities on a huge scale. Something had to be done with the surplus materiel, so its disassembly began, which also took place in large volumes at the Pusztavacs plant.

Meanwhile, the “armed forces reform” also reached the Ammunition Supply Centre organizationally. “Based on Decision No. 88/1995 of the National Assembly, the reorganization and downsizing of the military continued. Among our subordinates, the

bases at Törökbálint, Feldebrő, and Bakonyrákány ceased to exist, and their emptying put a very serious burden on the staff. The number of remaining organizations also decreased significantly.

In September 1997, as a result of an organizational change, the HDF Ammunition Supply Centre ceased to exist, its legal successor is the HDF Ammunition Repair and Inspection Plant.” [1; p. 14.]

In this period, the main tasks were to dismantle the ammunition of the 76 mm guns, the 85 mm D-44 divisional guns (anti-tank guns), the 100 mm MT-12 anti-tank guns, the 100 mm T-55 tank guns (T-55) and to sell the obtained components. The last task of the ammunition assembly plant was to convert the 57 mm S-60 anti-aircraft machine gun ammunition into decorative fire<sup>6</sup>.

“2000. On 31 December, the HDF Ammunition Repair and Inspection Plant was closed down and the ammunition assembly plant was liquidated, which involved the dismissal of nearly 50 civil servants.

De jure from 1 October 2000 (de facto from 1 January 2001), the HDF Munitions Supply Centre was established as the legal successor of the HDF Ammunition Repair and Inspection Plant. Then in 2005, the HDF Hazardous Material Supply Center was established as the legal successor.

As of 1 January 2001, the HDF did not have ammunition (dis)assembly (repair, maintenance, deactivation) skills.” [3]

## FROM THE RESTART TO THE PRESENT (2009–2024)

In 2009, the reactivation of the ammunition assembly capability of the Hungarian Defence Forces came up at the general staff level. Its task was primarily to dismantle ammunition stocks that were unnecessary and unfit for military use. In addition, the capability had to include the final assembly<sup>7</sup>, reassembly, exchange of fuses, surface treatment, etc. of various artillery and tank ammunition. The plant appeared in the establish-

ment of the Hungarian Defence Forces Hazardous Supply Centre (HDF HMSC) under the name Ammunition Installation Section. Some technological instructions were completed by 2010, when production work began.

In 2013, the HDF HMSC ceased to exist as an independent budgetary body, as it was merged with the HDF Logistic Supply Centre, and the HDF Material Supply Storebase was created. Renamed Ammunition Technical Subdepartment from 2016, the ammunition installation plant continues to operate within this organization.

By 2022, the technological palette of the plant had been expanded to its current level. It is currently able to perform the following activities:

- disassembly of 5.56–14.5 mm sniper ammunition, detonation of centre-fire primers
- melting of explosives from 82 mm mortar shells
- dismantling of artillery and tank ammunition
- refitting of artillery and tank ammunition, replacement of fuses, restocking
- replacement of fuses in 93M NF defensive and 96M NF offensive hand grenades
- verification of the absence of dangerous substances by reheating spent ammunition cases.

Among the plans is the development of neutralization of surplus ammunition stocks by disassembly, which will further expand the neutralization capabilities, as well as increase the effectiveness of the existing ones.

Following the history of ammunition assembly and dismantling in Pusztavacs, we saw how important this activity was in the logistic system of the army until the regime change. At the moment, after the period of decline, there is hope that there will be another upswing phase, albeit more prominently in the area of ammunition disassembly. One thing is certain: disassembling and assembling ammunition in some form will be necessary in the future as well. ■



**FIGURE 7: The unit colours of the Hungarian Defence Forces Hazardous Material Supply Centre** (Photo by the author)

## REFERENCES

- [1] The Unit History Book of the HDF Hazardous Material Supply Centre. Registration number: 1260/72 HDF Material Supply Storebase Base Command (Pusztavacs).
- [2] History of the institute 1951-1983, Hungarian People’s Army 11th Ammunition Base, Pusztavacs. Original registration number: 0132/1983. Photocopy from the collection of the Military History Archives.
- [3] Colonel Attila Nagy: The necessity and possibility of restoring the ammunition repair, maintenance and deactivation capabilities of the Hungarian Defence Forces. Thesis, Miklós Zrínyi University of National Defence, General Staff Training Course (VKT-21), Pusztavacs/Budapest, 2011.

<sup>6</sup> Decorative fire ammunition: ammunition to imitate the sound and sight of artillery fire on ceremonial occasions. During production, the projectile is removed from the live ammunition, and then the sleeve mouth is sealed without air exchange.

<sup>7</sup> Final assembly: installation of the igniter in the projectile.

BÁRTFAI BÁLINT\*

# A SZOVJET CSAPATLÉGVÉDELEM „FÜLE ÉS SZEME” A HIDEGHÁBORÚ IDŐSZAKÁBAN

II. RÉSZ

**A** tanulmány két, a szovjet csapatlégvédelemnél rendszerezett berendezéstípust mutat be, amelyeket a vállról indítható légvédelmi rakétakomplexummal felszerelt egységek alkalmaztak. Az első részben a 9Sz13 típusjelű iránymérő készülékről volt szó, most az 1L15–1 típusjelű elektronikus tervtáblát ismergetjük röviden.

## AZ 1L15–1 ELEKTRONIKUS TERVTÁBLA

Az 1L15–1 hordozható elektronikus tervtáblát (Переносной электронный планшет 1Л15–1) szintén a Szovjetunióban fejlesztették ki az 1980-as években, az akkorra már főleg az Iglá típuscsaládba tartozó MANPAD-ekkel felszerelt alegységek számára. A berendezés lényegében egy kis méretű, hordozható, az aktuális légi helyzetet egy fénydiódából álló koordináta-rendszeren (mátrixkijelző) megjelenítő eszköz volt.

## AZ ELEKTRONIKUS TERVTÁBLA MŰKÖDÉSI ELVE ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A tüzelési feladat eredményes végrehajtásához fontos a légi helyzet helyes értékelése, valamint a célok kellő időben történő felderítése és felismerése. Az Iglá–1E komplexum légvédelmi lövései a légi helyzetet vizuális megfigyelés, az elektronikus tervtábla indikátora vagy az előjáróktól érkező információk alapján értékelték. A légi cél távolsága, oldalszöge és haladási iránya meghatározható volt az elektronikus tervtábla segítségével, míg a magasság értékelése a légvédelmi lövés becslése alapján történt. [1]

Az Iglá–1E kézi légvédelmi rakéta-komplexummal felszerelt légvédelmi

lövészszakasz állományába a szakaszparancsnok és három alárendelt légvédelmi lövészraj tartozott, rajonként két db indítóberendezéssel és egy db rádiókészülékkel. Az 1L15–1 tervtáblát és egy további rádiókészüléket a szakaszparancsnoknak osztottak ki. [2] Készültségi szolgálat esetén a kijelölt ügyeletes légvédelmi raj (vagy az egyes légvédelmi lövés) számára kellett átadni az üzemeléshez előkészített elektronikus tervtáblát és a rádiókészüléket. [1; 36. o.] A szovjetek a légvédelmi lövészszakasz parancsnoka részére R–147 adóvevőt, a lövészrajok részére pedig R–147P vevőkészüléket rendszeresítettek, amiket később R–157 adóvevőkkel váltottak fel. [3]

Az 1L15–1 üzemeltetéshez történő előkészítése a telepítés helyének megfelelő kiválasztásával kezdődött. Olyan helyet volt célszerű választani, ahonnan jó rálátás nyílt a légtérre, és a rádiófrekvenciás jelek terjedésének sem szabott gátat 50 méteres körzetben semmilyen tereptárgy (pl. vasbeton építmény vagy nagyfeszültségű távvezeték). A tervtáblát úgy kellett elhelyezni, hogy a rajta lévő iránymutató nyíl pontosan észak felé mutasson. Ezután a belső áramforrásról történő üzemhez a készülék teleptartójába kellett behelyezni a hat darab LR20 góliátelemből összeállított 8,4 V feszültségű „Szaljut–1” telepet. A készüléket külső táplálással, 27 V-os ( $\pm 10\%$ ) egyenárammal is lehetett üzemeltetni, például járművek fedélzeti áramforrását használva. A készülék a bekapcsolásától számított 7 másodpercen belül üzemkész állapotba került. [4]

A felderítő és célmegjelölő lokátorállomásból (pl. 1Sz12 P–40) származó adatokat továbbították a légvédelmi

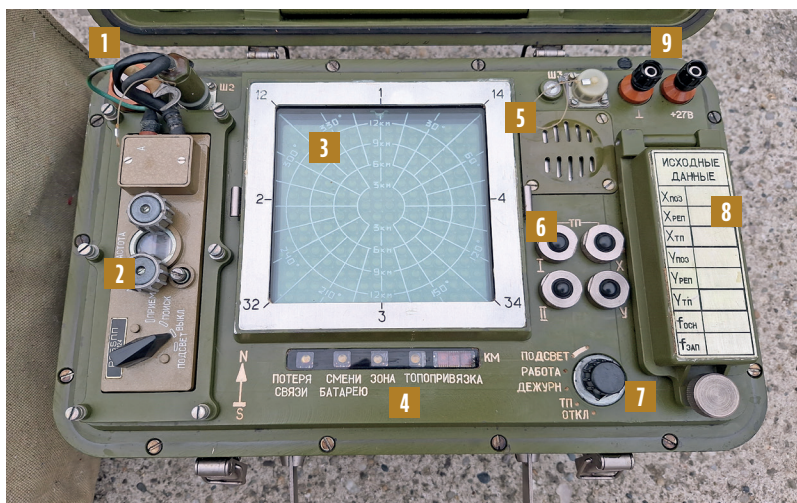
vezetési ponthoz (pl. 9Sz482 PU–12). Innen a feldolgozott adatot rádiós telekód csatornán keresztül sugározták az 1L15–1 tervtábla felé. A tervtáblába beépített R–255PP vevőkészülék ezt vette, majd a 16×16 fénydiódából álló és 25,6×25,6 km-es területet lefedő mátrixkijelzőn felvillant a légi cél helyzetének megfelelő fénydióda. Ez az információ vételétől számított 8–11 másodpercen belül történt meg. A rendszer egyszerre 4 légi célt tudott megjeleníteni, amelyek esetében meg lehetett határozni a távolságot, az oldalszöveget és a haladási irányt is. A cél haladási irányát a fénydiódák egymás utáni felvillanása jelezte, míg a távolság meghatározásában a mátrixkijelzőn található kilométer-beosztások nyújtottak segítséget. A légi cél haladása esetén az új pozíciót jelölő fénydióda erősebben világított a mátrixkijelzőn, mint a korábbi, amiről elmozdult.

Az 1L15–1 képes volt az idegenbarát azonosításra, amelyet eltérő jelzésekkel értek el. A baráti cél helyét a mátrixkijelzőn folyamatosan világító vagy 1 Hz-es frekvenciával villogó dióda jelezte. Idegen cél megjelenése esetén a 7 szegmenses kijelző „ZÓNA” fényjelzése elkezdett villogni, és vele szinkronban, 3,5 Hz-es frekvenciával villogott a mátrixkijelző is az idegen cél helyét jelölő fénydióda. Eközben szaggatott hangjelzés is hallható volt az elektronikus tervtáblába beépített hangszóróból. [4; 5–6. o.] A fénydiódák egyforma színnel világítottak baráti és idegen cél esetében is. Amennyiben ugyanannak a fénydiódnak megfelelő koordinátán egyszerre baráti és idegen cél is tartózkodott, úgy az idegen jelzés lett az elsődleges. A rendszer működésképtelenségekor

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



3. ÁBRA. Az 1L15-1 elektronikus tervtábla kezelőfelülete (A szerző felvétele és szerkesztése)



– például az akkumulátor alacsony feszültsége vagy az adatkapcsolat megszakadása, illetve a bemérési koordináták törlődése esetén – szintén hangjelzés figyelmeztette a kezelőt.

Használat előtt az elektronikus tervtáblát be kellett hangolni a légi helyzet pontos megjelenítéséhez. Ehhez egy koordináta-rendszerben vett két, egymáshoz viszonyított pozíció ismerete kellett. A viszonyítás alapja az volt, hogy a célfelderítő radar (amelynek „képét” a légvédelmi vezetési ponton keresztül továbbították a tervtábla felé) képernyőjének középpontja az 1L15-1 mátrixkijelző melyik pontjának felel meg X és Y tengelyen mérve (vonatkoztatási alappont). A másik viszonyítási pont az volt, hogy a kézi légvédelmi rakéta indítóállása (amire nézve a tervtáblát használni szeretnénk) a vonatkoztatási alapponthoz képest hová, milyen távolságra került a mátrixkijelző X és Y tengelyén (indítóállási pont).

A tervtábla behangolásához ki kellett számítani az ún. bemérési koordinátákat (bem), amiket az indítóállási pont (iáp) és a vonatkoztatási alappont (vap) koordinátáinak különbözete jelentett:

$$X(\text{bem}) = X(\text{iáp}) - X(\text{vap}); Y(\text{bem}) = Y(\text{iáp}) - Y(\text{vap})$$

Az X és Y tengely bemérési koordinátáit az erre szolgáló gombok segítségével be kellett vinni az elektronikus tervtáblába. Az értékeket 100 méteres pontossággal lehetett megadni. Sikeres behangolás esetén a légi célok az 1L15-1 mátrixkijelzőjének középpontjához viszonyítva helyesen, a valóságnak megfelelő távolságban és oldalszög

alatt jelentek meg. (Az elektronikus tervtábla minden egyes megjelenített céljel esetén kiszámította a bevitt bemérési koordináták segítségével az indítóállási pont és a vonatkoztatási alappont különbözete.) [1; 65–66. o.]

A tervtábla gépjárművel történő haladás esetén is használható volt, amennyiben előre elkészítették az útmenetvázlatát a megtenni kívánt útegyenlő részekre bontásával, és az így kapott részek középpontjaira nézve előre kiszámolták a bemérési koordinátákat. Ezeket a pontokat elérve pedig mindig be kellett vinni az elektronikus tervtáblába az éppen aktuális bemérési koordinátákat. [1; 77. o.]

Az 1L15-1 tervtábla szélsőséges időjárási körülmények között,  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti hőmérsékleti tartományon, akár magas páratartalom esetén is üzemképes maradt. Fagyponthoz alatta az R-255PP vevőkészüléket és a beépített áramforrást ki kellett venni az elektronikus tervtáblából, és a csatlakoztató kábelek segítségével, a kezelő ruházata alatt elhelyezve kellett folytatni az üzemeltetést. [4; 25–32. o.] A berendezés strapabíróságát történő, fokozottabb terhelésekkel járó igénybevétel támasztotta követelményeknek is megfelelt. [4; 64. o.]

### AZ ELEKTRONIKUS TERVTÁBLA KÉSZLETEZÉSE

Az 1L15-1 elektronikus tervtábla gyári készletét egy falárában helyezték el. Ebben helyet kapott a berendezés fő egysége, annak vászon tartozékcsomagja, a tartalék fogyóanyagok, illetve a külső áramforrás. [5] A fő egységet

egy, az időjárási viszontagságokkal szemben védelmet nyújtó, fogantyúval és hordszíjjal ellátott, felnyitható fedelű alumíniumdobozba építették be. A vászon tartozékcsomag az alábbiakat tartalmazta: a mátrixkijelzőre illeszthető, forgatható kilométer-besorozású skálát; gumi árnyékvetít az erős napfényben való működtetéshez; a külső tápellátást biztosító kábeleket; akkumulátorokat; külső fejhallgatót; számszámokat és fogyóanyagokat.

Az 1L15-1 elektronikus tervtábla kezelőfelületén (3. ábra) található az antennacsatlakozó aljzat (1) (a kábelek takarásában), a beépített R-255PP rádió vevőkészülék kezelőszervei (2) (ezen állítható be pl. az adatkapcsolat frekvenciája), a fénydiódákból álló mátrixkijelző (3) (egy dióda kb. 1,6 km-nek felel meg), hét-szegmenses kijelző (4) (balról jobbra: adatkapcsolat elvesztése; alacsony tápfeszültség; idegen légi cél megjelenése (zóna); behangolás (a bemérési koordináták bevitelének szükségessége) – valamint 3 számjegyes digitális kijelző a bemérési koordináták számadatainak beviteléhez, beépített hangszóró (5), a bemérési koordináták bevitelére szolgáló nyomógombok (6), üzemmód-kapcsoló (7) (alulról felfelé: kikapcsolva; bemérési koordináták bevitel; készenlét [ekkor a betáplált bemérési koordináták megmaradnak a készülék memóriájában]; üzem; háttérvilágítással történő üzem), akkumulátorrekesz a belső tápláláshoz (8) (a felnyitható fedél tetején jegyzettáblával, például a koordináták, frekvenciák felírására), illetve a külső táplálás csatlakozója. (9)

### KÖVETKEZTETÉSEK, AZ 1L15-1 RENDSZERESÍTÉSE ÉS KIVONÁSA

Az 1L15-1 előnye az egyszerre több követhető légi cél, illetve az idegenbarát azonosítási képesség megléte volt, különösen mivel az Iglába integrált idegenbarát azonosító nem volt a Magyar Néphadseregnél / Magyar Honvédségnél rendszeresített példányoknál. [6] Az elektronikus tervtábla nyújtotta információkból többen is részesülhettek (pl. a légvédelmi lövészzakasz parancsnokának híradásán keresztül). Így az egyes légi célokat könnyen fel lehetett osztani a légvédelmi lövészzajok között, csök-

kentve a tévedések kockázatát és növelve a sikeres harctevékenység esélyét.

Hátrányként említhető, hogy viszonylag bonyolultabb műveletsort jelentett a készülék munkához történő előkészítése. Fokozott stresszel járó helyzetekben nehezebb lehetett a bemérési koordináták kiszámolása és bevitele a készülékbe. Amennyiben a tervtáblát nem statikusan kívánták alkalmazni, úgy a helyváltoztatás előtt menetvázlatot kellett készíteni, és a haladás folyamán a készülékbe az ellenőrzőpontok elérésekor manuálisan be kellett vinni a bemérési koordinátákat. Ez körülményes és időigényes lehetett az ellenséges légi célokkal folytatott dinamikus harcban. Legfőbb hátrányként megemlítendő, hogy a tervtábla egy nagyobb rendszer (célfelderítő lokátorok, légvédelmi vezetési pontok) része volt, amiben egy láncszem kiesése maga után vonhatta a tervtábla használhatatlanságát. Márpedig az aktív, nagy teljesítményű sugárzók fokozottan ki vannak téve az ellenséges tevékenységnek – ezek „elnemulása” pedig el lehetetleníti a munkát az egyébként teljesen passzív és önmagában bemérhetetlen 1L15–1-gyel is.

A készüléket az 1980-as évek második felétől rendszeresítették a Szovjetunióban és a Varsói Szerződés más országaiban, például Csehszlovákiában és a Német Demokratikus Köztársaságban is. Megjelenéséről már a *Bazalt 87* hadgyakorlat kapcsán is beszámoltak. [7] A Magyar Néphadseregben és a Magyar Honvédségnél is rendszerben állt, a műszaki leírásának és üzemeltetési szakutasításának keltezése [8] és hatálytalánítása [9] alapján az 1987 és 2008 közötti két évtizedben, mintegy közösséget vállalva az Iglá-1 hazai sorsának alakulásával. [10] Az 1L15–1 tervtáblát a Láma csapatlégvédelmi indítóállvány<sup>1</sup> is magáénak tudhatta. [11]

A tervtábla újabb változata az 1L110–1 típuszámot kapta, és készletébe az R–255PP vevőkészülék helyett többek között egy modernebb, R–163 (Arbalet) családba tartozó rádió került. [12]

1. TÁBLÁZAT. A 9Sz13 iránymérő és az 1L15–1 tervtábla harcászati-műszaki adatai (A szerző szerkesztése az első rész [3], ill. a második rész [4] forrása alapján)

Műszaki jellemzők	9Sz13 iránymérő	1L15–1 tervtábla
Rendeltetés	A légi célok fedélzeti elektronikai rendszerei (radarja) által kibocsátott jelek vétele, az irány meghatározása	A légi helyzet ábrázolása, a célok azonosítása, távolságuk és irányuk meghatározása
Észlelés módja	hangjelzés	optikai és hangjelzés
Üzemi (vételi) frekvencia [MHz]	8570–17 240	37–51,950
Vételi érzékenység [µV]	jobb, mint 50	jobb, mint 10
Egyszerre követhető célok [db]	1	4
Célok távolsága, helyzete	a maximum 25 km-ről érkező jelet érzékeli	25,6 km × 25,6 km-es zónát ölel fel a kijelző felbontása
Idegen-barát azonosítás	nincs	van
Önálló, autonóm eszköz	igen	nem (a légvédelmi vezetési ponttól kap információt)
Működési feszültség [V]	11,2 (9RC83 típusú akkumulátor)	8,4 (akkumulátortelep) vagy 27 (külső áramforrás)
Üzemidő a beépített áramforrásról [óra]	max. 50	min. 12
Üzemi tömeg (az alapvető tartozékokkal) [kg]	kb. 2,6	kb. 10

## ÖSSZEGRÉS ÉS ZÁRSÓ

A kétrészes cikkben bemutatott két, felépítésében és működési elvében merőben eltérő, ugyanakkor felhasználási területükben hasonló berendezés helyét manapság modernebb eszközök, esetenként számítógép- és

internetalapú rendszerek vették át. Ettől függetlenül a haditechnika-történeti vonatkozásokat is érdemes kutatni, mert sok esetben a múltbéli elméleti elgondolások és technikai megoldások inspirációul szolgálhatnak a jövőbeli fejlesztések során. ■

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Lé120 – Szakutasítás a légvédelmi lövészek számára. Iglá-1E kézi légvédelmi rakétakomplexum kezelési szabályai és harci alkalmazása, Honvédelmi Minisztérium, 1987, 3–13, 36–45, 51–79.
- [2] Koós Gábor: A közeli hatótávolságú légvédelmi rakétakomplexumok és a könnyű légvédelmi tüzérkomplexumok rendszertechnikája. Jegyzet a csapatlégvédelmi és tüzér hallgatók részére. Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, 1988. 55.
- [3] ЛитЛайф <https://litlife.club/books/256361/read?page=25> (Letöltve: 2024.03.04.)
- [4] Léfe/337 – Elektronikus tervtábla 1L15–1 műszaki leírása és üzemeltetési szakutasítása. Honvédelmi Minisztérium, 1987, 5–64.
- [5] RUS - 1L15-1 (terminál zobrazenia vzdušnej situácie) <https://www.armedconflicts.com/RUS-1L15-1-terminal-zobrazenia-vzdušnej-situácie-t40028> (Letöltve: 2024.03.04.)
- [6] Bozsóki Attila: A hazai légvédelmi rakétarendszerek lehetséges fejlesztési irányai, figyelembe véve az elektronikai védelmi képességekkel szemben támasztott követelményeket. Bolyai Szemle 2012/1, 188–212. [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13865/13\\_bozsoki.df?sessionid=59892D-1B525CAD930D19618DEF83792?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13865/13_bozsoki.df?sessionid=59892D-1B525CAD930D19618DEF83792?sequence=1) (Letöltve: 2024.03.04.)
- [7] Tóth János: Fegyvernemek az aleggységek védelmi harcában... a légvédelmi rakétások. Honvédségi Szemle, 1988/3, 48–50.
- [8] Elektronikus tervtábla 1L15-1 műszaki leírása és üzemeltetési szakutasítása. Honvédelmi Minisztérium, Budapest 1987, 70. Hadtörténeti Könyvtár <https://hadtortenetikonyvtar.hu/record/-/record/display/manifestation/HADTORI165612/0bd8b185-53fc-4e7d-b341-b6c27332f814/solr/0/24/3/5/titleOrder/ASC> (Letöltve: 2023.11.28.)
- [9] A Magyar Honvédség Összhaderőnemi Parancsnokság parancsnokának 74/2008. (HK 6.) MH ÖHP parancsa. Honvédelmi Közlöny, 2008/6. <http://www.kozlonyok.hu/kozlonyok/Kozlonyok/13/PDF/2008/6.pdf> (Letöltve: 2023.11.28.)
- [10] Kiváló éleslövészet – búcsú az IGLA-tól. <https://2010-2014.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/honved-vezerkar/hirek/kivalo-elesloveszet-bucusu-az-igla-tol> (Letöltve: 2023.11.28.)
- [11] Kővári László: Bemutatkozott a „Mistral”. Top Gun 1998/8, 32.
- [12] Переносной электронный планшет 1Л110-1 [https://www.rusarmy.com/pvo/pvo\\_vsk/pzrk\\_dp\\_1l110-1.html](https://www.rusarmy.com/pvo/pvo_vsk/pzrk_dp_1l110-1.html) (Letöltve: 2023.11.28.)

<sup>1</sup> Megjelenésében a Magyar Honvédségnél jelenleg is rendszerben álló Mistral ATLAS rendszerre hasonlított. A Láma egy GAZ–66 teherautóra épített, manuális irányzású indítóállványból és az arra rögzíthető két Iglá-1 típusú kézi légvédelmi rakétakomplexumból állt. Az 1L15–1 elektronikus tervtáblát a teherautó vezetőfülkéjében helyezték el.

PAP PÉTER\*

# AZ M-9 KÍSÉRLETI PISZTOLY



1. ÁBRA.  
Az M-9 kísérleti pisztoly  
(Szikits Péter felvétele) [1]

Az 1945 utáni negyedszázad hazai pisztolygyártását a Lampart Műveknél az 1948 M rendőrségi pisztoly szerkesztésekor megszületett Elődy-rendszer<sup>1</sup> fémjelezte. Erre a „lengő ütőszeg” alapkoncepcióra épültek a gyár későbbi katonai, rendvédelmi (pl. PA-63 pisztoly) és polgári felhasználású (pl. AP9 pisztoly) maroklőfegyverei. A 9×18 milliméteres Makarov-töltényt tüzelő pisztolyok (RK-59, R-61, PA-63) sorából azonban feltűnően kilóg az 1970. október 22-én, a 14. tüzér fegyverbázis (MN 7215., Tápiószecső) által a 3141. számú utalványon a Hadtörténelmi Múzeumnak átadott három darab M-9 jelzetű kísérleti pisztoly. [2] A szerző tanulmányában a Hadtörténelmi Múzeum gyűjteményében található kísérleti fegyver azonosításának történetét mutatja be. A gyűjtemény gyarapodásának örömét ugyanis beárnyékolta, hogy a fegyverekről nem állt rendelkezésre semmilyen információ. A kutatók első feltevése a Fegyver- és

**Összefoglalás:** Az 1945 utáni negyedszázad hazai pisztolygyártását az 1948 M rendőrségi pisztoly szerkesztésekor megszületett Elődy-rendszer fémjelezte. A „lengő ütőszeg” alapkoncepcióra épült katonai és rendvédelmi, valamint polgári felhasználású maroklőfegyverek 9×18 milliméteres Makarov-töltényt tüzeltek. A korábbi pisztolyaik sorából feltűnően kilóg a Hadtörténelmi Múzeum gyűjteményében található három darab M-9 jelzetű kísérleti pisztoly. A szerző tanulmányában a kísérleti fegyver azonosításának történetét, illetve szerkezetét és használatát mutatja be.

**Kulcsszavak:** Elődy-rendszer, kísérleti lőfegyver, lengő ütőszeg, PM (ПМ) Makarov-pisztoly

**Abstract:** The domestic pistol production in the quarter century after 1945 was marked by the Elődy system, which was born when the 1948 M police pistol was designed. These military and law enforcement as well as civilian handguns based on the “swinging hammer” basic design fired the 9×18 millimeter Makarov cartridge. The three M-9 experimental pistols in the collection of the Military History Museum stand out like “cuckoo eggs” from the range of pistols of the period. In his study, the author presents the history of the identification of this experimental weapon, plus its mechanism and use.

**Keywords:** Elődy-system, experimental firearm, swinging firing pin, PM Makarov pistol

Gázkészülékgyárba<sup>2</sup> vezetett, ahol Zala Károlynak (1936-) – az üzem egyik vezető konstruktőrének – mutatták meg az új szerzeményeket, de ő sem látott még hasonló fegyvert. Megkezdődött a pisztoly kialakításának, szerkezetének és feltételezett történelmi hátterének tanulmányozása.

## A PISZTOLY EREDETÉNEK KUTATÁSA

1945 után a hazai lőfegyverfejlesztés egyik sarkalatos pontja volt a szovjet elvárásoknak történő megfelelés. Alapvető követelményként jelentkezett, hogy a fegyver szerkezeti elemei (pl. irányzék) és tartozékai (pl. tisztítóvessző) igazodjanak a szovjet licenc alapján készített gyártmányokhoz (pl. 1948 M géppisztolyhoz). Az is elvárás volt, hogy azok szovjet licenc alapján gyártott tölténnyel (pl. 1930 M Tokarev) legyenek használhatók. [3]

A fejlesztések rendszeresítését minden esetben meg kellett előznie „fegyverbarátunk” jóváhagyása. Az egyik eljárás során a szakterülethez beosztott szovjet tanácsadó a fejlesztés teljes időszakában nyomon követte az eseményeket. 1950 decemberében a K-1 könnyű géppisztoly rendszerezését megelőzően például a légierő-parancsnokság tanácsadója a következő véleményt fogalmazta meg: „...a kifogásolt hiányosságok megszüntetése után és ha csapatpróbán megfelel, rendszeresíteni javaslok”. [4] Máskor a prototípust a csapatpróbát megelőzően a szovjetek saját előírásainak megfelelően tesztelték. Erre példa, hogy amikor 1953-ban a K-3 könnyű hevederes géppuska RP-1 (Ротный Пулемёт – Század Géppuska) jelzettel Moszkvába került, és miközben hazánkban 1954. novemberében elvégezték a géppuska harcászati,

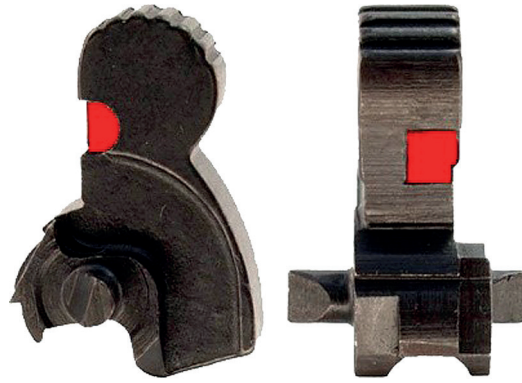
\* Nyugalmozott rendőrfőtanácsos. ORCID: 0000-0002-9059-1822

<sup>1</sup> Elődy-rendszer: a FÉG-nél gyártott, állócsövű, szabad tömegzárás, öntöltő, lengő ütőszegű pisztolyoknál alkalmazott technikai megoldások összessége Elődy Lajos (1901–1981) a FÉG főkonstruktőre neve után. (A szerk.)

<sup>2</sup> A többszöri nekifutással 1886-ban alapított Magyar Fegyver és Lőszergyár a „Nagy Háborút” követő válságot túlélve fuzionált a Magyar Fém- és Lámpagyár Részvénytársasággal, így 1935-ben létrejött a Fémáru-, Fegyver-és Gépgyár Részvénytársaság (FFG). A háború után 1946-ban a Lampart Művek, 1949-ben a Lámpagyár Nemzeti Vállalat, majd 1965-ben a Fegyver- és Gázkészülékgyár (FÉG) nevet vette fel. 1990-től a Fegyvergyártó Kft., később FÉGARMY képviselte a nagy múltú gyárat, amelyet 2002-ben végelszámolás alá vontak, végül 2003-ban privatizálták, megszüntették.



2. ÁBRA. OC-35 (OЦ-35) (módosított) Makarov-pisztoly



3. ÁBRA. Az OC-35 (OЦ-35) pisztoly kakasa (oldal- és előlnézet) (A szerző szerkesztése)

szilárdsági és megbízhatósági tesztelését, megérkezett az indoklás nélküli szovjet minősítés: „A követelményeknek nem felel meg.” [5]

Ezek alapján célszerűnek látszott a PA-63 pisztoly gyártásának dömpingidőszakában készült M-9 kísérleti darabot valamilyen szovjet mintához kapcsolni. Az eredmény megdöbbentő volt. Áttanulmányozva az orosz katonai szakírók munkáit – Sunkov: *Oroszország katonai és szolgálati fegyverei*, illetve Fedoszejev: *A Szovjetunió és Oroszország összes pisztolya és revolvere* című műveket –, rátaláltunk az 1951-ben rendszeresített ПМ Makarov-pisztoly korszerűsítését jelentő OЦ-35 jelzetű maroklőfegyverre.

A speciális, megerősített kivitelű, OЦ-35 jelzetű maroklőfegyver 185×127×33 milliméter befoglaló méretű (az eredeti Makarov-pisztoly mérete: 161×126×30,5 mm), kétkamrás kompenzátorral szerelt fegyver. [6][7] (2. ábra)

Az OЦ-35 jelzetű maroklőfegyver 9×18 mm-es Makarov-töltényének műszaki paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.

**AZ OЦ-35 ÉS AZ M-9 PISZTOLYOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA [8]**

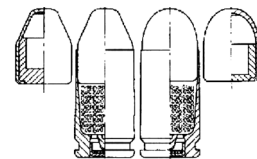
Az OЦ-35 pisztoly kakasán, mint a lövést kiváltó ütőelem homlokfalának jobb oldalán (szemből nézve) a biztosító fogas nyúlványát befogadó félkör alakú félszket, a bal oldalán ütőfelület alakítottak ki. (3. ábra)

Biztosításkor (a biztosítókar vízszintes, és a piros pont látható) a fogasnyúlvány a kakas homlokfala elé fordul, és megállítja azt, mielőtt az elérné az ütőszeget.

Tűzkészé tételkor (kibiztosításkor) (a biztosítókar felső helyzetbe kerül, és a piros pont takarva van) a fogasnyúlvány vízszintes helyzetbe, a kakas

1. TÁBLÁZAT. Módosított és hagyományos 9×18 milliméteres Makarov-töltény (A szerző szerkesztése a [9] alapján)

9×18 mm-es Makarov-töltény		
Megnevezés	Módosított	Eredeti
Jelzet (cirill betűvel)	57-H-181CM	57-H-181C
Lőpor tömege [g]	0,43–0,45	0,24–0,25
tömege [g]	5,4–5,6	5,95–6,1
kezdősebessége (V <sub>0</sub> ) [m/s]	415–420	298–315
kezdő energiája (E <sub>0</sub> ) [J]	465–493	270–305
Lövedék formája	Kúpos ogivalú*	Köríves ogivalú
Lövedék átütése	3 mm vastagságú acéllemez lövedékálló védőmellény (6Б23)	20 m 10 m



\* Ogiva: lövedékek és rakéták orr-részének kialakításához használt görbe francia eredetű kifejezése, amely többnyire parabola, ellipszis vagy körív felhasználásával készült forgástest. (A szerk.)

félkör alakú félszke elé fordul. A lövés kiváltásakor a kakas mozgása nincs korlátozva, így az előre csapva és az ütőszegre ütve indítja a töltény gyújtási láncát. (2. táblázat)

A kompenzátor és a biztosítás hasonlósága mellett az M-9 kísérleti pisztoly minden más részlete (pl. a tok anyaga, az elsütőszerkezet elemei, a tölténytár kapacitása) eltér a szovjet OЦ-35 pisztolytól. Összeségében azonban nagy biztonsággal megállapítható, hogy a magyar M-9 jelzetű kísérleti pisztoly a szovjet OЦ-35 kísérleti mintára alapozott fejlesztés.

**FOGALMI MEGKÖZELÍTÉS**

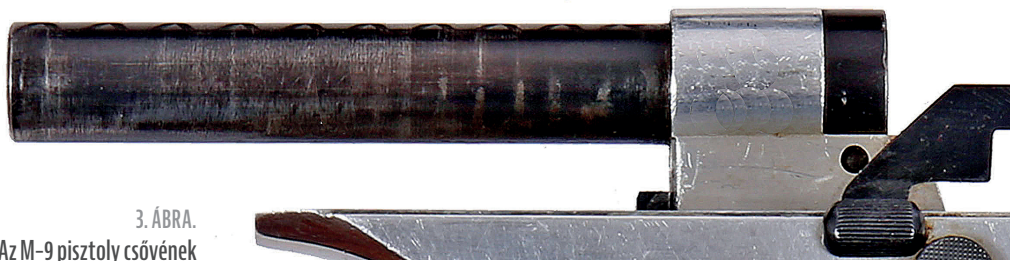
A pisztolyok bemutatása és jellemzése során az alábbi fogalmakat használjuk:

- állócsövű: a cső a tokhoz szilárdan, elmozdulásmentesen rögzített;

2. TÁBLÁZAT. Az OЦ-35 és az M-9 pisztolyok biztosítása (A szerző szerkesztése, Szikits Péter felvételének felhasználásával)

Biztosító		
Megnevezés	Biztosítás	Lövés
PM Makarov-pisztoly		
M-9 pisztoly [1]		

1. szánc; 2. ütőszeg; 3. biztosító



3. ÁBRA.  
Az M-9 pisztoly csövének rögzítése a tokba (Szikits Péter felvétele) [1]

4. ÁBRA.  
Az M-9 pisztoly fő részei. 1. tok a csővel, a markolattal, az elsütőszerkezettel, a vezetőhornyokkal és a sátorvassal; 2. szán a célgömbbel, a nézőkével, az ütőszeggel, a biztosítóval, a vezetőléccel és a kivetőnyílással; 3. kompenzátor a bajonettzárallal; 4. helyretelő rugó; 5. tölténytár az adogatógömbbel, az adogatórugóval, a tárfenékkel és rögzítőjével; 6. markolathej (jobb, bal) (A szerző szerkesztése, Szikits Péter felvételének felhasználásával) [1]

- *egyes működésű (Single Action – SA) elsütőszerkezet:* a csőre töltött, kibiztosított öntöltő pisztolyoknál csak a kakas kézzel történő hátrafeszítése után lehet a lövést kiváltani;
- *kettős működésű (Double Action – DA) elsütőszerkezet:* 1. forgópisztolyoknál a lövés kiváltásához a kakas hátrafeszítése és a henger elfordítása az elsütőbillentyű hátrafeszítésével is elvégezhető; 2. csőre töltött és biztosított öntöltő pisztolyoknál a kibiztosítást követően a kakas előfeszítése az elsütőbillentyűvel is elvégezhető. Az ilyen megoldású maroklőfegyverek elsütőszerkezetét (pl. a német Walther PPK) revolverező típusúnak is nevezik;
- *kompenzátor:* lőfegyvereknél a lőfegyvercső végének aszimmetrikus, különböző szöget bezáró áttöreitei, illetve a csőtorkolatra erősített szerkezeti elem mellső végének kacsacsőrszerű kialakítása a csőtorkolatból kilépő lőporgázokat úgy téríti el, hogy azok a csövet lefelé kényszerítik;
- *lengő ütőszeg:* a lövés kiváltásakor az elsütőbillentyű az elsütőrudat előremozdítja, miközben fogszerű nyúlványa az elsütőemelőt előrefordítja, amely az elsütőnyomó közbeiktatásával az ütőszeg

- get a kakas ütőpályájába emeli, ezzel egy időben a kakas felszabadul, amely előrekapódva és az ütőszegre ütve indítja a tölténygyújtási láncát;
- *maroklőfegyver:* olyan „B” kategóriájú, rövid lőfegyver, amelynek csőhossza nem haladja meg a 30 cm-t;
- *önműködő:* olyan automata lőfegyver, amely a lőporgázok energiáját a lövedék mozgatására és önmagába működtetésére is felhasználja, így az egyeslövések külső erőhatás nélkül, önműködően követik egymást;
- *öntöltő:* egyeslövések leadására alkalmas félautomata lőfegyver. A lőfegyver a lövés után ürít és újratölt, de a következő lövést csak az elsütőbillentyű előreengedése után lehet kiváltani. A sorozatlövést az elsütőszerkezet eleme (pl. PA-63 pisztoly elsütőrúd-megszakító szemölcsse) gátolja;
- *pisztoly:* a rajtaütés, az önvédelem és a közelharc fegyvere, amelyet 50 méteren belüli célok leküzdésére használnak. Olyan maroklőfegyver, amelynek korszerű változatai öntöltő (ritkán önműködő) szerkezetűek;
- *revolverező:* a csőre töltött, biztosított öntöltő pisztolyoknál a kibiztosítást követően nem kell a kakast

kézzel hátrafeszíteni, a lövés kiváltása az elsütőbillentyű hátrafeszítésével is elvégezhető;

- *rövid lőfegyver:* olyan lőfegyver, amelynek csőve nem haladja meg a 30 cm hosszúságot vagy amelynek teljes hossza nem haladja meg a 60 cm-t;
- *szekrénytár:* a legegyszerűbb szerkezetű tölténytár, amely lehet egyenes és ívelt megoldású. Az egyenes a perem nélküli hüvelyes töltények befogadására alkalmas, az íves a peremes, valamint a perem nélküli, kúpos, palackformájú hüvelyű töltényekhez használatos;
- *szilárd reteszelés:* a lövés időszakában a cső és a zárszerkezet összekapcsolódik (a zár reteszelőszemölcssei befordulnak a tok reteszelőfészekébe), gátolva a csőfar nyitását, amíg a lövedék el nem hagyja a csövet;
- *tömegzár:* a lövés ideje alatt a zár tömege és a helyretelő rugó ereje zárja a csőfart;
- *zárhátrasiklásos:* a mozgó alkatrészek (pl. szán) működtetésére a lőporgázok hátralökő energiájának közvetlen hatását használják.

Források: [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20]

### AZ M-9 PISZTOLY AZONOSÍTÁSA

A pisztoly megnevezése igazodik a Fegyver- és Gázkészülékgyár gyakorlatához, miszerint a polgári felhasználású pisztolyok jelzetei a töltényre és a lövedék átmérőjére (pl. P9: Parabellum, 9 mm-es), valamint a változatra (pl. P9R: Parabellum, 9 mm-es, Revolverező) utalnak. Az M-9 kísérleti pisztoly jelzete a töltény megnevezésére és a lövedék átmérőjére utal: Makarov, 9 mm-es.

A pisztoly tanulmányozása során az 1945 után rendszeresített (oktató-) töltények felhasználásakor kiderült, hogy csak a 9×18 milliméteres Makarov-pisztolytöltény illeszkedik a töltényürbe és a szán/zár peremágyába. Csőre töltéskor a hüvelyvonó karma átugrik a hüvelyperemen, majd a mögötte lévő körhoronyba süllyed, a szán üríti a töltényűrt és kivetíti a tokból az üres töltényhüvelyt. (5. ábra)

A kísérleti pisztoly szerkezeti elemeinek vizsgálata is segítette az azonosítást.



Az M-9 pisztoly csövének rögzítése a lengő ütőszegecs (pl. PA-63) pisztolyokhoz hasonlóan, a tokba sajtoló illesztéssel és csappal történt. (3. ábra)

A lengő ütőszegecs (pl. RK-59) pisztolyoknál alkalmazott technikai megoldás a *szán rögzítésére* itt is visszaköszön. A pisztoly szétszerelésekor (a töltetlenség ellenőrzése után) a művelet sor első lépései a sátorvas mellső végének kiemelése és oldala feszítése, amelyet a szán hátrahúzása és a tok hornyából történő kiemelése, majd előre engedése követ. (6. ábra)

A lengő ütőszegecs, rendszeresített (pl. R-61) és polgári felhasználású (pl. B9R) pisztolyoknál alkalmazott technikai megoldások azonossága alapján egyértelműen megállapítható, hogy az M-9 típusú maroklófegyver állócsövű, zárhátrasiklásos, tömegzáras, öntöltő, revolverző elsütőszerkezetű, fix nézőkéjű, 13 db töltényt befogadó kétsoros, fém szekrénytárú, két tagból (jobbos – balos) összetett „U” profilú, fa markolathéjú kísérleti pisztoly a Fegyver- és Gázkeszülékgyár (elfeledett) terméke. [21] [22]

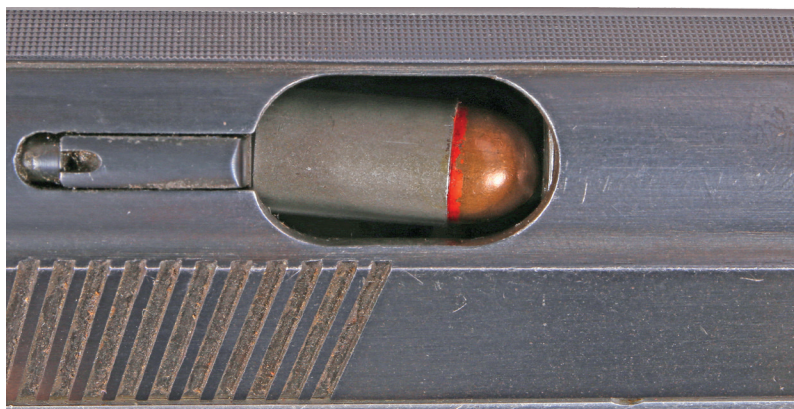
### A PISZTOLY MŰKÖDÉSE

A *lövés kiváltása* során, az elsütőbillentyűvel összekapcsolt elsütőrúd (1) előre haladása közben az elsütőemelő (2) közbeiktatásával megemelt kakasakasztó (3) szabadítja fel a kakast (4), majd a mellső holtpontra az elsütőrúd elválk az elsütőemelőtől (az elsütőszerkezet mozgásképtelenné válik). (7. ábra)

A *sorozatlövés megakadályozása* érdekében a hátsó holtpontra előrefutó szán az elsütőemelőt (2) előrenyomva a kakasakasztót (3) a kakas (4) elsütőtőnyugasza elé fordítja, így a kakas elsütőtőnyugasza és a kakasakasztó összeékelődik. A soron következő lövés csak az elsütőbillentyű előreengedését követően váltható ki. (8. ábra)

Az utolsó töltény kilövését követően, tehát a *tölténytár üresre lövése* után, a tárcserepből kiemelkedő adogatótést (1) lépcsős válla a szánrögzítőt (2) felemelve hátsó helyzetben megakasztja a szánt. Tárcserét követően a csőretöltés (szán mellső helyzetbe engedése) a szánakasztó (3) lenyomásával történik. (9. ábra)

A *biztosítást* követően a csőretöltött pisztolynál a biztosító elmozdít-



5. ÁBRA. A Makarov-töltény illeszkedése az M-9 kísérleti pisztoly peremágyába (Szikits Péter felvétele) [1]

ja a feszítelenítőt (1) a kakas (2) elsütőtőnyugasza elöl, amely előre csapódik, és az elfordított biztosítóra üt anélkül, hogy az ütőszeget érintené. (10. ábra)

### A PISZTOLY RÉSZLEGES SZÉT- ÉS ÖSSZESZERELÉSE

A pisztoly részleges *szétszerelése* során elsődleges feladat a biztosítottóság ellenőrzése. Ezt követi a tár kivétele (szükség szerint ürítése). A kibiztosítást követően elvégezhető a töltényűr töltetlenségének ellenőrzése (a töltőfogás nem elegendő, a szán hátrahúzásakor a használónak ellenőriznie kell a töltényűrt).

A kompenzátor leszerelése a homlokcsavar eltávolításával kezdődik, majd a bajonettzár oldásakor (ellentartással) felszabaduló helyretelő rugót kell levenni a csőről. A befejező fogássor, a sátorvas mellső végének kiemelése a tokból (balra feszítéssel),

majd a szánt hátrahúzza kell leemelni a tokról.

A pisztoly *összeszerelése* a számközegegyeztetését követően a szétszerelés fordított sorrendjében történik.

### A PISZTOLY MŰKÖDÉSÉNEK ELLENŐRZÉSE

A *működés ellenőrzése* során meg kell győződni a szán szabad mozgásáról

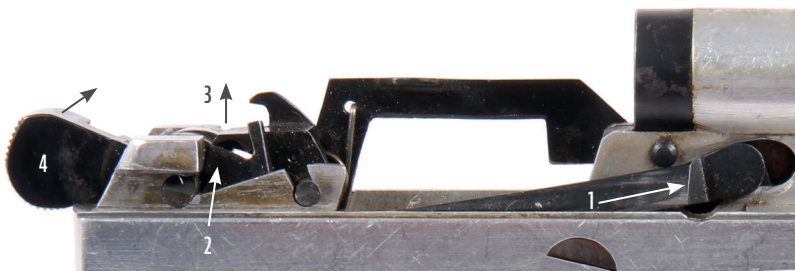


6. ÁBRA. Az M-9 pisztoly sátorvas/csőrögztítő helyzete szétszereléshez (Szikits Péter felvétele) [1]

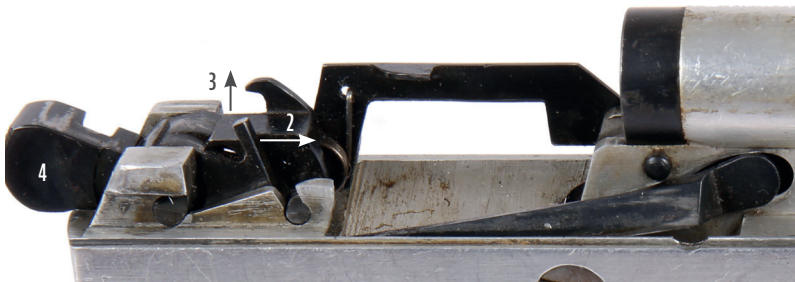
3. TÁBLÁZAT. Az M-9 pisztoly mért technikai adatai (A szerző szerkesztése)

Az M-9 pisztoly technikai adatai			
Úrméret [mm]			9
Töltény [mm × mm]			9×18 Makarov
Pisztoly	tömege tár nélkül [g]	acéltokú	784
		alumíniumtokú	629
	magassága [mm]		130
	hosszúsága [mm]		185
	vastagsága [mm]	toknál	26,5
		markolatnál	34
Kompenzátor hosszúsága [mm]	bajonettzárral		16,5
	bajonettzár nélkül		13,5
Cső hosszúsága [mm]			92,3
Huzagok száma [db]			6
Tölténytár	tömege [g]	üresen	79
		töltve	205
	töltények száma [db]		13

7. ÁBRA. Az M-9 pisztoly elsütőszerkezete elsütéskor (A szerző szerkesztése, Szikits Péter felvételének felhasználásával) [1]



8. ÁBRA. Az M-9 pisztoly elsütőszerkezete lövés után (A szerző szerkesztése, Szikits Péter felvételének felhasználásával) [1]



9. ÁBRA. Az M-9 pisztoly szánrögzítő működése (A szerző szerkesztése, Szikits Péter felvételének felhasználásával) [1]



10. ÁBRA. Az M-9 pisztoly elsütőszerkezete biztosításkor (A szerző szerkesztése, Szikits Péter felvételének felhasználásával) [1]



(tár nélkül és üres tárral), valamint az elsütőszerkezet működőképességéről (kakas működtetése és revolverzés), végül az „elsütés” következik ellentartással. A műveletsort az elsütőszerkezet fesztelenítése, a biztosítása és az üres tár felkapcsolása zárja.

### A PISZTOLY TÜZKÉSSZÉ TÉTELE ÉS A TÜZBESZÜNTETÉS

A fegyver *tűzkészé tételének* fogásai a következők: kibiztosítás, töltetlenség ellenőrzése, a tár behelyezése a markolatba, csöretöltés és biztosítás (szükség szerint).

*Ideiglenes tűzbeszüntetés* alkalmával a teendő az elsütőbillentyű előre engedése, a mutatóujj sátorvasra helyezése és a biztosítás (szükség szerint).

*Végleges tűzbeszüntetés* során az elsütőbillentyű előreengedése, a mutatóujj sátorvasra helyezése és a biztosítás után a tár kivétele, kibiztosítás, a töltényűr töltetlenségének ellenőrzése, az elsütőszerkezet fesztelenítése és a biztosítás következik.

### ÖSSZEZÉS

Az M-9 kísérleti pisztoly a PA-63 pisztoly tömeggyártásával párhuzamosan született, és biztonsági szempontból több kívánnivalót hagyott maga után. A biztosított pisztoly szánya és elsütőszerkezete mozgásképtelen, így használata/kezelése (pl. a töltetlenség ellenőrzése, tűzkészé tétel) csak kibiztosított állapotban volt elvégezhető. Ezzel szemben a rendszeresített, biztosított PA-63 pisztolyon minden művelet (pl. a tűzkészé tétel, töltés-ürítés, a szét- és összeszerelés, a megvizsgálás össze- és szét-szerelt állapotban) a lőfegyverkezelő és/vagy a környezete veszélyeztetése nélkül elvégezhető. A fejlesztés szükségességét az is megkérdőjelezi, hogy a szovjet (ОЦ-35) pisztolyhoz hasonlóan a hazai (M-9) kísérleti pisztolyt is a módosított 57-H-181CM jelzetű, nagyobb teljesítményű töltényhez szerkesztették. Ilyen pisztolytöltényt a hazai hadiipar azonban nem gyártott, a lőszerüzemek (pl. Mátravidéki Fém-művek Sirok – MFS) továbbra is a hagyományos, köríves ogivalú (előbb acél-, később ólommagvas lövedékű) 9×18 milliméteres Makarov-töltényeket gyártották és szállították a hazai katonai és rendvédelmi szerveknek. ■

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Magyar 9 mm-es öntöltő kísérleti pisztoly. Hadtörténeti Múzeum, Modern Lőfegyver Gyűjtemény leltári szám: 1970.71.1.1-2., 1970.72.1.1-2., 1970.73.1.1-2.
- [2] Hadtörténeti Levéltár: Hadtörténeti Múzeum 546/1970 számú utalvány (1970.10.13) 1. számú tétel.
- [3] Hadtörténeti Levéltár: 1949 T 44. doboz 2. őrzési egység: Iránykövetelmények a HTI részére az 1949. évre. 113, 121–116.
- [4] HL: MN 1950 T MNVK Ag. Terv. Csf. 29. doboz. 11–13.
- [5] HL: Haditechnikai gyűjtemény 217/3; HTI. 217/141. számú tervdokumentáció.
- [6] Haditechnikai Intézet 195; HTI Titkos könyvtár 186, 3. számú melléklet 12.
- [7] Шунков. Боевое и служебное оружие России ЭКМО 2012. 66–67.
- [8] Федосеев. Все пистолеты и револьверы СССР и России. Яуза, Москва, 2015. 207–213.
- [9] A 9 mm-es PA-63 pisztoly anyagismereti és lőutasítása. Honvédelmi Minisztérium, 1965, 4, 47–48.
- [10] Коломийцев, Собакарь, Никитюк, Сомов. Патроны к стрелковому оружию. Харьков, 2003, 210–211, 218–219.
- [11] Наставление По Стрелковому Делу 9-мм Пистолет Макарова. Министерства Обороны СССР, 1968, 21–22.
- [12] 9-мм пистолет Макарова Руководство По Среднему Ремонту. 1971, 21–22. o.
- [13] Lőelmelet alapjai a gyalogsági lőfegyverekhez. Honvédelmi Minisztérium, 1961, 22–23, 39–41.
- [14] Balázs József, Pongó János. Pisztolyok, revolverek. Zrínyi Katonai Kiadó, 1977, 9, 41–43, 48.
- [15] 2004. évi XXIV. törvény a lőfegyverekről és lőszerkekről (továbbiakban: 2004/XXIV. törvény): 2§ 1, 6, 42., 43.
- [16] 253/2004. (VIII.31.) Kormányrendelet a fegyverekről és lőszerkekről 1§ (1) 11.
- [17] Damó László (főszerkesztő): Katonai lexikon. Zrínyi Katonai Kiadó, 1985, 441, 458, 496–497, 514, 565.
- [18] Szabó József (szerk.): Hadtudományi lexikon. Magyar Hadtudományi Társaság, 1995, 836–839.
- [19] Török Attila: Lőfegyver és löelmeleti alapismeret. BM Könyvkiadó, 1987, 78, 88–92.
- [20] Erdely-Grúz Tibor (szerk.): Természettudományi lexikon V. kötet. Akadémia Kiadó 1976, 10.
- [21] FÉGARMY Arms Factory Ltd. Termékismertető (é. n.).
- [22] FÉG Fegyvergyártó Kft. Termékismertető (é. n.).



1. ÁBRA.  
Tengeralattjárók a  
Cattarói-öbölben,  
1918-ban. Középen az  
SM U 4 látható (Forrás:  
Hadtörténeli Múzeum;  
58437-129 sz.)

# EGY LÖVÉSSSEL NÉGYET!

## AZ SM U 4 TENGERALATTJÁRÓ TÁMADÁSA 1916. SZEPTEMBER 14-ÉN

**A**z SMU 4 egyike volt a két Germania-típusú tengeralattjárónak, amelyet a kielii Germaniawerft épített a császári és királyi haditengerészet megrendelésére 1907-1908 folyamán. 1909. augusztus 29-én állt szolgálatba, első parancsnoka Lothar Leschanowsky sorhajókapitány volt. Ezeket a tengeralattjárókat (és még további két-két példányt a Lake- és Holland-típusokból) az Osztrák–Magyar Monarchia azért rendelte meg, hogy ki tudják választani azt a típust, ami a tengeralattjáró-fegyvernem alapját képezheti.

Az SM U 4 a háború kitéréséig havonta maximálisan tíz gyakorló utat tett, és gyakran állt dokkban, ahol kisebb-nagyobb sérüléseit javították, de jelentős átépítésére vagy módosítására nem került sor. A hadüzeneteket követő hónapok során a Monarchia bevetésre alkalmas tengeralattjáróit, köztük az SM U 4-et is, Pólából Cattaróba helyezték át. Ennek ellenére számottevő esemény a háború első évében nem történt vele. 1915. március 23-án Pólába indult, ahol március 31-én dokkba állították és felújították: a

**Összefoglalás:** Az SM U 4 császári és királyi tengeralattjáró 1916. szeptember 14-én torpedóval elsüllyesztett egy gőzöst, majd a lövegével szétlőtte a gőzös fedélzetéről a tengerbe esett motoros naszádokat. A brit National Archives levéltárban őrzött dokumentumok alapján az események részletei, a gőzös és a motoros naszádok nevei is beazonosíthatók. Utóbbiak a Királyi Haditengerészet kötelékébe tartozó felfegyverzett motoros naszádok voltak, amiket kifejezetten tengeralattjáró-vadászatra építettek. Ezekkel együtt a Császári és Királyi Haditengerészet által elsüllyesztett brit hadihajók száma, a köztudatban elterjedt egyről négyre emelkedik.

**Kulcsszavak:** SM U 4, SS Inverbervie, HMML 230, HMML 246, HMML 253, HMML 255, Rudolf Singule, Thomas Radcliffe, Arthur Wilfred Barnes Lowcock, Cecil Echlin Gerathy, tengeralattjáró, Császári és Királyi Haditengerészet, Királyi Haditengerészet

**Abstract:** On the 14 September 1914, the Austro-Hungarian SMU 4 submarine sank a steamer with a torpedo, and with its deck gun destroyed the motor launches that fell in the sea from the deck of the steamer. Upon examining the documents kept in the vaults of the British National Archives the steamer and the motor launches can be identified. The latter ones were armed vessels of the Royal Navy and were developed for submarine hunting. Considering these, the number of the Royal Navy warships sunk by the Imperial and Royal Navy increases from one to four.

**Keywords:** SM U 4, SS Inverbervie, HMML 230, HMML 246, HMML 253, HMML 255, Rudolf Singule, Thomas Radcliffe, Arthur Wilfred Barnes Lowcock, Cecil Echlin Gerathy, submarine, Imperial and Royal Navy, Royal Navy

kipufogócsövek kivezetését áthelyezték a vízvonala alá, kijavították a tartályokat és a ventilátorokat, valamint kapott egy 37 mm-es gyorstüzelő löveget is a torony elé. [1] Még a mun-

kálatok befejezése előtt, április 9-én, Rudolf Singule sorhajóhadnagy vette át a parancsnokságát, aki több sikeres bevetést is teljesített az SM U 4-gyel, és a Monarchia egyik ünnepe

\* Történész, doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola.  
ORCID:  
0000-0003-0593-1691



2. ÁBRA. Rudolf Singule (John Quincy Adams festménye, 1916) [2]

tengeralattjárós ásza lett. Singule 1915. június 9-én megtorpedózta a brit Dublin cirkálót, ami ugyan nem süllyedt el, de fél évre kiesett a harcokból. 1915. július 18-án elsüllyesztette a dalmát partokat bombázó olasz Giuseppe Garibaldi páncélos cirkálót, aminek hatására az olasz haditengerészet a háború utolsó hónapjáig felhagyott az osztrák–magyar partvidék ellen intézett támadásokkal.

1916 tavaszától az Adrián csökent az ellenséges tevékenység, így a császári és királyi tengeralattjárók a Jón-tengerre is kiterjesztették útjaikat. Rudolf Singule az SM U 4-gyel itt is sikereket ért el: 1916. március 30-án megállította és robbanószerekkel megsemmisítette a brit John Pritchard vitorlást, augusztus 14-én pedig torpedóval elsüllyesztette az olasz Ponte Maria Q-hajót<sup>1</sup>. [3]

Az SM U 4 legközelebb 1916. szeptember 12-én, 17 órakor futott ki a Jón-

1. TÁBLÁZAT. Az SM U 4 főbb harcászati-technikai jellemzői (A szerző szerkesztése az [1] alapján)

Jellemző	Érték
Víziszorítás [t]	felszínen 240
	lemerülve 300
Hosszúság [m]	43,2
Szélesség [m]	3,75
Merülés [m]	2,65
Hajtómű	felszínen 2 db 450 kW-os (600 LE) kerozinmotor
	víz alatt 2 db 240 kW-os (320 LE) villanymotor
Sebesség [csomó]	felszínen 12 (22 km/h)
	víz alatt 8,5 (15,7 km/h)
Fegyverzet	2 db 45 cm-es torpedóvető cső, 3 db torpedó, 1915-ben 1 db 3,7 cm/L23 fedélzeti löveg, 1917-től 1 db 7,0 cm/L26 fedélzeti löveg
Személyzet [fő]	21

tenger irányába. Szeptember 13-án, hajnali 3 óra 15 perckor, 33 tengeri mérföldre nyugatra a Laghi-foktól egy mozdulatlan brit tengeralattjárót észlelt 400–600 méter távolságban. Az SM U 4 lemerült, majd Singule egy torpedót indított rá, de az nem talált. A brit egység semmilyen kitérő vagy támadó manővert nem hajtott végre, így valószínűleg nem is észlelte a támadást.

Szeptember 14-én, 15 óra 55 perckor Singule két gőzöst pillantott meg 6 tengeri mérföldre a Spartivento-fok – Nau-fok vonaltól délre. 17 órakor, 500 méter távolságból, a hátsó torpedóvető csőből egy torpedót indított az elől haladó felfegyverzett gőzösre, amelynek méretét 5–6000 BRT<sup>2</sup>-ra becsülte. A hajó nevét és a nemzetiségét nem tudta megállapítani. A hajó elsüllyedése után a fedélzetén szállított 4 db felfegyverzett naszád a vízbe esett. Ezek közül egy elsüllyedt, kettő pedig gerinccel felfelé lebegett a vízben, ezért azokat a fedélzeti löveggel lőtték szét. A második gőzös a 3500 BRT-s Italia volt, ami szenet vitt volna Tarantóba. Singule lemerült, hogy

egy torpedót indítson rá, de egy rövid ornehéz időszakban a torpedó a saját súlya és egy hibás szelep miatt kicsúszott a nyitott fedelű vetőcsőből.<sup>3</sup> Ezután inkább felemelkedett, és a fedélzeti löveggel kezdett tüzelni az Italiára. Mindeközben egy harmadik gőzös is feltűnt délnyugat felől, de a tengeralattjárót észlelve megfordult és elhajózott. Az összecsapás után Singule visszafordult Cattaró irányába, az Italiát pedig süllyedő állapotban hagyta hátra.<sup>4</sup>

Szeptember 15-én, 10 óra 25 perckor a tengeralattjáró őrszemiei két repülőgépet észleltek Fano irányából. 11 óra 20 perckor a gépek visszatértek, majd öt bombát dobtak az SM U 4-re. 13 óra 15-kor egy nagy méretű felfegyverzett motorbárka egy vízbombával támadta a tengeralattjárót.

Singule sorhajóhadnagy végül szeptember 16-án, 14 órakor futott be az SM U 4-gyel a Cattarói-öbölbe, és másnap a két gőzös elleni támadásért megkapta a Bronz Katonai Érdemérem a Kardokkal kitüntetést. [3]

A brit jelentések alapján azonosítható, hogy az elsüllyesztett, ismeretlen

<sup>1</sup> A "Q-hajók" (az írországi Queenstownban lévő bázisuk után kapták nevüket) rejtett, könnyű lövegekkel felszerelt kereskedelmi hajók, azaz tengeralattjáró-csapdák voltak. Semleges lobogó alatt hajóztak, és ha egy tengeralattjáró felemelkedett, hogy megállítsa és megsemmisítse őket, akkor a kedvező pillanatban tüzet nyitottak rá.

<sup>2</sup> A bruttóregisztertonna a hajók teljes belső térfogatának regisztertonnában kifejezett, 1994-ig érvényben lévő mértékegysége. 1 regisztertonna = 100 köbláb (kb. 2,8316 m<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> Az SM U 4 lassan merült, és víz alatti menetben nehezen volt irányítható.

<sup>4</sup> Az Italia gőzös a háború előtt a Deutsche Levante-Linie AG kötelékében hajózott. A hadüzenet után az olaszok lefoglalták és használatba vették. Nem süllyedt el, az olaszoknak sikerült bevontatni Tarantóba. 1917. június 18-án a Ligur-tengeren aknára futott és elsüllyedt.

gőzös az 1913-ban épült, 4309 BRT-s brit SS Inverbervie szénszállító volt, amit az Admirális bérlet ki háborús igényeinek ellátására. Azonban a gőzös fedélzetéről vízbe esett, felfegyverzett motoros naszádok esete több szempontból is érdekes. Ezeket a császári és királyi haditengerészet történetét feldolgozó magyar nyelvű művek meg sem említik, noha az osztrák kutatók már évtizedekkel ezelőtt tudtak róluk. Mindenesetre az események a brit Admirális számára 1916. november 25-én a szénszállító gőzös elsüllyedéséről összeállított aktából rekonstruálhatók. (A dokumentumot a brit Nemzeti Levéltárban őrzik, és elektronikus másolata térítés ellenében kikereshető.)

1916. szeptember 16-án a HMS Queen<sup>5</sup> sorhajó fedélzetén a hadbírósg kihallgatta az Inverbervie parancsnokát és a fedélzeten tartózkodó tiszteket. Thomas Radcliffe parancsnok vallomásából a következő eseménysor rajzolódik ki.

A konvojt három gőzös alkotta: a brit Inverbervie szénszállító, az olasz Italia, valamint a (feltehetően) görög Eptalofos. A támadás idején 9,5 csomós sebességgel haladtak. Tiszta idő volt, és közepes erősségű délnyugati szél fúj. Az Inverbervie-hez képest az Italia balra hátul 2 mérföldre hajózott, míg az Eptalofos 6 mérföldre mögötte. 17 óra 15 perckor észak-északkeleti irányba haladtak, és 15-20 tengeri mérföldre voltak a Rizzuto-foktól, amikor az Inverbervie jobb oldalát egy torpedó találta el. A hajó azonnal megtelt vízzel és 7-8 perc alatt a főfedélzetig süllyedt a tengerbe. A személyi veszteség hat fő volt: öt gépész és egy matróz a motoros naszádok legénységéből, aki a tengerbe esett és vízbe fúlt. A túlélők, összesen 72 fő – két dingi<sup>6</sup> és egy mentőcsónak segítségével jutottak partra, helyi idő szerint 22 órakor. Itt a vármórség először a Mairie kastélyba kísérte őket, majd La Castella és San Leonardo településeken keresztül jutottak el Tarantóba.

A jelentés szerint az Inverbervie fedélzetén négy felfegyverzett motoros naszádot<sup>7</sup> szállítottak: a HMML 230, 246, 253 és 255-öt. (2. táblázat) Mindegyiket a Tarantóban állomásozó brit erőknél szánták, ugyanis ott volt a Mediterráneum VI-os számú őrzési zónájának a központja. Ezeket a 80 láb (24 méter) hosszú, 37 tonna vízkiszorítású naszádokat az amerikai Electric Launch Company (ELCO) építette, és a Királyi Haditengerészet belől a háború kitörése után létrehozott Partvédő Erők kötelékébe tartoztak. Az ELCO a háború folyamán összesen 580 db ilyen fatestű hajócskát gyártott le és adott át a Királyi Haditengerészetnek. A meghajtásukat 2 db 220 lóerős (164 kW), hathengeres benzinmotor biztosította, és maximálisan 19 csomós (35,18 km/h) sebességet tudtak elérni. A fegyverzetük kezdetben egy 13 fontos ágyúból<sup>8</sup> és egy Lewis golyószóróból állt, továbbá vízbombákat és aknákat hordoztak, majd ellátták őket hidrofonnal és kődfeljesztővel is.

A négymotoros naszád rangidős tisztje a Királyi Haditengerészet önkéntes tartalékos, Wilfred Lowcock hadnagy volt. Vallomásából kiderül, hogy a torpedó becsapódása után fél órával hagyták el a hajó fedélzetét, és a naszádokon tárolt titkos iratokat és kódkönyveket<sup>9</sup> elefejtették megsemmisíteni. Ugyan az HMML 246 nem süllyedt el, és a kódkönyvek is a helyükön maradtak, a bizottság mégis kifejezte aggodalmát, hogy a tengeralattjáró személyzete esetleg megszerezhetette azokat, és az elkövetkező hetekben számítani lehet a kódok feltörésére. Az Inverbervie parancsnokának eljárását azonban elsőrangúnak ítélték. [4]

Singule 1917. november 30-án Franz von Rzemenowsky-nak adta át az SM U 4 parancsnokságát, őt pedig a pólai tengeralattjáró-állomásra helyezték át, ahol a tengeralattjáró-parancsnokok képzésében vett részt, valamint az SMS Panther iskolahajó parancsnoka lett. Az összeomlás

## 2. TÁBLÁZAT. Az ELCO gyártmányú Motor Launch naszádok főbb harcászati-technikai jellemzői (A szerző szerkesztése a [9] alapján)

Jellemző	Érték
Vízkiszorítás [t]	37
Hosszúság [m]	24,3
Szélesség [m]	3,6
Merülés [m]	0,9
Hajtómű	2 db 6 hengeres, 220 lóerős Standard benzinmotor
Sebesség [csomó]	19 (35,18 km/h)
Fegyverzet	1 db 13 fontos ágyú, 1 db Lewis golyószóró, vízbombák és aknák
Személyzet [fő]	9



3. ÁBRA. Rudolf Singule, 1916-ban, Carl Pietzner fotóján [5]

után hazatért Brnóba, majd 1919. október 4-től a csehszlovák hadseregben szolgált hajóskapitányként. 1920. augusztus 20-án tartalékállományba helyezték, majd a nyugdíjbiztosítónál dolgozott. 1939-ben Németország bekebelezte Csehszlovákiát. Mivel a Kriegsmarine-nek szüksége volt a tapasztalt első világháborús tengeralattjáró-parancsnokokra, Singule ismét a régi szakmájában találta magát. 1941. december 1-től 1942. április 29-ig az UD 4<sup>10</sup> kiképző tengeralattjáró parancsnoka volt Kielben. 1942 február elsején korvettkapitányi rangot kapott, és kinevezték az Olasz Király-

<sup>5</sup> London-osztályú sorhajó. 1915. május 27-étől 1919. áprilisáig Tarantóban állomásozott.

<sup>6</sup> Tökésúly nélküli kis méretű vitorlás. Az oldalcsúszás megakadályozására a hajó középvonalában ún. uszony (svert) nyúlik a vízbe.

<sup>7</sup> Angolul „motor launch” röviden „ML”. Az HMML feloldása: His (vagy Her) Majesty's Motor Launch.

<sup>8</sup> A 13 fontos ágyúkat később 3 fontosakra cserélték.

<sup>9</sup> Ezek a következők voltak: Auxiliary Patrol Signal Book, Pendant Board for Mercantile Fleet Auxiliaries, Lance Bombs and Depth Charge kézikönyvek.

<sup>10</sup> Zsákmányolt holland tengeralattjáró. Eredeti jelzete HNLSM O 26.



4. ÁBRA. Az SM U 4 a pólai Arzenál dokkjában  
(Forrás: Hadtörténeti Múzeum; 11239 sz.)

ságban szolgáló német tengeralattjáró parancsnokának. Romló egészségi állapota miatt, valamint mert betöltötte a 60. életévét, 1943. augusztus 31-én elbocsátották az aktív szolgálatból. [3]

Élete utolsó évét otthonában töltötte. 1945. május 2-án a bevonuló szovjet katonák saját házában meggyilkolták, miközben családja egyik nőtagját próbálta védeni. Rudolf Singulét 1945. május 4-én egy jeltelen sírba temették, első felesége mellé. 1983. március 30-án maradványait nyugatra menekült lánya rokonainak sírjába helyezték át, de ismét név nélkül. Végül 2006. november 11-én, a brói hatóságok támogatásával kapott méltó síremléket az ottani központi temetőben. Az ünnepségen a hagyományör-

zők mellett a családtagok is megjelentek. Az esemény emlékére egy limitált példányszámú ezüst és bronz emlékérmét is készítettek Singule portréjával, valamint a „VELITEL S.M.U.4 + GIUSEPPE GARIBALDI 18.7.1915” és „RUDOLF VON SINGULE” feliratokkal.

Arthur Wilfred Barnes Lowcock hadnagy, a motoros naszádok rangidős tisztje első beosztását 1916. április 18-án kapta meg, mint az HMML 75 parancsnoka. 1916. július 16-tól a HMML 255 parancsnoka, ami szintén odaveszett az SM U 4 támadása során. 1916. október 3-án vette át új hajója, a HMML 367 parancsnokságát, amin már egészen a háború végéig szolgált. A fegyverszünetet egy nappal élte túl, mivel 1918. november 12-én a Királyi Haditengerészet mudrosi

kórházában tífuszban elhunyt. [6] Nevét az inverchaolaini (Skócia) plébánia hősi emlékműve őrzi. [7]

A jelentés még a HMML 230 parancsnokát nevesíti: Cecil Echlin Gerathy hadnagy 1915. augusztus 31-én csatlakozott a királyi haditengerészet önkéntes tartalékos erőihez. A HMML 1, 52 és 57 motoros naszádokon szolgált, majd 1916. július 16-án kinevezték a HMML 230 parancsnokának, ami szűk két hónappal később lett az SM U 4 áldozata. Még ezen év október 3-án megkapta a HMML 373 naszád parancsnoki posztját, amit a háború végéig megtartott. Nevét több jelentésben is megemlítették, amiért példásan járt el az ellenséges tengeralattjárók üldözése során. 1919. július 21-én szerelt le, [8] majd 1931-től a Daily Mail tudósítója lett. Ilyen minőségében a nacionalisták oldalán bejárta Spanyolországot, és 1937-ben kiadta a *The Road to Madrid* című könyvét, amelyben a polgárháború eseményeit és Franco hatalomra kerülését mutatta be. [10] 1938. május 13-án hunyt el a londoni Egyetemi Kórházban.

A parancsnokságot Singulétől átvevő Franz von Rzemenowsky még három bevetést teljesített az SM U 4-gyel, de egyetlen ellenséges hajót sem süllyesztett el. 1918. július 5-én a naszádot Novigrádba helyezték át, ahol a tengeralattjáró-parancsnoki tanfolyam kiképző hajója lett. 1918. október 31-én hajózott át Novigrádból Fiumébe, amikor Horthy Miklós ellentengernagy átadta a flottát a délszláv nemzeti tanácsnak. A hajó egészen 1920-ig a város kikötőjében állt, majd még ebben az évben Franciaországnak ítélték, de sohasem sorolták be a francia flottába, hanem fémhulladékként értékesítették.

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Aichelburg, Wladimir: Die Unterseeboote Österreich-Ungarns. Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz, 1981.
- [2] Bécsi Hadtörténeti Múzeum (Heeresgeschichtliches Museum Vienna) – <https://jqadams.art/werke/rudolf-singule-196>
- [3] Trulei, Oliver: Die U-Boot-Kommandanten der k.u.k. Kriegsmarine. Vergessene Schicksale. Szerzői kiadás, Bécs, 2012.
- [4] Torpedoing of H.M. Collier INVERBERVIE – ADM 137/3171 – The National Archives, Kew, 1916.
- [5] Közkincs, [https://hu.wikipedia.org/wiki/Rudolf\\_Singule](https://hu.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Singule)
- [6] Name Lowcock, Arthur Wilfred Barnes Page. Number: 98 – ADM 337/117/195 – The National Archives, Kew, 1918.
- [7] Az emlékmű és részletes adatai a nevekkel az Imperial War Museum honlapján megtekinthető. <https://www.iwm.org.uk/memorials/item/memorial/56883> (Letöltve: 2024.12.04.)
- [8] Name Gerahty, Cecil Echlin. Page Number: 155 – ADM 337/117/309 – The National Archives, Kew, 1919.
- [9] Gerathy, Cecil: The Road to Madrid. Hutchinson and Co., London, 1937.
- [10] Maxwell, Gordon S. – Maxwell, Donald: The Motor Launch Patrol. J. M. Dent and Sons, Limited. New York, 1920.

### ÖSSZEZÉS

A támadás részleteinek feltárása, az elsüllyedt hajók neve és besorolása felülírja azt az évtizedekig elfogadott megállapítást, hogy az 1918. május 14-én megtorpedózott HMS Phoenix romboló volt az egyetlen brit hadihajó, amit története során a császári és királyi haditengerészet elsüllyesztett. A tengeralattjáró-vadászatra épített motor launch naszádok a Királyi Haditengerészet kötelékében szolgáló hadihajók voltak, így a kérdéses szám egyről négyre emelkedik. ■

## KEDVES OLVASÓINK!

Sok év kihagyás után indítjuk újra makettrovatunkat. Tesszük ezt egyfelől lapunk tartalmának színesebbé tétele érdekében, másfelől a haditechnikai ismereteiket építés közben is alkalmazó makettezők kedvéért.

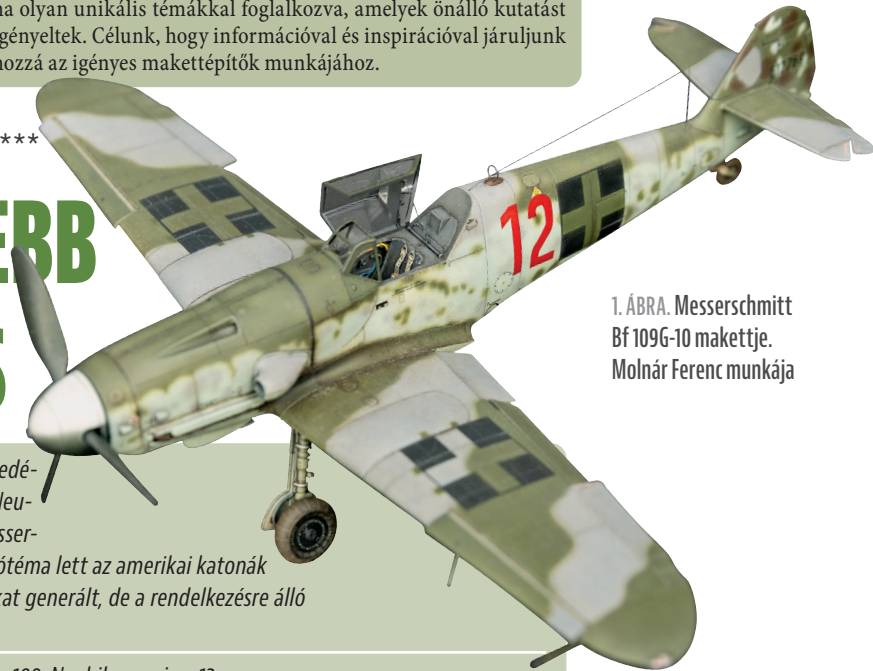
Természetesen mindenki maga dönti el, hogy milyen mélységben akar foglalkozni egy-egy készlettel. Van, aki összerakja, majd lefesti a gyártó által ajánlott festési séma szerint, míg más átalakítja és egyedi festést választ hozzá. Az viszont tény, hogy aki magasabb színvonalra törekszik, annak az adott haditechnikához kapcsolódó festési szabványokkal és az alkalmazott anyagokkal is

tisztában kell lennie. Az élethű megjelenítéshez hozzátartozik többek között az, hogy egy jármű adott darabja, alkatrésze miből készül, milyen felületű, hogyan kopik vagy sérül, esetleg a festék hogyan fakul rajta. Aki mindezekre figyel és ezek alapján dolgozik, máris magasabb szintre lépett.

Egy-egy makett építési leírása mellett rovatunkban minden esetben ismertetjük a vonatkozó technikatörténeti hátteret is, néha olyan unikális témákkal foglalkozva, amelyek önálló kutatást igényeltek. Célunk, hogy információval és inspirációval járjunk hozzá az igényes makettépítők munkájához.

MAGÓ KÁROLY\*, FÜLÖP SÁNDOR\*\*, MOLNÁR FERENC\*\*\*

# AZ EGYIK LEGHÍRESEBB MAGYAR ME 109-ES



1. ÁBRA. Messerschmitt Bf 109G-10 makettje. Molnár Ferenc munkája

**Összefoglalás:** A Magyar Királyi Honvéd Légierő 101. vadászpilóta ezredének (a Pumáknak) egyik Me 109-es típusú repülőgépe a németországi Neubiberg repülőterén fejezte be a háborút. Később a roncsstelepen egy Messerschmitt Me 262 típusú vadászpilótára tették rá, ami igen népszerű fotótéma lett az amerikai katonák között. A magyar repülőgép 12-es jelzésének színe később komoly vitákat generált, de a rendelkezésre álló dokumentumok és eredeti fotók alapján le lehet zárni ezt a kérdést.

**Kulcsszavak:** Magyar Királyi Honvéd Légierő, második világháború, Me 109, Neubiberg, piros 12.

**Abstract:** One Me 109 aircraft from the 101st Fighter Wing (the famous "Pumas") of the Royal Hungarian Air Force finished its career at the airfield of Neubiberg, Germany. It was placed onto a Messerschmitt Me 262 jet fighter at a junkyard, and this composition was photographed by several American soldiers. The colour of the number 12 on the aircraft would generate heated arguments; however, using original photos and documents we can close down the debate.

**Keywords:** Royal Hungarian Air Force, World War Two, Me 109, Neubiberg, Red 12

## A HÍRES TIZENKETTÉS

A tanulmány az egyik legismertebb második világháborús magyar vadászgép történetét ismerteti. A Me 109 típusú „piros 12-est” már Neubibergbe érkezésekor, 1945. május 8-án megörökítették, miközben a nyűgözőhelyre gurult. Aztán a reptér roncsstelepen egy Me 262-re tették fel, ahol rengeteg fotót készítettek róla az amerikai katonák 1946 tavaszáig. Talán mert párosuk érdekes látványt nyújtott, de talán azért is, mert afféle „emlékműként” szimbolizálta a Luftwaffe és a Magyar Királyi Honvéd Légierő sorsát. Valószínűleg nincs még egy olyan, a 101. Vadászpilóta Ezred vadászpilótái által használt „Messzer”, amelyről több felvétel készült volna – ami több publikációban szerepelne.

Ez a gép nemcsak híres, hanem komoly viták témája is, mivel az elmúlt évtizedekben több teória született arról, milyen színű volt a 12-es oldalszám. Célunk az eredeti dokumentumokban található adatok, valamint a fotók elemzésével kizárni az eddig megjelent publikációkban szereplő azon színeket, melyeknek nincs bizonyítható alapjuk és a rendelkezésre álló adatok alapján tévesek.

### ME 109G-10/U4

A gép gyári száma 612769 volt. A gyári előírásnak megfelelően a felső felületeken hullámos és egyenes határvonalú, enyhe átszóródással festett szürkés-viola RLM 75 (a standardtól eltérő, a WNF Diana gyárában használt világos árnyalat) és sötétzöld RLM 81<sup>2</sup> színű ál-

cázófestés szerepel. Az alsó felületek világoskék (RLM 76) színnel készültek. A szárny alján egyes paneleket nem festettek le, ezért megmaradtak natúr alumínium színben. A törzs oldalán az RLM 76 világoskék színű részt a felső álcázó színekkel foltolták. A farokrész és a törzs különböző üzemből készült, eltérő álcázással. A farokrészen az RLM 81 sötétzöld felületre RLM 81 barnaviola<sup>3</sup> foltokat festettek, amit RLM 76-tal felülfoltoltak. A törzs oldalán lévő felségjelzés fekete és RLM 81 sötétzöld színű, a légcavarkúp pedig kétharmad részt RLM 70 zöld és egyharmadban fehér. A horogkereszt és a szárny alján lévő felségjel közepes keresztreszének átfestése standard árnyalatú RLM 75 szürkésviolával történt.

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

\*\* Történelemtanár, mesterlevelés makettező, a Puma Makettklub vezetője. ORCID: 0009-0000-2902-5410

\*\*\* R. alezredes, hivatásos rendőr, mesterlevelés makettező. ORCID: 0009-0005-7617-4247

<sup>1</sup> Az eredeti magyar dokumentumokban a Bf 109 helyett a típus jelzése Me 109, ezért a cikkben is így említjük.

<sup>2</sup> A makettfesték-gyártók többségének kínálatában a sötétzöld RLM 81 a régi megnevezés szerint RLM 83-ként szerepel.

<sup>3</sup> Az azonos számkód nem tévedés: a legújabb források szerint az RLM 81-nek barna és zöld változata is létezett.



2-3. ÁBRA. **DOKUMENTUMELEMZÉS**

A vadászgéproncs 1945 nyarán a klagenfurti repülőtéren, egy Me 262-esen (Forrás: John McIlmurray és Fülöp Sándor gyűjteménye)

A teóriák szerint szürke, zöld, sárga, kék és piros színnel készülhetett a 12-es szám. A 101. Vadászpilóta Ezred dokumentumai kizárják a zöldet és a szürkét, mivel ilyen színeket soha nem használtak a lajstromszámokhoz. Minden legenda, mely ezen színek igazolására szolgál, nélkülözi a történelmi bizonyítékokat. Háromra lehet tehát szűkíteni a szóba jöhető színeket, ezek a sárga, a kék és a piros. A Neubibergbe került magyar gép gyártási száma 612769 volt, amely a 101. Vadászpilóta Ezred Me 109-es gépállományáról 1945. április 10-én készült listájában [1] már nem szerepel. Az április 10. és a kapituláció közötti időszakban érkezett Me 109-esek gyári számai az eredeti dokumentumokból ismertek, de nincs köztük a 612769, ezért ez a gép korábban került a magyar légierőhöz. A sárga 12-es április 16-án megsemmisült egy alacsonytámadás során. A később érkezett Me 109-esek gyári számai eredeti dokumentumokból ismertek, de nincs köztük a 612769. A kék 12-es március 16-án semmisült meg balesetben. Az ennek a pótlására érkezett Me 109 más jelzést kaphatott, mert a jelentésekben többé nem szerepel kék 12-es. A piros 12-es március 19-én légi harcban leborított és eltűnt, a pilótája, Galánfy Lajos hadnagy a bevetés után visszatért az alegységéhez. [1] Nem tudni, hogy pontosan mi történt a géppel, mindenesetre a magyar légierő állományából leírták és 1945. május 8-án a II./JG. 52 pilótái repülték át Neubibergbe.

A Luftflotte 4 által kiadott, 1945. március 7-től érvényes taktikai jelzéseket, vagyis az 50 cm széles sárga orrgyűrűt és a sárga oldalkormányt nem viselte a 12-es, míg a II./JG 52 kötelé-



kében átrepült minden más Messerschmitt Bf 109-en azonosíthatóak a sárga felületek. [2] A Luftflotte 4 parancsa az MKHL állományára is vonatkozott. Fényképekkel igazolható tény, hogy a bevetett gépeken a megkülönböztető jelzések felfestése nem történt meg egyik napról a másikra. (A harci cselekmények miatt – ekkor indult meg a *Tavaszi Ébredés* fedőnevű, német offenzíva – fontosabb volt a gépek harcra készítésének biztosítása.) Az azonban szinte kizárt, hogy a parancs kiadása után, a veszteségek pótlására érkezett Messerschmittek a taktikai számok felfestésével egyidejűleg ne kapták volna meg a sárga azonosító jelzéseket is. A bevetési állomány átfestése is fokozatosan megtörtént. Önmagában ez a tény is elégséges lenne az esetleges „pótlás kék 12” és „sárga 12” teóriák kizárására, hiszen azokon már megjelent volna az orrgyűrű és az oldalkormány sárga festése.

**AZ EREDETI FOTÓK ELEMZÉSE**

Az eredeti fotókon jól látszanak a gépen a sérülések. Sérüléssel javított van az oldalkormányvászon borításán, amit vászonfolttal javítottak, de álcázó fes-

tést nem kapott. A pilótafülke oldalán feltehetőleg lövedék okozta sérülés látható, amelyet valószínűleg ugyanúgy egy vászon javítófolttal takartak le. A fotókon látszik, hogy a folt később leszakadt, csak a ragasztás nyoma maradt meg. A javítási folton újabb lemezsérülés látható, ám valószínű, hogy ez már a roncslelapi mozgatás közben keletkezett. Ezek arra utalnak, hogy március 19-én Galánfy hadnagy gépe bevetés közben megsérült. A fotók alapján az is egyértelmű, hogy a motor feletti két MG 131-es géppuskát a Neubibergbe való átrepülés előtt kiszerezték, mert már a leszállásnál sem látható. Ez azt bizonyítja, hogy a gépet repülésre alkalmas állapotba hozták, de (feltehetőleg a sérülések és a fegyverzet hiánya miatt) bevetésre alkalmatlan volt. Ez lehet a magyarázata annak, hogy a felségjelzéseket nem festették át, emellett hiányoznak a gépről a Luftflotte 4 taktikai jelzései (az 50 cm széles sárga orrgyűrű és a sárga oldalkormány), melyeket minden olyan gépnek viselnie kellett, amely alkalmas volt a bevetésre. Ezek a könnyen észlelhető jelzések a légvédelem számára az egyértelmű azonosítást biztosították, légi harcban pedig a barát-ellenség felismerést.

Van egy fotó, amely szintén a piros oldalszámszín bizonyítja. A roncslelpen tárolt egyik FW 190-es az aktív szolgálata alatt bizonyíthatóan először piros 7-es taktikai számot kapott, amit később sárga 11-re változtattak. A német repülőműszaki katonák a piros számra ráfestették a sárgát, így mindkettő látható maradt. Szerencsére készült olyan fénykép, melyen a magyar piros 12 és a német piros 7 is látszik, és azonos az árnyalatuk.

**HIVATKOZÁSOK**

- [1] HM Hadtörténelmi Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Levéltár, 101. Vadászpilóta Ezred iratai. 110. doboz
- [2] Merrick, K.A. – Kiroff, Jürgen: Luftwaffe Camouflage And Markings 1933-1945. Volume Two. Classic Publications, 2006, 295.



ADATLAP

Készlet:	Messerschmitt Bf 109G-10 WNF/Diana
Megjelenés éve:	2019
Gyártó:	Eduard
Cikkszám:	82161
Méretarány:	1/48
Anyagok:	fröccsöntött műanyag, réz, 3D nyomtatott
Alkatrészek száma:	198



4. ÁBRA.  
A kész makett pilótafülkéje

# A MAKETT

**A** mikor 2019-ben megjelent a piacon az Eduard cég 1/48-as méretarányú Me 109G-10 sorozata, elhatároztam, hogy a következő makettem egy magyar G-10-es lesz. Elkezdtem gyűjteni a dokumentációkat és referenciaképeket, közben ráakadtam az SBS nevű cég matricáivére, ahol felfigyeltem a magyar felségjelzésű, piros 12-es oldalszámú, Diana gyártású G-10 vadászgépre, amely Neubibergben fejezte be háborús pályafutását.

Mielőtt nekikezdtém az építésnek, beszereztem néhány kiegészítőt: egy Eduard gyanta pilótafülkét, illetve HGW hevedereket a realiztikusabb megjelenítés érdekében. Csak a pilótafülke összeállítása és festése több hetet vett igénybe, mivel nem minden passzolt tökéletesen a helyére. Itt is ugyanazt a metódust követtem, mint minden festeni kívánt felületen, miszerint előárnyékolást alkalmaztam az oldalfalakon és a pilótaülésen egyaránt. A pilótafülke megkapta a standard RLM 66 sötétszürke festést, majd a magasabb és fényel jobban bevilágított részein az alapszín fehérrel világosított változatával fújtam át finoman az apró részleteket.

Ezt követően sötétbarna művészolajos befolyatást alkalmaztam a fülkében, hogy tovább növeljem a finom kontrasztokat. Matt lakkozás után középszürke színű festékkel szárazecseteltem a felületet, majd egy 5/0-s ecsettel különböző színekkel festettem ki az aprócska kapcsolókat, az oxigénvezetéket, a botkormányt, a pedálokat stb. A folyamat végén, a kopásnak kitett felületeken ezüstszínű akvarellceruzával kiemeltem a

részleteket, továbbá a padlóra felvittem egy kevés European dust pigmentet is.

Ezután összeállítottam a törzsfeleket, melyekbe előzőleg beragasztottam a teljes fülkét az Eduard előre nyomtatott és a készlethez adott műszerfallal együtt. A szárnyak összeállításánál talákoztam az első rendkívül bosszantó problémával, miszerint óriási beszívódások és öntési hibák voltak az alkatrészekben. Nem tudom,



5. ÁBRA.  
A pilótafülke részei összeállítás előtt



6.

6. ÁBRA. A futó és a futóműakna

7. ÁBRA. A futómű és a kipufogósor

ez miből adódhatott, talán a fröccsöntő szerszám volt már kopott, de a bal oldali szárnyvég egyik sarka konkrétan hiányzott. Mintha oda már nem jutott volna öntőanyag. Nem volt mit tennem, egy hosszú csiszolás és tömítés elé néztem, melyet követően pár részletet és panelvonalat is újra kellett karcolnom.

Megrendeltem az Eduard akkor frissen megjelent 3D nyomtatott futóaknáját is, mely tökéletesen passzolt a makett szárnyaiba. Ez a körömnyi kis készlet hihetetlenül részletes és pontos, a létező összes vezeték és mozgó rudazat fel van rajta tüntetve. Az aknában talál-

ható vászonborításon még a zsinórzás és a cipzár is kivehető! Miután beragasztottam az aknákat az alsó szárnyfelekbe, lefestettem RLM02 színűre, árnyékoltam, világosítottam, majd paneleztem a felületeket művészolajjal. Tamiya olajfestékekkel festettem meg a részleteket, s ezt követően összeállítottam a szárnyakat.

A szárny és a törzs összeállítása problémamentesnek volt mondható, eltekintve az alsó szárnyfél-törzs találkozásától. Itt az illesztési vonalat el kell tömíteni, hisz az eredeti gépeken ezen a ponton nem volt lemezosztás. Az én esetemben itt egy akkora

árok húzódott, hogy kétkomponensű autós gittet kellett alkalmaznom az eltüntetéséhez.

Ezután beragasztottam a vízszintes vezérsíkokat, a kormánylapokat és a féklapokat is, majd előkészítettem a makettet az alapozó festéshez. Ez nálam legtöbbször tiszta alkoholos lemosást jelent, ami után (beleértve a festés teljes fázisát) már csak gumikesztyűben nyúlok a maketthez. Legtöbb esetben alapozáshoz a Mr. Hobby fekete színű Surfacer 1200 alapozóját használom, melyre különböző színű előárnyékolást vagy foltozást viszek fel, attól függően, hogy milyen lesz a fedőszín.

A következő fázisban a szárnytövekre, a kopásnak kitett területekre alumínium színt vittem fel, melyre koptatófolyadék (chipping fluid) került. A festés során próbáltam körültekintő lenni, így a Magó Károly Ék és kereszt című könyvében található leírás, illetve Fülöp Sándor elemzése és instrukciói alapján, a John McMurray által készített grafika, valamint az eredeti fotók felhasználásával készítettem el a festés végleges mintázatát. Több gyártó festékét is használtam, így AK (RLM81), Mr. Hobby (világosított RLM75) és MRP (RLM76) színeket egyaránt. Mindegyiket kifújtam műanyag kanalakra, azonos színből többet is, és a Magó Karcsi könyvében lévő színmintákkal hasonlítgatva próbáltam a végleges színeket összeállítani. Mindegyikből kevertem világosabb és sötétebb árnyalatot is, ezekkel végeztem színenként bizonyos részletek kieme-

8. ÁBRA. A kész makett





lését. Egyes paneleket (főleg a hasi részen) más-más gyártó termékével fújtam át vékonyan, ezzel is megtörve a szín egyhangúságát. A nagyobb foltok elkészítéséhez egyenként sablonokat készítettem papírból, azok segítségével fújtam a kontúrvonalakat, melyeket később szabadkézi fújással finomítottam. Az apró foltok elkészítéséhez elővettem a H&S 0,15 Infinity pisztolyomat, majd erősen hígított festékekkel, több rétegben fújtam fel a megfelelő mintákat. A matricáiv mintái alapján lézervágott maszkokat készítettem egy grafikus céggel, melyek segítségével piros színnel felfújtam az oldalanként más méretű és formájú 12-es számokat, illetve sötétszürkével a felségjeleket.

Lakkozás előtt a szárnytöveken nedves ecset és fogpiszkáló segítségével visszakoptattam a festéket, hogy előtűnjön alóla az alumíniumszín. Ezt követően az egész gépet Mr. Hobby GX 100 fényes lakkal fújtam le, hogy megóvjam a festés finom átmeneteit és részleteit. A gépet ebben a 80%-os állapotában elvittem a szolnoki makettkiállításra, ahol néhány kedves makettező barátom véleményezte a félkész munkámat, majd Fülöp Sándor is ellátott pár jó tanáccsal az apró részleteket illetően. Az építés következő fázisában felkerült pár HGW stencil a gépre, majd művészlajokkal, színenként eltérő árnyalatokkal paneleztem a felületeket. A repülő végső fényét a Mr. Hobby GX Super Smooth matt lakkjával állítottam be, amely egy igen el-

lenálló, enyhén selyemfényű felületet eredményezett.

Befejezésül különböző akvarellcezurákkal, művészlajokkal és pigmentekkel készítettem kopásokat és fakításokat a gép egész felületére, attól függően, hogy mennyire volt kitéve a használatból adódó amortizációnak. A gépre jellemző és a jobb oldalán található két vászon javítófolt tényleg egy-egy folt, amelyeket papír zsebkendő egyetlen lehetővékony rétegeből készítettem, majd ragasztottam a felületre hígított PVA ragasztóval és festettem le Rotbrun színre. Beragasztottam a fém futószárazakat a gyantából készült ke-

rekekkel, valamint a 3D nyomtatott légcsavart, illetve elkészítettem szintetikus póthajból az antennahuzalt. Utolsó fázisként Micro Kristal Klear segítségével helyére ragasztottam a nyitott állapotban lévő kabintetőt és a szárnyvégeken található lámpabúrákat is.

*A történeti leírást Magó Károly és Fülöp Sándor készítette, az építési leírás Molnár Ferenc munkája. A cikk készítői köszönetet mondanak azon makettezőknek, akik a történelmi háttér kutatásához és a makett megépítéséhez segítséget nyújtottak.* ■

9. ÁBRA.  
A motorblokk

10. ÁBRA.  
A farokrész és a farokfutó

11. ÁBRA.  
A kész makett





## STUDIES

- Alternative solution for FPV drone detection using convolutional neural network 2
- Summary assessment of the events on the Black Sea front, between 2022 and 2024, *Part 2* 8
- Laser blackening 16

## INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- Cold war bunkers, *Part 4* 21
- Missiles on the battlefield: the capabilities of HIMARS, *Part 1* 27
- Franco-German next generation tank programme 33

## SPACE ACTIVITIES

- Military applications of satellite Earth observation: *Case studies from the Russo-Ukrainian war* 40
- The last Hungarian meteorite falling in the light of World War II operations 45

## DOMESTIC SURVEY

- A modern robot in the service of the bomb disposal service 50
- The history of ammunition assembly and disassembly in Pusztavacs 55

## MILTECH HISTORY

- The "ears and eyes" of the Soviet troop air defence during the Cold War era, *Part 2* 59
- The M-9 experimental pistol 62
- Four with one shot! *The attack of the submarine SM U 4 on 14 September 1916* 67

## MODEL

- One of the most famous Hungarian Me 109 71

**A címlapképünkön:** Az Amerikai Egyesült Államok hadserege 321. tábori tüzérezredének, 3. zászlóalja 2022 szeptemberében M142 típusú, nagy mobilitású tüzérségi rakétarendszerekből (HIMARS) GMLRS (Guided Multiple Launch Rocket System) rakétát indít a Nordic Strike 22 gyakorlat során, a svédországi Vidsele melletti kísérleti lötéren. (Fotó: Anders Åberg)

## STUDIEN

- Eine alternative Lösung zur Erkennung von FPV-Drohnen mithilfe eines Faltungsneuronalen Netzwerks 2
- Eine zusammenfassende Bewertung der Ereignisse in der Schwarzmeer-Kampfstätte, 2022–2024, *Teil II.* 8
- Laserschwärzung 16

## INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

- Bunker des Kalten Krieges, *Teil IV* 21
- Der letzte Meteoriteneinschlag in Ungarn im Lichte der Einsätze des II. Weltkrieges 27
- Das deutsch-französische Programm für die Panzer der nächsten Generation 33

## RAUMFAHRTTECHNIK

- Militärische Anwendungen der Satelliten-Erdbeobachtung: *Fallstudien aus dem russisch-ukrainischen Krieg* 40
- Der letzte Meteoriteneinschlag in Ungarn im Lichte der Einsätze des II. Weltkrieges 45

## HEIMATSCHAU

- Ein moderner Roboter in der Kampfmittelbeseitigung 50
- Die Geschichte der Munitionsmontage und -demontage in Pusztavacs 55

## GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Die „Ohren und Augen“ der sowjetischen Luftverteidigung während des Kalten Krieges, *Teil II* 59
- Die Experimentalpistole M–9 62
- Vier mit einem Schuss! *Der Angriff des U-Bootes SM U-4 am 14. September 1916* 67

## MAKETTE

- Ein der berühmtesten ungarischen "Me-109" 71

**Poszter:** A második világháború egyik leghíresebb és legsikeresebb vadászgéptípusa volt a Messerschmitt Bf 109, amely a magyar hadrendben Me 109 megjelölést kapta. A plakáton szereplő 1:48 léptékű makett, amely Molnár Ferenc munkája, egy, a háború végső szakaszában használt példány mása, amely egy németországi roncsstelepen fejezte be pályafutását, ahol számos fénykép készült róla, így a korszak egyik legalaposabban dokumentált magyar vadászrepülőgépeinek nevezhető. (Grafika: Gróf István)



**KEDVENC LAPJAIT – KÖZTÜK A HADITECHNIKÁT – A LAPTAPÍR SZOLGÁLTATÁSÁVAL OLVASSA ONLINE ASZTALI VAGY TÁBLAGÉPEN, ILLETVE OKOSTELEFONON. BÁRHOL, BÁRMIKOR ELÉRI: LAPTAPIR.HU**



## 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 nevével lábjegyzetben fel kell tüntetni: a szerző ORCID-azonosítóját ([www.orcid.org](http://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 tiszteltdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra.

A cikkeket a [haditechnika@hmzrinyi.hu](mailto:haditechnika@hmzrinyi.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](mailto: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@hmzrinyi.hu](mailto:ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu)  
A folyóirat 2005–2015 közötti példányai elérhetők:  
<https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT>

## A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

Líra Könyvruház, Récesei 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@hmzrinyi.hu](mailto:ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu)

# Mobileszközök biztonsága

A mobil informatikai eszközök jelentősen hozzájárulnak a munkavégzés megkönnyítéséhez, hatékonyságának javításához. A kétségtelen előnyök mellett azonban széles körben megjelentek korábban nem ismert veszélyek, amelyek mind a felhasználóra, mind a kezelt adatokra kockázatot jelentenek.

## Szervezeti és személyes adatok

- Fontos a magán- és munkahelyi adatok szétválasztása. A levélküldés, adattárolás, hozzáférés különféle eszközökről vagy más hasonló tevékenység egyes elemeinek kompromittálódása hatással vannak egymásra (a telefon elvesztése, ellopása hozzásegítheti a támadót a szervezeti rendszerekbe történő bejutáshoz, pl. tárolt jelszavak, automatikus csatlakozási lehetőségek).

## Alkalmazások biztonsága

- A mobileszközök és -alkalmazások rendszeres frissítése alapvető fontosságú. Ha lejárt az eszköz támogatása és nem érkezik több frissítés, javasolt lecserélni.
- A gyártók hivatalos piacterein (pl. Google Play, AppStore) is folyamatosan felbukkannak olyan alkalmazások, amelyek rosszindulatú kódokat tartalmaznak.
- Nem javasolt előzetesen be nem vizsgált alkalmazásokat telepíteni munkahelyi eszközökre.

## Hozzáférés-védelem

- Javasolt átgondolni, hogy mire használjuk a készüléket. A felesleges alkalmazásokat (ha lehet) távolítsuk el.
- Egy jól megválasztott képernyőzár megnehezíti az illetéktelen hozzáférést. A képernyőzárhoz lehetőség szerint használjunk biometrikus hitelesítést.
- Használjunk VPN-t, amikor nyilvános Wifit veszünk igénybe. A nyilvános Wifiken jó eséllyel „hallgatózik” valaki, aki pénzügyi visszaéléshez, vagy más csaláshoz használható adatokat gyűjt.

## Biztonsági mentés

- A mobileszközökön tárolt adatokról rendszeresen készítsünk biztonsági mentést, amit lehetőség szerint más eszközön tároljunk (pl. külső háttértár, felhőtárhely).

## Engedélykérések

- Ellenőrizzük, hogy milyen engedélyeket kér egy alkalmazás. Ha nem szükséges engedélyeket kér egy alkalmazás, ne telepítsük az eszközünkre (pl. navigációs alkalmazásnak szüksége lehet hozzáférni a telefon helyzetéhez, de a videószerkesztőnek nem feltétlenül).
- Ne mentsük el a felhasználónevet és jelszót a böngészőbe! Használjunk inkább jelszókezelő alkalmazást.

## Katonai szempontú kockázatok

- Az okostelefonok, valamint a közösségi média elterjedése forradalmasította a megfigyelés dinamikáját, különösen a harctereken. Minden eddiginél több adat jön létre és kerül megosztásra, néha észrevétlenül, tudatlanul (geolokáció, szokások, egészségi állapot, kapcsolatok stb.).
- Egyes gyártók termékei beépített „hátsó ajtót” (azaz szándékosan elhelyezett sérülékenységet) tartalmaznak. Egy kevésbé ismert gyártó termékének vásárlása előtt tájékozódjon annak megbízhatóságáról, kérdezze meg szakmai és katonai vezetőit.

## Mobil nélkül...

*Gondolkozzon el: mi történne, ha elveszne a mobilja december 24-én este 6-kor...*

- Be tud lépni a levelezésébe? Mindegyikbe?
- Be tud lépni a banki fiókjába? Kettős hitelesítés nélkül is?
- Vissza tud lépni bármelyik közösségi fiókjába?
- Fel tudja hívni a főnökét, vagy bárki mást?
- Eltalál a karácsonyi buliba a belvárosba?



HONVÉDELMI  
MINISZTERIUM

# SZERETEM, MEGVÉDEM!

Csatlakozz a területvédelmi  
tartalékosokhoz!

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