

# HADITECHNIKA

2024/2.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LVIII. ÉVFOLYAM 2. SZÁM · ÁR: 990 Ft



## A MAGYAR HONVÉDSÉG PZH 2000 ÖNJÁRÓ LÖVEGE

**HADITECHNIKA**  
MEGÚJULT KÜLSŐVEL, ÉS VÁLTOZATLANUL  
MAGAS SZÍNVONALÚ TARTALOMMAL

**POSZTER-  
MELLÉKLETTEL**

# A T-72B3M KIEGÉSZÍTŐ ÁLCARENSZEREI



## TRITON

*drónzavaró védelmi rendszer*

- Elyomás hatótávolsága: 200–400 m
- Elyomott frekvenciatartományok: 860–886 és 902–928 MHz
- A generált interferencia típusa: körkörös sugárzású

A Triton drónzavaró rendszer antennája

## NAKIDKA

*elektromágneses hullámokat elnyelő álcázótakaró infravörös és optikai álcázáshoz*

- 8–10 mm-es többrétegű takaró
- hőszigetelő és rádiójel-elnyelő rétegek

Nakidka hő- és rádiójel-elnyelő álcázóköpeny



**A MAGYAR HONVÉDSÉG  
MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA**

Az MTA IX. osztály Hadtudományi  
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,  
lektorált folyóirat,  
LVIII. évfolyam 2024/2. szám

**A szerkesztőbizottság elnöke:**

Dr. Porkoláb Imre dandártábornok  
(a HM védelmi innovációért felelős miniszteri biztosa)

**A szerkesztőbizottság alelnöke:**

Bárány Zoltán Gábor ezredes (MH HTP)

**Főszerkesztő:**

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

**A szerkesztőbizottság tagjai:**

Dr. Both Előd (Magyar Asztronautikai Társaság)  
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 dandártábornok (NKE HHK)  
Dr. Koller József dandártábornok (MH LEP)  
Könczöl Ferenc ezredes (MH LEP)  
Dr. Lippai Péter dandártábornok (NKE HHK dékán)  
Magyar Ferenc (ZalaZone)  
Dr. Németh András alezredes (NKE HHK)  
Prof. dr. Rohács József CSc. (BME)  
Solymosi Ferenc ezredes (MH TTP)  
Dr. Trembeczki László András  
(HM El Zrt., HM ARMCOM Zrt.)

**Lektorai bizottság elnöke:**

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

**Felelős szerkesztő:**

Végyvári Zsolt alezredes (NKE HHK, MHTT, TÜK, MEE)

**Szerkesztő:**

Rojkó Annamária főtanácsos (MÜOSZ, TÜK)

**Katonai szerkesztő:**

Druzsín József őrnagy (MHTT, TÜK, MKLE)

**Szerkesztőasszisztens:**

Drahos Gabriella

**Olvasószerkesztő:** Kádár M. György

**Tipográfiai terv:** Tamás László

**Tördelés:** Kiss Fanni Flóra

**Műszaki szerkesztés:** Gróf István

**A Zrínyi Kiadó vezetője:** dr. Hajdú Ferenc igazgató  
**Nyomdai előkészítés és nyomtatás:** HM Zrínyi Nonprofit Kft.

**Felelős vezető:** Kulcsár Gábor ügyvezető

*A Haditechnika kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.*

**A szerkesztőség elérhetőségei:**

1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9. Telefon: +36 30-773-7494  
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**

- Szabolcsi Róbert:  
UAV-operátorok által létrehozott  
hosszúperiodikus, divergáló lengések **2**
- Földi Ferenc:  
A Gepárd nagy űrméretű puszkák  
fejlesztésének története *VII. rész* **7**
- Farkas Zoltán:  
Páncélozott műszaki-mentő járművek *II. rész* **12**

**NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE**

- Bazsó-Vigh Vivien:  
Északi-sarkvidéki hadviselés *II. rész* **17**
- Ozsváth Sándor:  
A Hamász terrorszervezet drónfejlesztései **22**
- Ocskay István:  
A passzív drónvédelem hatékonysága  
páncélozott harcjárműveken **27**
- Kovács Zoltán:  
UBIM, az orosz skorpió **35**

**ŰRTECHNIKA**

- Illyés András:  
Rakétafejlesztő mérnökhallgatók  
a Budapesti Műszaki Egyetemen **41**
- Bozsó István:  
A műholdas földmegfigyelés történelmi  
és technikai háttere **48**

**HAZAI TÜKÖR**

- Kovács Péter:  
Lánc talpas buldózerek  
a Magyar Honvédségben **54**
- Restás Ágoston:  
A légi tűzoltás hatékonyságának  
tűzoltástaktikai megközelítése **61**

**HADITECHNIKA-TÖRTÉNET**

- Hajdu Péter:  
A magyar Phönix C.I-es repülőgépek  
története *II. rész* **67**
- Somkutas Róbert:  
Az 1. királyi gyorshadtest felderítő erőinek  
tevékenysége *VII. rész*  
– *Átjutás a Sztálin-vonalon (1941. 7. 18–19.)* **73**



SZABOLCSI RÓBERT\*

# UAV-OPERÁTOROK ÁLTAL LÉTREHOZOTT HOSSZÚPERIODIKUS, DIVERGÁLÓ LENGÉSEK

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A humán operátorok a légi járművek irányítása során akaratlanul is létrehozhatnak olyan divergáló, instabil lengéseket (Pilot-Induced Oscillation – PIO), amelyek akár a légi jármű komoly sérüléséhez, vagy esetleg az elvesztéséhez is vezethetnek. A hagyományos légi járművek PIO-jelenségeit már régóta vizsgálják a szakemberek, de a pilóta nélküli légi járművek (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) PIO-jelenségei csak nemrég kerültek a tudósok látókörébe. Így módon, az UAV-k rohamos elterjedésének is köszönhetően, ez a terület a jelen és a közeljövő ígéretes kutatási területe, amelynek eredményeit az UAV-alkalmazók, és főleg az UAV-operátorok hathatósan tudják majd felhasználni.

**KULCSSZAVAK:** humán operátor, UAV, PIO, PIO-kategóriák, stabilitásvizsgálat, minőségvizsgálat

**ABSTRACT:** During UAV operations the operators can establish oscillations of the aircraft even unintentionally. The PIOs might lead to severe damages or to the loss of the aircraft at all. The PIOs of the conventional manned aircraft are in the focus of attention of the experts since many decades. However, due to diversity of the newest and wide-scale UAV applications more and more attention is paid to the PIOs of the UAVs, which is an emerging field holding forth. Hopefully, results and experiences gained in this field will be applied effectively both by UAV owners and also by the UAV operators.

**KEYWORDS:** human operator, UAV, PIO, PIO categories, stability analysis, dynamic performances analysis

## BEVEZTÉS, PROBLÉMAFELVETÉS

A divergáló, instabil lengések (Pilot-Induced Oscillation – PIO), PIO-jelenség néven régóta ismert és kutatott területe a repülésdinamikának. Már az 1950-es évektől előfordultak ezek a nemkívánatos, a repülésbiztonságra is kifejezetten veszélyes jelenségek, amelyek főleg a sugárhajtású repülőgépek, és a nem hagyományos aerodinamikai elrendezések megjelenésére, valamint a hajózók nem megfelelő képzésére voltak visszavezethetők.

Ismeretes, hogy a PIO jellegzetes folyamatainak háttérben számos ok állhat, és többféle PIO is kialakulhat, amelyek kimenetele is lényegesen elérhet egymástól. A hagyományos légi járművek PIO-jelenségeit az első repülőesemények óta naplózzák, és a speciális esetek dokumentációit vizsgálják, majd az elemzések eredményeit és a megállapításokat közzéteszik.

A pilóta nélküli légi járművek (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) rohamtempójú és változatos elterjedésével egyre gyakrabban találkozhatunk az UAV-repülések esetén is a PIO-jelenséggel, ugyanis itt is egyre inkább megfigyelhető és tapasztalható az UAV-k építésében alkalmazott nem hagyományos aerodinamikai elrendezés.

A jelenség elnevezése alapján is könnyen belátható, hogy a PIO egyes fajtáit az UAV-operátor, a kezelő nem megfelelő tevékenysége indíthatja el. Ez visszavezethető részben az operátorok képzettségének esetleges hiányosságaira, az operátori készségek részleges



hiányára, vagy az operátor repülés közben fennálló fizikai-mentális állapotára.

A szerző célja annak bemutatása, hogy az operátorok fizikai-mentális állapota és a tevékenysége hogyan befolyásolja az UAV-k repülési paramétereit, valamint a zárt irányítási folyamatok stabilitását és minőségét.

## TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK

A pilóta nélküli légi jármű-rendszer (Unmanned Aircraft System – UAS) egyik fontos elemeként, az UAV-k irányítását végző humán operátorok matematikai modellezése hosszabb időszakra nyúlik vissza. Laboratóriumi és repülő-szimulátoros, tudományos kísérletek eredményeként az UAV-operátorok viselkedésének leírására többféle átviteli függvényt is identifikáltak. [1] [3] [4] [5]

A humán operátorok zárt folyamatirányítási rendszerekben betöltött szerepét a [11] [15] irodalmak vizsgálták. Az UAV-k felderítési célú alkalmazását a [12] és a [13] források mutatják be, ahol az UAV-k térképezést szolgáló repüléseihez a szerzők a megfelelő repülési pályák tervezését vizsgálták, és javaslatot tettek optimális repülési pályák geometriájára.

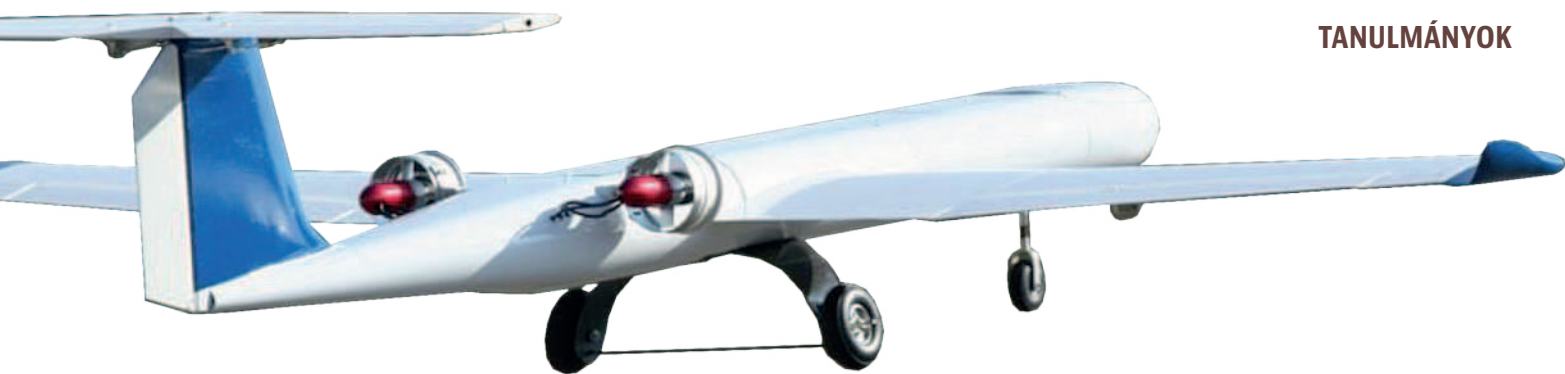
A PIO definícióját a [9] forrás adja meg. A PIO-jelenség kialakulásának fizikai és egyéb hátterét már a kezdeti időktől alaposan tanulmányozták. [2] [6] [7] A PIO-jelenség lengéseinek csillapítását a modern irányításmélet segítségével vizsgálhatjuk. [8] [10]

Az UAV, illetve az UAS-rendszerek esetleges PIO-folyamatait a [11] és a [14] vizsgálta, és széles körben alkalmazták az operátorok tevékenységének lineáris matematikai modellezését a zárt irányítási folyamatokban.

## A PIO-JELENSÉGRŐL

A PIO-jelenség definícióját a [9] kézikönyv az alábbiak szerint adja meg: „A PIO fennmaradó, vagy irányíthatatlan lengés, amelyet a pilóta légi járművet irányító tevékenysége hoz létre”. Ismeretes,

\* Prof. dr. habil. Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, tart. okl. mk. ezredes, egyetemi tanár. ORCID: 0000-0002-2494-3746



1. ÁBRA. A „Phastball” SUAV [16]

hogy a légi jármű-vezető (pilóta, operátor, kezelő) képes széles határok között megváltoztatni a viselkedését, és a folyamatirányítási rendszerekben a saját tevékenységét leíró matematikai modellt.

Ily módon azt is mondhatjuk, hogy az operátor a változó, adaptálódó tevékenységével megváltoztathatja a légi jármű irányításának nyílt, vagy zárt hatásvázlatát is. A légi jármű irányítóinak lehetséges viselkedését az alábbiak szerint adhatjuk meg [2] [6] [7]:

- „kompenzáló”: a hajózó tevékenysége a hibajelek kompenzálására korlátozódik (pl. hibajelek megszüntetése nullindikátorok segítségével);
- „üldöző”: a hajózó tevékenysége a hibajelek kompenzálására irányul, de irányító tevékenysége közben figyelembe veszi úgy a rendszer bemeneteit, mint a rendszer kimeneteit is (pl. félautomatikus leszállás ILS-rendszer által szolgáltatott adatok alapján);
- „üldözés előre látással”: a folyamatok előre „látása”, ha új bemeneti jelekkel irányít az operátor (főként tapasztalatokon alapuló prediktív képesség);
- „pre-kognitív”: képzett operátorra jellemző viselkedés, főként felnyitott irányítási rendszerekben;
- „pre-kognitív” / „kompenzáló”: operátorok viselkedése több irányítási csatornában egyidejűleg végrehajtott irányítási tevékenység során.

A légi jármű-vezetők, operátorok fenti „normális” viselkedési formái mellett megkülönböztetünk számos, általuk tanúsított „abnormális” viselkedést is, mint például a [2] [6] [7]:

- nem megfelelő, nem koordinált viselkedés;
- nem megfelelő adaptáció a más viselkedési formát megkívánó helyzetekhez;
- túlságosan nagy erősítéssel történő beavatkozás, agilis, esetleg agresszív irányítás;
- átmenetek az egyes, korábban ismert viselkedési formák között;
- tranzien folyamatok utáni „beragadás”, „megrekedés”.

A PIO lehetséges okait [2] az alábbiak szerint foglalta össze:

*a pilóta nem megfelelőse:*

- nem megfelelő, hiányos képzés;
- nem megfelelő adaptáció (pl. az egyébként sem megfelelő vezetési technikák átvitele két légi jármű között);

*túlzott elvárások, számottevő igények a pilóta adaptációs képességével szemben;*

- az elvárt erősítés, az időkésés, és a predikciós képességek messze túlmutatnak a pilóta valós, meglévő adottságain és képességein;
- a pilóta adaptációjának alacsony sebessége a lengések kizárásához, vagy a kialakult lengések megszüntetéséhez;
- nem megfelelő képességek a nemlinearitások kezeléséhez;

*csatló „végtagoperátor” rendszer;*

- a neuro-muszkuláris rendszer fizikai hatása a légi jármű kezelőszerveire megváltoztatja az irányítási rendszerek dinamikáját;

- a pilóta nem szándékos, mozgások miatti terhelések által vezérelt végtagkitérései.

A légi járművek PIO-eseményeit az előfordulásuk jellege szerint az alábbi kategóriákba sorolhatjuk:

### CAT I PIO: A LINEÁRIS „PILÓTA-LÉGI JÁRMŰ” RENDSZER LENGÉSEI

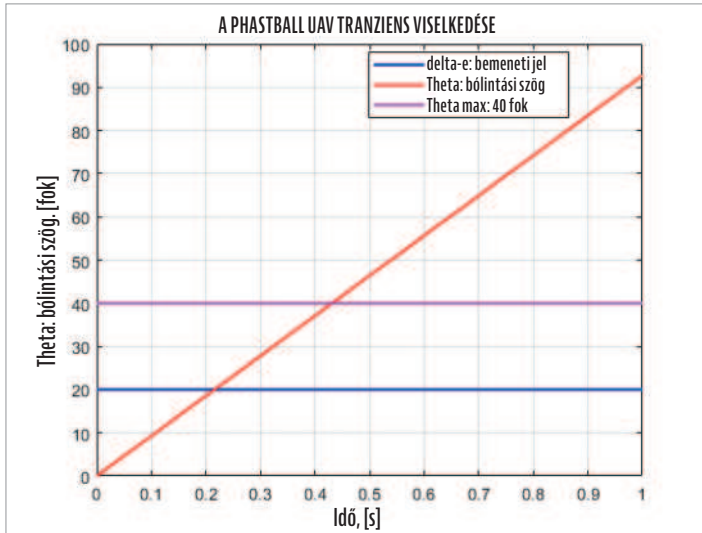
E PIO-kategóriára jellemző, hogy úgy a légi jármű irányítási rendszerének elemeit, mint a hajózó/operátor viselkedését is lineáris, vagy kvázilineáris modellekkel írhatjuk le. Ebben az esetben a PIO-jelenséget főként a felnyitott folyamatirányítási rendszerek nagy erősítési tényezője okozza. E kategóriában a PIO eseti, könnyen megismételhető, de a kormánysszervek elengedésével, más szóval, a hajózó/operátor erősítésének csökkentésével könnyen megszüntethető, és általában nem jelent veszélyt a repülésbiztonságra. Mindazonáltal, a gyorsan változó, nagy bemeneti jelek még ebben az esetben is eredményezhetik a légi jármű szélsőségesen nagy lengéseit, amely esetleg katasztrófához/géptöréshez is vezethet. E jelenség leginkább azokon a légi járműveken alakul ki, amelyek jelentős időkéséssel bírnak. Az ehhez a kategóriához sorolt PIO-lengések egyaránt lehetnek alacsony, és magas amplitúdójúak is.

### CAT II PIO: KVÁZILINEÁRIS „PILÓTA-LÉGI JÁRMŰ” RENDSZER LENGÉSEI A PILÓTÁVAL SORBA KÖTÖTT BEAVATKOZÓ SZERVEK KORLÁTOZÁSÁVAL

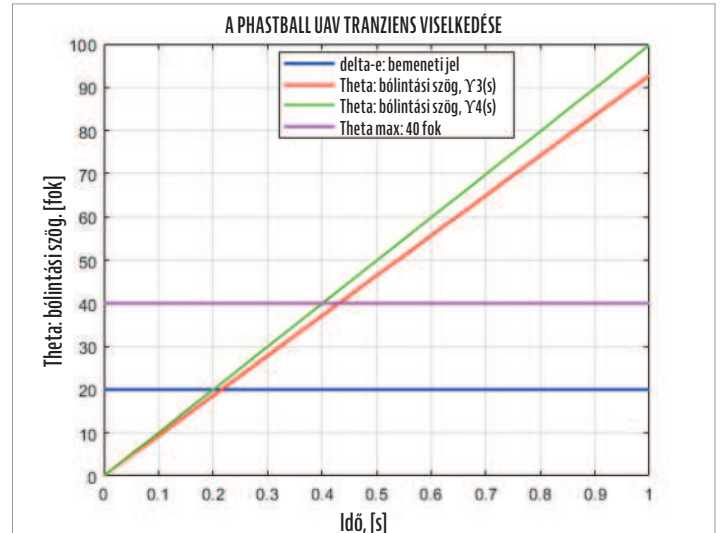
E kategóriára jellemző, hogy az irányítási rendszerek előre vezető ágában a pilótával sorba kötött beavatkozó szerv nemlineáris: rendszerint a beavatkozás sebességét, esetleg a munkahengerek dugattyúrúdjának járatát lehatároló korlátozást tartalmaz a szervberendezés, de emellett előfordulhat az is, hogy érzéketlenségi sávval is bír (pl. tolatyús szervoszelepek) a beavatkozó szerv. Mindezen nemlinearitások mellett előfordulhatnak egyéb nemlineáris hatások is: a kormánysszervek nemlineáris függvény szerinti kitérítése, az egyes repülési (pl. a légnyomás nemlineáris függése a repülési magasságtól), illetve aerodinamikai paraméterek nemlineáris függvényei (pl. a torlónyomás nemlineáris függése a repülési sebességtől). A CAT II PIO-jelenségek nagyban hasonlítanak a CAT I PIO-hoz, azzal az eltéréssel, hogy a nemlinearitások nagy időkéséseket hoznak létre a dinamikus rendszerben, és e lengések amplitúdói szélsőségesen nagyok is lehetnek.

### CAT III PIO: SZÁMOTTEVŐ MÉRTÉKBEN NEMLINEÁRIS „PILÓTA-LÉGI JÁRMŰ” RENDSZER LENGÉSEI

E kategória PIO-lengései lényeges mértékben függenek a légi jármű dinamikájának nemlinearitásaitól, az irányítási rendszer egyes építőelemeinek (pl. beavatkozó szerv, szabályozó, érzékelő) nemlinearitásaitól, az aerodinamikai folyamatok nemlinearitásaitól, a hajtómű nemlinearitásaitól, a pilóta változó viselkedésétől és az egyes viselkedési formák közötti átmenetektől, a pilóta változó



2. ÁBRA. A Phastball SUAV viselkedése időtartományban: I. (A MATLAB-script a szerző szerkesztése)



3. ÁBRA. A Phastball SUAV viselkedése időtartományban: II. (A MATLAB-script a szerző szerkesztése)

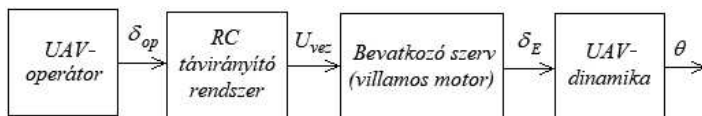
bemeneti utasításaitól, a hirtelen megváltozó repülési feladatoktól, valamint az operátor/pilóta dinamikus modelljének nemlineari-tásaitól is.

**KIS MÉRETŰ UAV CAT I PIO JELENSÉGE**

A pilóta nélküli repülőgépeket széles körben alkalmazzák többek között a légköri turbulencia, valamint a széllokések és szélnyírások dektálására, mérésre is. Ilyen projekt például a West Virginia University (WVU) által kifejlesztett és gyártott kis méretű, tudományos-kutatási célra használt „Phastball” SUAV. (1. ábra)

**A PHASTBALL SUAV NYÍLT HATÁSLÁNCÚ IRÁNYÍTÁSA CAT I PIO ESETÉN**

A „Phastball” távirányított SUAV operátora által létrehozott CAT I PIO jelenségét az alábbi nyílt hatásláncú rendszerben vizsgálhatjuk. (4. ábra)



4. ÁBRA. A Phastball SUAV nyílt hatásláncú távirányítása (A szerző szerkesztése)

Az UAV-operátor most abban az értelemben vesz részt az UAV távirányításában, hogy létrehozza a SUAV  $\delta_{op}$  bemeneti jelét. Az RC távirányító rendszer dinamikája magába foglalja a távirányítás adás-vételének holtidejét, valamint a számítógépes jelfeldolgozás egyes műveleteinek, és az  $U_{vez}$  beavatkozó jel létrehozásának időigényét. Az RC távirányító rendszer átviteli függvényét az alábbi alakban írhatjuk fel [11]:

$$Y_1(s) = \frac{U_{vez}(s)}{\delta_{op}(s)} = e^{-(\tau_{op} + \tau_{RC})s}, \tag{1}$$

ahol  $\tau_{op} = 0,17s$  a matematikai és egyéb számítások valós időszükséglete, míg  $\tau_{RC} = 0,1s$  a teljes RC távirányító rendszer összegzett adatátviteli holtideje. [11] További vizsgálataink során a holtidők ötödrendű Padé approximációs alakjait használjuk majd.

A beavatkozó szerv szerepét gyors működésű villamos szervomotorok látják el, amelyek átviteli függvénye [11]:

$$Y_2(s) = \frac{\delta_E(s)}{U_{vez}(s)} = \frac{0,0217}{0,1222s+1} \tag{2}$$

1. TÁBLÁZAT. A Phastball SUAV pólusai, zérusai és minőségi jellemzői (A szerző szerkesztése)

Pólusok (p), zérusok (z)	Csillapítási tényező, $\xi$ , [-]	Körfrekvencia, $\omega$ , [rad/s]
$p_1 = 0,0295$	-1	0,0295
$p_2 = 0,414$	-1	0,414
$p_{3,4} = -3,92 \pm 3,48i$	0,748	5,25
$z_1 = -3,2774 \cdot 10^{16}$		
$z_2 = -0 \cdot 10^{16}$		
$z_3 = 0 \cdot 10^{16}$		

Végezetül, a „PhastBall” távirányított SUAV hosszirányú irányítási csatornájában a CAT I PIO-jelenség identifikált modelljére az alábbi átviteli függvényt alkalmazzuk [11]:

$$Y_3(s) = \frac{\theta(s)}{-\delta_E(s)} = \frac{8,882 \cdot 10^{-16} s^3 + 29,11 s^2 + 123,4 s - 56,09}{s^4 + 7,406 s^3 + 24,05 s^2 - 12,11 s + 0,3362} \tag{3}$$

ahol:  $\theta(s)$  a bólintási szög,  $\delta_E(s)$  pedig: magassági kormány szöghelyzetének megváltozása. Az  $\delta_E(t) = 20t$  bemeneti jelle adott válaszfüggvénye a 2. ábrán látható.

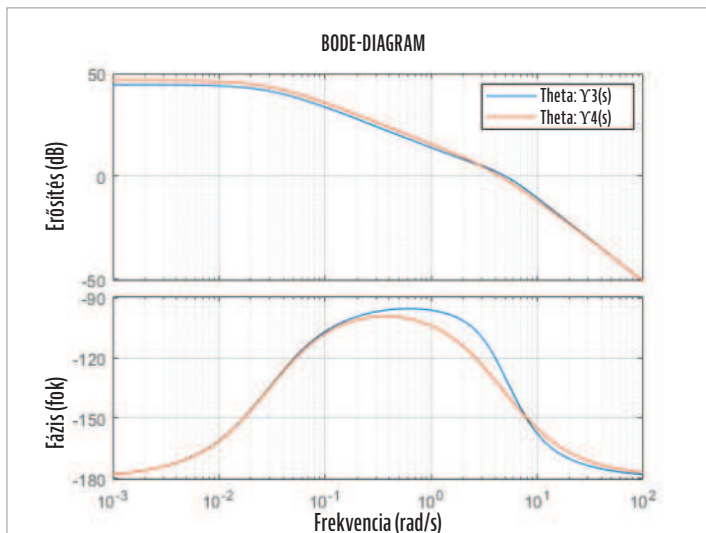
A 2. ábra alapján megállapítható, hogy az UAV nagyon gyorsan reagál a bemeneti jelle, és hamar eléri a légi üzemeltetés  $\theta_{max}$  értékét. Az UAV dinamikáját meghatározó (3) átviteli függvény alapján a pólusok és a zérusok most az 1. táblázatban foglaltaknak megfelelően alakulnak.

A MATLAB minreal.m függvénye segítségével 10%-os pontossággal elvégezve a (3) dinamikus rendszer egyszerűsítését, más szóval, az egymáshoz megfelelően közel eső zérusok és pólusok kizárását, az alábbi közelítő átviteli függvényt kapjuk:

$$Y_3(s) = \frac{\theta(s)}{-\delta_E(s)} = \frac{8,882 \cdot 10^{-16} s^3 + 29,11 s^2 + 123,4 s - 56,09}{s^4 + 7,406 s^3 + 24,05 s^2 - 12,11 s + 0,3362} \approx \frac{8,882 \cdot 10^{-16} s + 29,11}{s^2 + 4,624 s - 0,1373} \tag{4}$$

A SUAV választát a  $\delta_E(t) = 20 \cdot 1(t)$  bemeneti jelle a 3. ábrán láthatjuk. Az ábrán úgy ábrázoltuk a (3) átviteli függvényvel megadott UAV válaszfüggvényét, mint a modell egyszerűsítése révén nyert UAV-modell válaszfüggvényét.

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy az UAV hosszirányú mozgásmodelljének egyszerűsítése a bólintási szög megengedett tartomá-



5. ÁBRA. A Phastball SUAV viselkedésének vizsgálata frekvenciatartományban (A MATLAB-script a szerző szerkesztése)

nyán nem okoz érdemi változást. Az 5. ábra az UAV Bode diagramját mutatja be.

Können belátható, hogy az erősítés csak elhanyagolhatóan kis mértékben változik, míg a fázisszög közepes frekvenciatartományban változik meg érdemben.

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy a SUAV viselkedése az identifikált CAT I PIO dinamikus modellje alapján instabil. [11]

A (4) egyenlet karakterisztikus egyenletének gyökeit, más szóval, a SUAV pólusait, illetve zérusait és a minőségi jellemzőit *A Phastball SUAV egyszerűsített modelljének pólusai, zérusai és minőségi jellemzői* című, 2. táblázat foglalja össze.

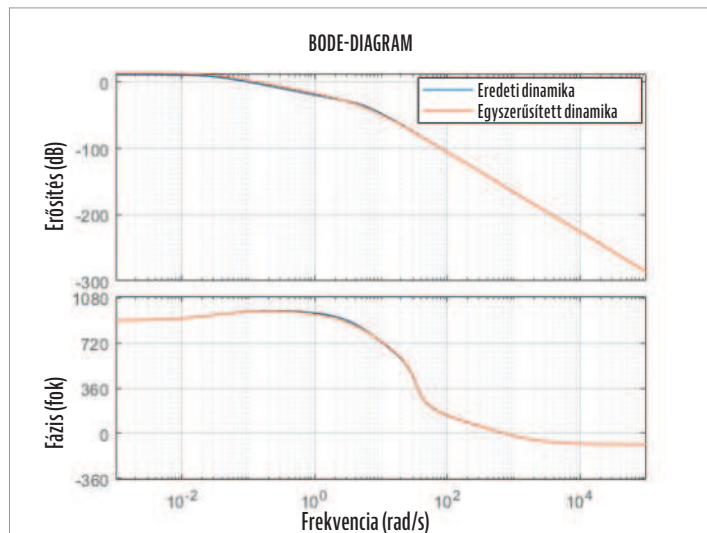
Mivel a Phastball SUAV egy valós, pozitív előjelű pólussal is rendelkezik ( $p_1$ ), ezért a SUAV a korlátos, ugrásfüggvény jelleggel, hirtelen változó  $\delta_E(t)$  bemenetre aperiodikusan divergáló, instabil  $\theta(s)$  bólintási szög válaszfüggvénnyel reagál.

Az UAV 4. ábrán látható teljes, nyílt hatásláncú irányítási rendszer átviteli függvénye az (1)–(3) egyenletek segítségével most az alábbi alakban adható meg:

$$Y_{O.L.}(s) = \frac{\theta(s)}{\delta_{op}(s)} = Y_1(s)Y_2(s)Y_3(s) = e^{-(\tau_{op} + \tau_{RC})s} \cdot \frac{0,0217}{0,1222s+1} \cdot \frac{8,882 \cdot 10^{-16}s+29,11}{s^2+4,624s-0,1373} \quad (5)$$

A vizsgált SUAV (5) átviteli függvénye, a holtidő ötödrendű Padé-approximációs közelítése esetén, nyolcadrendű karakterisztikus egyenlettel bír. Az (5) átviteli függvény alapján könnyen belátható, hogy a Phastball SUAV CAT I PIO dinamikája miatt a felnyitott hatásláncú irányítási rendszer is instabil működésű lesz, mivel az (5) átviteli függvény nevezőjében egy negatív előjelű együttható is található.

A SUAV felnyitott irányítási rendszerének (4) átviteli függvénye, és annak egyszerűsítése révén nyert (5) rendszermodell viselkedését a 6. ábrán hasonlíthatjuk össze.

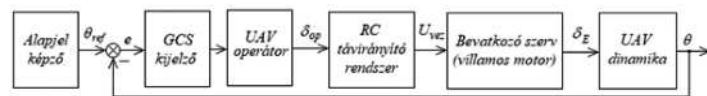


6. ÁBRA. A Phastball SUAV nyílt hatásláncú irányításának vizsgálata frekvenciatartományban (A MATLAB-script a szerző szerkesztése)

A 6. ábrán jól látható, hogy az UAV dinamikájának egyszerűsítése a nyílt hatásláncú irányítás (4. ábra) frekvenciatartománybeli viselkedését érdemben nem befolyásolja, tehát a dinamikus modell egyszerűsítése nem vezet érdemi eltéréshez. Ily módon, a továbbiakban az egyszerűsített modellekkel dolgozunk.

### A PHASTBALL SUAV ZÁRT HATÁSLÁNCÚ IRÁNYÍTÁSA CAT I PIO ESETÉN

Az UAV-k CAT I PIO-jelenségre való fogékonyságát, hajlamát a Neal-Smith kritérium alapján zárt hatásláncú irányításokkal kezeljük, amikor az operátor maga is tagja, aktív résztvevője a zárt irányítási folyamatnak. [11] Az UAV zárt hatásláncú PiL (Processor-in-the-Loop) irányítását a 7. ábra mutatja be. E rendszerben az operátor kijelzője a megszüntendő  $e(t) = \theta_{ref}(t) - \theta(t)$  hibajelét jelzi ki számára.



7. ÁBRA. A Phastball SUAV nyílt hatásláncú távirányítása (A szerző szerkesztése)

A Neal-Smith kritérium az operátor zárt hatásláncban kifejtett tevékenységének modellezésére az alábbi átviteli függvény alkalmazását javasolja:

$$Y_2(s) = \frac{\delta_{op}(s)}{e(s)} = K \frac{1+sT_L}{(1+sT_N)} e^{-s\tau} \quad (6)$$

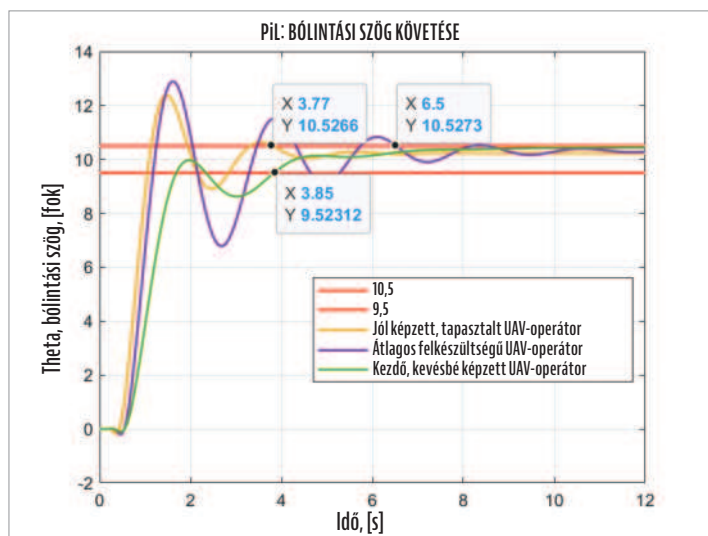
amikor is a földi irányító állomás (Ground Control Station – GCS) egységnyi erősítésű, arányos működésű rendszerként viselkedik. Ismeretes, hogy az UAV-operátorok (6) egyenletben szereplő  $T_L$ ,  $T_N$ ,  $K$ , és  $\tau$  paraméterei különféle értékeket vehetnek fel, amelyeket a 3. táblázat foglal össze. [16] [17]

2. TÁBLÁZAT. A Phastball SUAV egyszerűsített modelljének pólusai, zérusai és minőségi jellemzői (A szerző szerkesztése)

Pólusok ( $p_i$ ), zérusok ( $z_i$ )	Csillapítási tényező, $\xi$ , [-]	Körfrekvencia, $\omega$ , [rad/s]
$p_1 = 0,0295$	-1	0,0295
$p_2 = -4,65$	1	4,65
$z_1 = 3,6882 \cdot 10^{-7}$		

3. TÁBLÁZAT. Az UAV-operátorok modelljeinek paraméterei (A szerző szerkesztése)

Operátor	K	$T_L$ , [s]	$T_N$ , [s]	$\tau$ , [s]
Profí, jól képzett, tapasztalt	10	0,5	0,1	0,1
Átlagos képességgel és közepes mértékű tapasztalattal bíró	7	1	0,2	0,2
Kezdő, kevésbé képzett, kevésbé tapasztalt	5	1	0,3	0,3



8. ÁBRA. A Phastball UAV zárt hatásláncú viselkedése időtartományban (A MATLAB-script a szerző szerkesztése)

A 3. táblázat adatait felhasználva, az UAV CAT I PIO viselkedésének megszüntetésére épített zárt szabályozási rendszer válaszát a  $\theta_{ref}(t) = 10 \cdot 1(t)$  bemeneti jelre a 8. ábrán láthatjuk. Az első szembevető változás az instabil UAV-hoz képest, hogy a teljes állapot-visszacsatolásként megvalósított zárt szabályozási rendszer stabilis működésű lesz. A tranziens folyamatra most  $\Delta = \theta(\infty) \pm 5\%$  dinamikus pontosságot írtunk elő.

A 8. ábrán az is jól látható, hogy az UAV-operátorok más és más módon járnak el a hirtelen megjelenő, nagy értékű bólintási szög követése során. A legnagyobb túlszabályozással az átlagos képességekkel rendelkező, de már nem kezdő UAV-operátor követi le a  $\theta_{ref}(t)$  bemeneti jelet. Az általa menedzselte tranziens folyamat az operátor túlzott magabiztossága miatt erősen lengő lesz, meglehetősen nagy,  $t = 6,5$ s átmeneti idővel. Az átlagos felkészültségű UAV-operátor beavatkozásának e jellemzője a már kialakulófélben lévő agilis/agresszív viselkedést jeleníti meg, ami egyfajta átmenetet jelent a képzett, tapasztalt operátorok felé.

A jól felkészült UAV-operátor követi le a leggyorsabban a bemeneti jelet, bár az ő viselkedésére is jellemző a túlkormányzás. Megfigyelhető, hogy a kezdő UAV-operátor inkább „alul” kormányoz, óvatosan állítja be az új bólintási szöveget, míg az általa menedzselte tranziens folyamat alig lassabb, mint a képzett UAV-operátoré.

## ÖSSZEZÉS

Az UAV-k irányításának alapvetően két formáját különböztetjük meg. Az egyik a nyílt hatásláncú irányítás, amikor az UAV-operátor maga hozza létre a bemeneti jeleket, és vizsgálja, követi az UAV repülési paramétereinek változását. A szabadidős, hobbi célú UAV-repülések többsége ilyen jellegű. Ebben az esetben – megfelelő tudás és tapasztalat híján – az UAV-operátor maga hozhat létre olyan irányító jeleket, amelyek PIO-jelenséghez vezethetnek.

A másik lehetséges UAV-irányítás úgy valósul meg, hogy az irányítási rendszerbe bekapcsolt UAV-operátor (PiL) kijelzők segítségével maga szerez vizuális információt a bemeneti jelekről, és maga dönt a beavatkozásokról. Az UAV irányítása ebben az esetben zárt rendszerben történik. A gyakorlatban előfordul, hogy egyszerre több irányítási csatornában is irányít az UAV-operátor. Ilyen esetekben az UAV-operátorok egyre nehezebb, egyre nagyobb stresszel járó irányítási feladatokat látnak el, amely cselekvési sorozat törvényszerűen

## HIVATKOZÁSOK

- [1] McRuer, D. T., Krendel, E. S. 1957. Dynamic Response of Human Operators, WADC Technical Report, pp. 56–524, <https://doi.org/10.21236/AD0110693>;
- [2] Ashkenas, I. L., Jex, H. R., McRuer, D. T. 1964. Pilot-Induced Oscillations: their Cause and Analysis. US Department of Commerce, National Technical Information Service, AD-481 994;
- [3] McRuer, D. T., Graham, G., Krendel, E., Reisener, W. 1965. Human Pilot Dynamics in Compensatory Systems. US Government Report, AFFDL-TR-65-15, <https://doi.org/10.1109/THFE.1965.6591261>;
- [4] Bekey, G. A. 1969. The Human Operator in Control Systems. University of Southern California, USCEE Report 359;
- [5] McRuer, D. T., Krendel, E. S. 1974. Mathematical Models of Human Pilot Behavior. NATO AGARD-AG-188;
- [6] McRuer, D. T. 1995. Pilot-Induced Oscillations and Human Dynamic Behavior. NASA TSD-93-STI-2806;
- [7] Klyde, D. H., McRuer, D. T., Myers, T. Z. 1995. Unified Pilot-Induced Oscillation Theory. Volume I: PIO Analysis with Linear and Nonlinear Effective Vehicle Characteristics, Including Rate Limiting. Wright Laboratory, WL-TR-96-3028;
- [8] Katayanagi, R. 2001. Pilot-Induced Oscillation Analysis with Actuator Rate Limiting and Feedback Control Loop. Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci., Vol. 44, No. 143, pp. 48–53, <https://doi.org/10.2322/tjsass.44.48>;
- [9] MIL-HDBK-1797A, Notice 3, Flying Qualities of Piloted Aircraft, USA MoD, Interface Standard, p 849, 2004.;
- [10] Wang, C., Santone, M., Cao, C. Pilot-Induced Oscillation Suppression by Using L1 Adaptive Control. Hindawi Publishing Corporation, Journal of Control Science and Engineering Volume 2012, Article ID 394791, p 7, <https://doi.org/10.1155/2012/394791>;
- [11] Mandal, T., Gu, Y., Chao, H., Rhudy, M. Flight Data Analysis of Pilot-Induced Oscillations of a Remotely Controlled Aircraft. AIAA 2013-5010, AIAA Guidance, Navigation, and Control (GNC) Conference, August 19-22, 2013, Boston, MA, USA.;
- [12] Wael, A., Omar, A., Satam, I. A. 2015. Developing Google Aerial Images Using Flying Robot with Specified Path. LAP Lambert Academic Publishing House, Saarbrücken, Germany, ISBN 3659770817;
- [13] Wael, A., Omar, A., Satam, I. A. 2015. Effect of Path Planning on Flying Measured Characteristics for Quadcopter Using APM2.6 Controller. International Journal of Engineering Trends and Technology, Vol. 23, Issue 7, pp. 329–334, <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V23P262>;
- [14] Mandal, K. T., Gu, Y. 2016. Analysis of Pilot-Induced Oscillation and Pilot Vehicle System Stability Using UAS Flight Experiments MDPI Aerospace, 2016, 3, 42, <https://doi.org/10.3390/aerospace3040042>;
- [15] Tohidi, S., Yildiz, Y. 2020. Adaptive Control Allocation: A Human-in-the-Loop Stability Analysis. IFAC-PapersOnLine, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.1760>;
- [16] Forrás: [https://nari.arc.nasa.gov/sites/default/files/attachments/Yu\\_Gu.pdf](https://nari.arc.nasa.gov/sites/default/files/attachments/Yu_Gu.pdf) Letöltve: 2023.3.3.

a tevékenységüket jellemző paraméterek romlásával, pl. számottevő holtidő-növekedéssel jár.

## KITEKINTÉS

Bár e kérdéskör meglehetősen kényes témát érint, az UAV-k zárt, félautomatikus irányítási rendszerében tevékenykedő operátorok tevékenységét számos matematikai modellel is leírhatjuk. Az UAV-operátorok dinamikus modellje számos tipikus paraméterrel bír, amelyek például az erősítés, a különféle időállandók, valamint a holtidő. Érdekes és ígéretes terület lehet annak vizsgálata, hogy az egyes UAV-operátormodell-paraméterek mely értékei mellett veszíti el a zárt félautomatikus irányítási rendszer a stabilitását, amelyek mellett az UAV irányítási folyamatában újra kialakulhat PIO-jelenség. ■





FÖLDI FERENC\*

# A GEPÁRD NAGY ŪRMÉRETŪ PUSKÁK FEJLESZTÉSÉNEK TÖRTÉNETE

VII. RÉSZ

## 35 ÉV A HONVÉDSÉG SZOLGÁLATÁBAN

**A HADITECHNIKAI INTÉZET FEJLESZTŐ SZAKEMBEREI 1988-RA ELKÉSZÍTETTÉK A 12,7 mm-ES GEPÁRD MESTERLÖVÉSZPUSKA KÍSÉRLETI MINTAPÉLDÁNYÁT.** A fegyver – Gepárd M1 néven –, több mint három évtizede szolgálja a Magyar Honvédséget. A tanulmányorozat előző részei a fejlesztés előzményeit és a tervezés során felmerült problémákat, valamint azok megoldását ismertették. Bemutatták továbbá a speciális számításokra alapozott fegyvertechnikai megoldásokat a kísérleti mintapéldány elkészítéséről és a fejlesztés folytatásáról, kiemelve az értékelemzéssel (funkcióanalízissel) megkezdett tervezési folyamat eredményeit,

és azok hatását a kísérleti minta átalakítására. A VII. részben a szerző a zárfej-markolat a) és a szerelt cső b) után a harmadik fő szerelt egységet, a válltámaszszervélynt c) tárgyalja. *c) A válltámaszszervélyn elemzésének ismertetése:*

A válltámaszszervélyn a szerelt csőnek mereven hozzákapcsolt, de könnyen leoldható része. (49. ábra) Fő funkciója olyan minőségű kapcsolat megteremtése a fegyver csőve, valamint a lövész teste között, hogy a lehető legjobb körülményeket biztosítsa a célzáshoz és a lövés leadásához, azaz az eredményes célküzdeéshez. Mellékfunkciói között lényeges, hogy

ez a kapcsolat az irányzás és a tüzelés közben ergonómiai szempontból a lövész számára a lehető legmegfelelőbb legyen, továbbá a lövész védelme szempontjából a lövésből (a szerelt cső hátralökéséből) származó mozgási energiát kellőképpen amortizálja saját belső szerkezetével. A válltámaszszervélynnek a már tárgyalt zárfej/elsütőmarkolat szerelvénnyel csak abban az értelemben képezi a részét, hogy tüzeléskor annak a terében helyezkedik el; ugyanakkor – ahogy azt már korábban részletesen kifejtettük – számos elemével kapcsolódik ahhoz, és több közös funkciót is el látnak. Ez utóbbi kapcsolatot célszerű

47. ÁBRA.  
Tüzelőállásban a Gepárd M1 puská és kezelője  
(Fotó: Zrínyi Nkft. / hmzrinyi.hu / Snoj Péter)

\* Nyugállományú mérnök ezredes (PhD); Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola; óraadó tanár. ORCID 0000-0002-0513-8493



DOI: 10.23713/HT.58.2.02

LVIII. évf. 2024/2. - HADITECHNIKA 7

48. ÁBRA.  
A „szemletüske” alkalmazása  
egy lőállásban. Érdekes  
megfigyelni, hogy  
a komisszár szij<sup>64</sup> zavarja  
a mesterlövészt és  
precíziós lövészen  
(Az előírt használati módot  
lásd az 57. ábrán)  
(Fotó: HM Zrínyi Nkft. /  
hmzrinyi.hu / Kertész László)



itt, a fegyvertokszerelvény ismertetését megelőzően tárgyalni, mivel célszerű a szorosan és mereven összekapcsolható szerelvények egymás utáni tárgyalása.

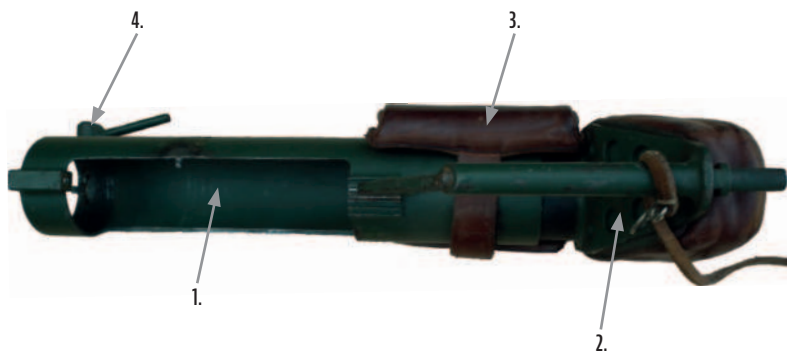
A válltámaszszerelvény alapvetően négy részből áll: (49. ábra) 1. szerelt tusacsó, amely a szerelvény fő szerkezeti egysége, részben magában foglalja a hátsó amortizációs rendszert. 2. szerelt váll-lap, amely kapcsolatot teremt a tusacsó és a lövő teste között, és része a hátsó amortizációs rendszer. 3. pofadék, amely feladata a lövész szemtengelyének megfelelő térbeli helyzetbe emelése. 4. rögzítőretesz,

amely a válltámaszszerelvényt kellő merevséggel rögzíti, de take-down<sup>64</sup> módszerrel könnyen leválaszthatóvá teszi a fegyverről.

A szerelt tusacsó fő funkciója: egyrészt szilárd és mértanilag pontosan meghatározott kapcsolat létesítése a szerelt fegyvercsővel és a szerelt váll-lappal. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a tusacsó mindkét végén az illesztett furatok essenek azonos hossz tengelybe a fegyvercsőfurat hossz tengelyével, és tüzeléskor ez a kapcsolat kellően merev legyen. Ennek a követelménynek megvalósulását a tusacsó lőirányba eső végére

szerelt, alakos kötésű forgó retesz biztosította (mint ahogy arról már korábban írtunk) (49. ábra 4.). Másrészt a zárfej/elsütőmarkolat szerelvény elsütő biztosítójának működtetése, a zárolatlan elsütés megakadályozása érdekében. A tusacsó lőirány szerinti jobb oldalán lévő kivágás felső élén látható tüske<sup>65</sup> (50. ábra) eredetileg nem szerepelt a tervezett elemek között. Az akkori MN Gépesített lövész és Harckocsizó Kiképzési Főnökség (MN GI.Hk.Kik.f-ség) képviselője kérte kialakítását, hogy a lövészet végén, a „Fegyver szemlére!” parancs elhangzása esetén a lövész erre az alkatrész-

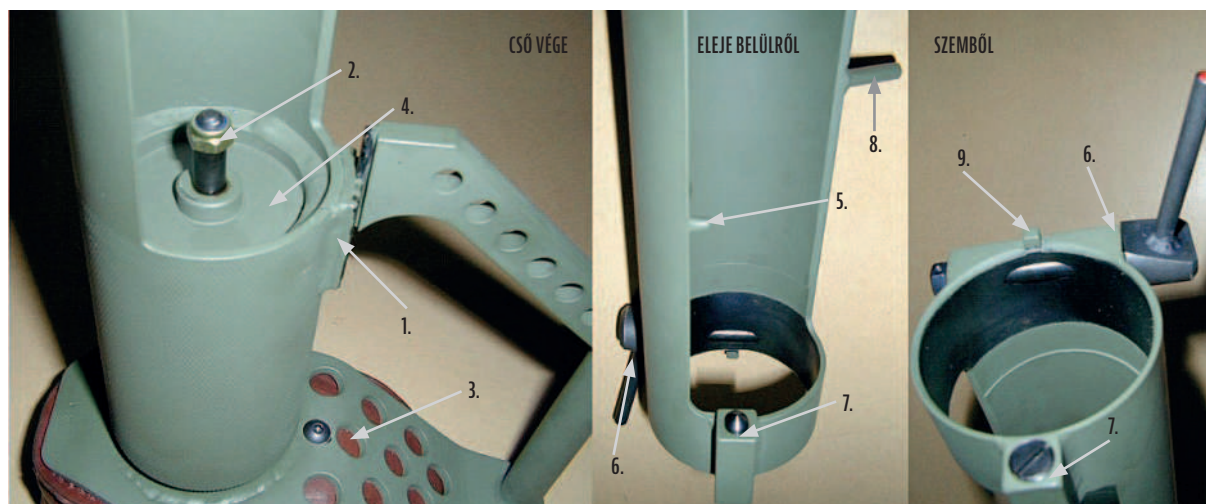
49. ÁBRA.  
A válltámaszszerelvény  
(1. szerelt tusacsó,  
2. szerelt váll-lap,  
3. arctámasz, más néven  
pofadék,  
4. rögzítőretesz)  
(Fotó: Tikász Gyula; HVK  
Képességfejlesztési Iroda)



50. ÁBRA. A „szemletüske” a szerelt tusacsó  
oldalán, és a kakas furata fehér nyilakkal jelölve  
(Fotó: Tikász Gyula)

<sup>64</sup> Egy fegyverszerkezet terjedelmesebb fődarabjainak egy, vagy néhány mozdulattal történő gyors szétválasztását és összeállítását elősegítő módszer, alkalmas kapcsolóelemmel. Itt egy karos-forgóhengeres retesz alkalmazásával.

<sup>65</sup> Ez a tüske kapta a (fanyar) katonahumor jóvoltából a szemletüske nevet.



51. ÁBRA. A szerelt tusacső három nézetből. (1. a váll-lap fogantyú-beállító vezetősín, 2. a hátsó amortizációs rendszer – záróánya, 3. szerelt váll-lap, 4. a hátsó amortizációs rendszer – rugótámaszlap/ütköző, 5. elsütésbiztosító tuske, 6. a 49. ábra szerinti rögzítőretesz háza és a reteszkar a vörös ponttal, 7. zárfej/elsütőmarkolat rögzítőkúp háza és a kúp, 8. „szemletuska”, 9. illesztőszemölcs)

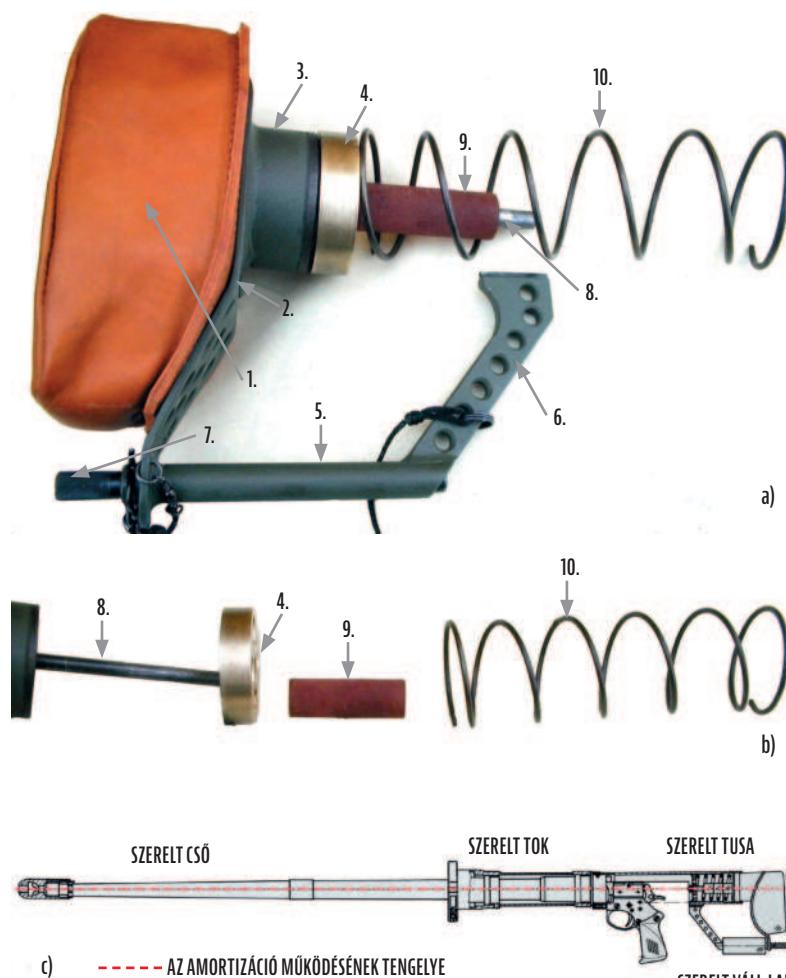
re akassza fel a zárfej/elsütőmarkolat szerelvényt a kakason kiképzett furaton keresztül (az ábrán a fehér nyilak mutatják az eszközök helyét).

A kívánalom szerint, a töltetlenség jobb láthatósága érdekében, továbbá ürítés/utántöltés előtt, a lövő majd ide akassza fel a zárfej/elsütőmarkolat szerelvényt, ne a szennyezett talajra tegye le. Ennek az utóbbi kívánságnak, ismereteim szerint soha senki sem tett eleget, legalábbis mi, a fejlesztésben résztvevők nem. Ugyanis a szerelvény, kialakítása miatt soha nem volt érzékeny a szennyeződésre, a zárfej hüvelyfészkeből még a sarat is ki lehetett rázni egy erőteljes csuklómozdulattal. Az elképzelt szabály betartása (50. ábra) azonban, éles harc helyzetben akár a lövész életébe is kerülhetett volna – főleg a csap és a kakasfurat vakon történő összehozásának időszükséglete miatt –, tüzelési testhelyzetben ugyanis látni abból semmit sem lehetett. Hogy mi történt volna, ha a lövész felemelte volna a fejét annak érdekében, hogy jobban lássa mit kellene tennie, annak elképzelését a tisztelt olvasó képzeletére bízom a szerző.

A szerelt tusacső hátsó része (51. ábra bal oldali képe) rejti magában a hátsó amortizációs és helyretelő szerkezetet. A tusacső külső palástjára hegesztettük fel a váll-lap/vállpárna fegyvercsőfurat hossz tengelye körüli elforgatását, és a kívánt szögben történő beállítását szabályozó 1. beállító vezetősínt (51. ábra), amely mellékfunkciója

a váll-lap tusacsőbe történő besiklásának megvezetése is. Mert az acél váll-lap, (52. ábra 2.) rugalmasságánál fogva az oldalszög-beállító markolat (52. ábra 6.) felső, illesztett élét beszorítva tartja a kiválasztott horonyban. A szögváltáshoz ezt az élt az alsó hátsó mar-

kolatcső (52. ábra 5.) lehúzásával lehet átemelni egy másik horonyba. Továbbá, a tusacső belsejébe itt hegesztettük be az amortizáció miatti hosszirányú mozgást (váll-lap-besüllyedést) korlátozó, és a helyzetelést biztosító rugótámaszlapot/ütközőt (51. ábra 4.).



52. ÁBRA. A hátsó amortizációval szerelt váll-lap a vállpárnával. Az a) ábra a szerelt egység képe a tusacsőből kiemelve; b) a hátsó amortizáció robbantott ábrája. 1. vállpárna, 2. váll-lap-lemez, 3. váll-lap-tuskó, 4. bronz csúszka, 5. alsó hátsó markolatcső, 6. oldalszög-beállító markolat, 7. hónaljpálca a markolatcsőben, 8. menetes váll-laptuska, 9. poliuretán ütköző, 10. hengeres nyomórugó; c) a Gepárd M1 puska egytengelyűségét szemléltető vázlatrajz

53. ÁBRA.

Álló testhelyzetben történő célzáskor a puskát megtámasztás: a hónaljpalca kihúzva, a puskát befekszik a lövő hóna alá, a kaks megfeszített állapotban van, a lövés leadható (Fotó: Tikász Gyula)



54. ÁBRA.

Hónaljpalca-rögzítőrugó a markolatcső két függőleges áttörésébe beillesztve



55. ÁBRA.

A pofadék geometriája: a) szemből, a pofadék belső íves lapjára a tépőzár horgos felületét varrták fel a súrlódás növelésére; b) a pofadék tépőzár felerősítése a tusacső rovátkolt felületére



Az amortizációt a zárónya (51. ábra 2.) rögzíti a tusacsőben (a képen a belső biztosítás típus: eredetileg koronás anyasasszeggel).

A zárfej/elsütőmarkolat rögzítőkúp házát a tusacső alsó palástjára hegesztettük fel (51. ábra 7.) a rögzítőkúpot és a rugót, valamint a furatlezáró hernyócsavart tartalmazza. A válltámasz szerelvény elfordulásának megakadályozására szolgál az illesztőszemölcs (51. ábra 9.), amely a zártok peremének felső hornyába illeszkedik. A tusacső palástjának felső felületére hegesztettük fel az ebben a részben már többször említett take-down képességet biztosító rögzítőretesz házát, amely illesztett furatában, az elfordítható retesz-tengely speciális kikönnyítése biztosítja az alakos összekötést a fegyver két részre szerelhető főegységei között (szerelt tok a szerelt csővel, a távcsőszereléssel és a szerelt válltámasz). A reteszt sasszeg-biztosítású csavaranyája tartja a helyén, a forgatókar végén lévő furatban nyitott állapotban vörös festékjel figyelmezteti a lövést a nem rögzített főegységekkel történő lövés veszélyére (51. ábra 6.).

A hátsó amortizációs rendszer (52. ábra) alapvető elemei: az 1. vállpárna, a 10. hátsó amortizáció rugó és

a 9. poliuretán ütköző. A rendszer megvezetésére a 4. bronz csúszka szolgál. A hátsó amortizáció energia-transzformáló<sup>66</sup> rendszere a következők:

A valódi marhabőrrel bevont vállpárna (52. a ábra 1.) bélése többrétegű polifoam lemezekből készült, amelyek jelentős mértékben képesek rugalmatlan ütközéssel összeszorulni, ugyanakkor a feléledési idő<sup>67</sup> a rétegekben nem éri el a 3 másodpercet, azaz az ürítés-újrátöltés folyamat végére (legfeljebb 6 mp) már helyreáll a vállpárna eredeti állapota, kellő mértékű ütés csillapítására újra kész. Ezt a tulajdonságát a HTI-mérések szerint a fegyver teljes 5000 lövéses tervezett élettartama alatt<sup>68</sup> végig megőrizte. A menetes váll-lap-tüskére (52. ábra 8.) felhúzott poliuretán ütköző (52. ábra 9.) megakadályozza a hátrasiklás végpontján a fém a fém-történi felütközést, a hengeres nyomórugó (52. ábra 10.) fékezi a hátramozgást, és végrehajtja a szerelt váll-lap kitolását hátsó helyzetébe. A váll-lap-tuska (52. ábra 3.) szerepe szerint a belehegesztett menetes váll-lap-tüske és a poliuretán ütköző a váll-lap nagyobb felületére osztja el a terhelő erőt.

Ugyanakkor a váll-lap-tüske külső palástja biztosítja a szerelt tusacsőben a hátsó amortizációs rendszer egytengelyű hosszirányú mozgását, a káros kitérítő nyomatók lehető legjobb mértékű csökkentésével. Az akadálymentes és vezetett siklást a bronz csúszka (52. ábra 4.) a tusacső belső illesztett és köszörült furatában mozogva segíti elő. Amint már jelezte a szerző, az amortizációs rendszer megfelelő működésének alapkövetelménye, hogy a tüzelés közben hátrasikló szerkezeti egységek (szerelt cső, szerelt tusa, szerelt váll-lap) egytengelyűsége (52.c vázlatrajz), valamint ez a tengely a legkisebb nyomatókot generáló felületen fekdjön fel a lövő vállán. A hónaljpalca a markolatcsőben (52.a ábra 7.) a lövész álló testhelyzetében teszi lehetővé, a puskát célon történő megtartását, és a lövés

<sup>66</sup> Ebben az esetben a mozgási energiát egyrészt potenciális energiává (a rugóban és részben a poliuretánban), másrészt disszipatív, belső és külső súrlódási munkává, azaz hőenergiává transzformálja.

<sup>67</sup> Az időtartam, amely alatt a rugalmas lapok alkotta válltámasz eredeti méretére és állapotába visszaáll.

<sup>68</sup> Az egyik mintapéldány fegyver jelenleg már túl van a 7000 lövésen is!

leadását (53. ábra<sup>69</sup>). Ugyanilyen módon lehet alkalmazni a hónaljpalcát térdelő testhelyzetből is, amikor vagy a puskát (felhajtott mellső villalábak mellett a szerelt tokon keresztül, vagy kihajtott mellső villalábakkal) valamilyen természetes, vagy épített fedezék mellvédre támasztja fel a lövész, és a hátsó láb feltámasztására nincs felület. A tokot kizárólag a villalábak gyűrűjén lévő PKM és más Gepárd állványokhoz (például: GM1A1, KTJ Szöcske, AM naszád<sup>70</sup>) való rögzítésre készített alsó szakállba szabad beakasztani oly módon, hogy a feltámasztás ne akadályozza meg a szerelt cső hátrasiklását, mert az akár a fegyverszerkezet (vagy az állvány) töréséhez is vezethet.

A hónaljpalca elvesztésének megakadályozására, annak kihúzott/betolt helyzetű rögzítésére, a szerző speciális kialakítású rugós szorítóval tervezett (54. ábra), amelyet a markolatsövön kialakított kétoldalú át-törésbe illesztett be úgy, hogy a rúgó belső oldalai a hónaljpalca palástján kialakított két gyűrűs bevágás valamelyikébe beugorhassanak.

A válltámaszszervizelvény további fontos ergonómiai eleme a pofadék (49. ábra 3.) amelynek fő funkciója, hogy a lövész arcterendezésének megfelelő mértékű eltartást biztosítson a tusacsótól az irányzási művelethez. Ennek a tusacsóra ívesen ráhajlított, változó vastagságú kialakítással felel meg (55. a. ábra). A lövő, a tusacsó körül a legjobb vastagságú pozíciót választhatja ki. Mellékfunkciója, hogy miközben legyen kellően szilárd, tartsa meg a lövő fejét, ugyanakkor feleljen meg a „bőrbarát” arctámasz szerepének is, továbbá bizonyos értelemben energia-transzformációs szerepet is lásson el, mint polifoam anyaggal kitöltött, valódi marhabőrrel bevont szerkezeti elem. Ennek a követelménynek a pofadék két oldalára ráerősített, a tusacsó külső felületét részben átfogó, azon tépőzárral összezárható kialakításával felel meg, amely sokszoros átalakításon esett át, amíg a vég-



ső, legcélszerűbb változat kialakult. Az elmozdulásmentességet a tusacsó palástjára mángorolt, recés felület is javította. (55.b. ábra)

A pofadék további mellékfunkciója, hogy esetlegesen lehetővé teszi a fegyver vállon történő szállítását (például terepen, amikor a környezet akadályozza a kézben, fogantyún történő szállítását, vagy harchelyzetben, a hordzsákban való szállítását), amikor is a pofadékat lefelé fordítva, a szerelt tok közepére, a mellső villa és a hátsó láb közötti hengeres rész alá rögzíti a lövész, és ezt a viszonylag puha és rugalmatlan elemet fekteti fel a vállára. (56. ábra)

Végül van még egy különleges funkciójú alkatrész, amely szintén a kiképzési főnökség kívánságára került a szerelt válltámaszra. Funkciója, hogy összekösse az oldalszög-beállító markolaton keresztül a szerelt tusával (ezzel az egész fegyverrel), a zárfej/markolatszerelvényt, hogy „menekülésszerű”<sup>71</sup> tüzelőállás-váltás esetén, az utóbbit a lövész ne veszíthesse el. Ez a bőrszalagból készült „komisszár szíj” rugós hurokkal kapcsolódott a zárfej/markolatszerelvény diófa markolatába beültetett szemes csa-

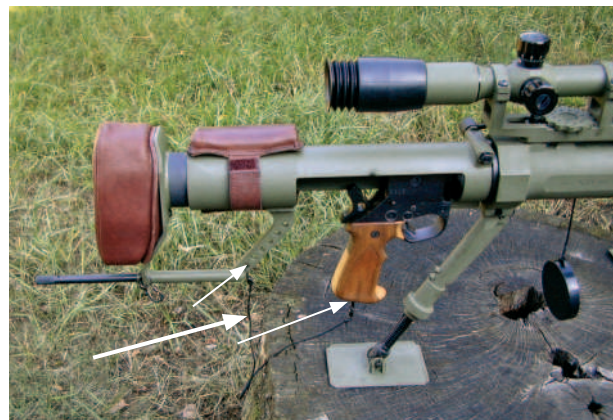
varba, illetve az oldalszög-beállító markolat furatos lemezébe. A hosszúságát úgy állapítottuk meg, hogy semmiképp se akadályozza a lövést se a töltés/ürítés, se az irányzás, se az elsütés folyamata alatt (57. ábra). Napjainkban a mesterlövészek ezt az alkatrészt precíziós lövészkor kapcsolják a markolatról, ahogyan az a 48. ábrán is látható.

(A tanulmányban szereplő fényképeket és vázlatrajzokat – a külön jelöltek kivételével – a szerző készítette a fejlesztés során, azok a saját archívumából származnak.)

(Folytatjuk)

56. ÁBRA.  
A pofadék alkalmazása a fegyver vállon történő szállításakor. A komisszár szíjat itt a hónaljpalca befoglaló csövére hurkolták (Fotó: Tikász Gyula)

57. ÁBRA.  
A „komisszár szíj” alkalmazása. A képen a fehér színű, vastagabb nyíl a szíjra, a két vékonyabb nyíl a szíj kapcsolódási pontjaira mutat



<sup>69</sup> Az ábrán látható fotó beállított felvétel, a vizsgálatok során végrehajtott lövés kivitelezésének napjainkban végrehajtott rekonstrukciója, mert az ilyen tartalmú eredeti fotók, a műszaki dokumentációval együtt „elvesztek”.

<sup>70</sup> A 12,7 mm-es DSK nehézgéppuska rögzítőgyűrűs kapcsolófejéhez (ezt a Gepárd állványt is rendszeresítették).

<sup>71</sup> Szó szerinti idézet a szóbeli követelményből. Mindjárt el is nevezte az alkatrészt – valószínűleg szovjet mintára – „komisszár szíj”-nak.



FARKAS ZOLTÁN\*

# PÁNCÉLOZOTT MŰSZAKI- MENTŐ JÁRMŰVEK

II. RÉSZ

11. ÁBRA.

Egy VT-72B műszaki-mentő jármű T-72 típusú harckocsit vontat

(Forrás: Zrínyi Nkft. archív/  
Galovtsik Gábor)

**A**HARCKOCSIK, PÁNCÉLOZOTT ESZKÖZÖK HARCTÉRI MEGJELENÉSÉVEL MEGFELELŐ MENTŐVONTATÓ ESZKÖZÖK KIFEJLESZTÉSE IS SZÜKSÉGESSÉ VÁLT AZOK ELAKADÁSA, MEGHIBÁSODÁSA, HARCÍ SÉRÜLÉSE ESETÉRE. Harctéri körülmények közötti mentési feladatukat a harcképtelenné vált eszközök sérülttechnika-gyűjtőhelyre történő vontatása jelenti. A harckocsivontatók feladatai később kibővültek a helyszíni javításhoz szükséges eszközök szállításával, és nehéz terhek felemelésének lehetőségével is. A szerző, tanulmányorozatának első részében a világ legelső műszaki-mentő járművétől kezdve, bemutatta a fejlődés ívét a hidegháborús fejlesztésekig. A sorozat második része a T-55 és a T-72 típusú harckocsik alapjaira épült katonai vontatók bemutatására fókuszál.

**VT-55A CSÖRLŐS, ÉS A JVBT-55A DARUS HARCKOCSIVONTATÓ**

A két műszaki-mentő jármű a T-54T típusú lánctalpas harckocsivontatók továbbfejlesztésének eredménye. (1. táblázat) Ezek az eszközök már a T-55-ös harckocsi korszerűsített, T-55A változatára épültek. A két vontató alapjaiban megegyezett, az eltérések a darurendszer kiépítéséből adódtak. Mindkét jármű a csehszlovákiai (ma Szlovákia) ZTS-Martinban (Závodý Tažkého Strojárstva) készültek. Megbízható védőpáncélzattal, nagy manőverező képességgel rendelkeztek, és mindkét változatot a V-55 típusú, 38 literes, 12 hengeres, négyütemű, folyadékűtéses, 426 kW (580 LE) teljesítményű dízelmotor működtette. A téli üzemeltetés biztosítására a járműveket hűtő-előmelegítő rendszerrel látták el, amely a motor

kenőolaj rendszerét is előmelegítette. Mindkét típus hajtáslánca azonos felépítésű, a forgatónyomaték a motortól az előtét-hajtóművön és főtengelykapcsolón keresztül jutott el a sebességváltóhoz, majd a bolygó-műves kormányműveken át, a kihajtóműveken lévő láncmehajtó kerékekhez. A járószerkezet futógörgői torziós rugózású felfüggesztést kaptak. A lánctalp gumibetétes lánccsapcszegekkel és nyitott meghajtónyílású lánctagokkal rendelkezett. A kialakításuk során a főcsörlőt a kezelőtér és a motor- és erőátviteli tér között helyezték el úgy, hogy a fő csörlőkötel kivezetése a vontató hátsó felén történt. A csörlő meghajtását az előtét-hajtómű biztosította.

A főcsörlő vezérlése a kezelőtérből hidraulikusan történt, a meghajtása mechanikus volt két kötel húzódobbal,

\* Nyugállományú mk. alezredes, a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia óraadó tanára 1990-1995 között.  
ORCID: 0000-0002-5680-8872



a tengelykapcsolója és a fékrendszere mechanikus. A főcsörlő túlterhelés elleni védelmét egy excenteres, rugós-karos csörlőbiztosító berendezés biztosította. A csörlőkötél megengedett maximális terhelhetősége 25 tonna volt, de csigák alkalmazásával ez 50, illetve 75 tonnára volt növelhető. A mozgó csigákat a vontató oldalán elhelyezett csúszó talpakra szerelték, kivontatásukat a segédcörlő végezte. A dobrendszerű, hidraulikus meghajtású segédcörlő rendeltetése a főkötél kihúzása volt az elakadt járműhöz.

A VT-55A (12. ábra) műszaki-mentő jármű emelődaruját a vontató jobb hátsó részére telepítették. Feladata a szállítótérbe történő anyagok bemálházása, a szükségszerű javítások alkalmával a vontató motor és földarabok cseréjének biztosítása volt. A gém hosszabbítására lehetőség nyílt, de ilyen esetben a terhelhetőség 1,2 tonnára csökken. A gém forgatása, emelése és hosszabbítása hidraulikus működtetésű volt. [15] [16] [17]

A JVBT-55A (13. ábra) darus műszaki-mentő jármű nagy teljesítményű emelődaruval rendelkezett, amelyet a jármű bal oldalán, a második futógörgő fölött helyeztek el. A 20 tonna tömegű terhek emelése előtt a daruforgató berendezés háza alá, és a második futógörgő fölé rögzítőtámasztékot kellett behelyezni, de akkor is

Harcászati-technikai adatok			
Vontatótípus	VT-55A	JVBT-55A	
Kezelőszemélyzet [fő]	3	3	
Sebességi fokozatok			
	5 előre, 1 hátra		
Sebesség [km/h]	műúton	50	40
	földúton	22-27	20-25
	vontatási	6-18	6-14
Hatótávolság [km]			
	500		
Üzemanyag-fogyasztás			
100 km-re vontatás nélkül [l]	190-650		
Üzemanyag-fogyasztás			
100 km-re vontatáskor [l]	470-1000		
Kapaszkodóképesség vontatás nélkül [°]	32	28	
Kapaszkodóképesség közepes harcokcsi vontatáskor [°]	17	13	
Max. oldaldőlés [°]	30	25	
Árokhidaló képesség [m]			
	2,7		
Lépcsómászó képesség [m]	0,8	0,4	
Gázlóképesség [m]			
	1,4 m		
Szállítótér terhelhetőség [t]	3	1,5	
Fegyverzet			
	1 db 7,62 mm-es géppuska		
Hordozható rádiókészülék			
	VXW 010	VXW 020	

csak a vontató jobb oldalán, maximum 220°-os szögben lehetett emelést végezni. A darugémet dőlésszögmérővel és terhelésjelző táblával, a kötelet kötélvégjelző berendezéssel látták el. A vontatók elektromos hegesztő-vágó készülékkel rendelkeztek, amelyek 140-230 A áramerősséget biztosítottak a hegesztési műveletekhez.

1. TÁBLÁZAT.  
A VT-55A csörlős,  
és a JVBT-55A darus műszaki-  
mentő jármű harcászati-  
technikai adatai  
(A szerző szerkesztése  
[15] [18] alapján)

12. ÁBRA.  
VT-55A műszaki-mentő jármű jobb oldali nézeti képe  
(Forrás: HM Zrínyi Nkft. archiv / Galovtsik Gábor)





13. ÁBRA.  
A JVBT-55A daruzási-mentő jármű  
műszaki-mentő jármű  
(Forrás: HM Zrínyi  
Nkft. archív)

Az alsó orrpáncélra tololap, aknataposó és aknakifordító eke egyaránt felszerelhető volt. A BTZ-55 vagy BTU-55 típusú tololapokat fogásmélység-határolóval látták el. A saját fedezék építésén túl, a tololap daruzáskor letámasztva a vontató stabilitását, és a futómű részleges tehermentesítését is szolgálta. A támasztótalp, a főcsörlővel történő munka során a vontató megtámasztását szolgálta. Mindkét vontató rendelkezett ABV-védelmi és tűzoltó rendszerrel, nappali és éjszakai figyelő műszerekkel, R-123M URH rádiókészülékkel, R-124 típusú belső beszélgető berendezéssel, va-

lamint hordozható (Tesla VXW 010 és VXW 020 típusú) URH adó-vevő készülékkel. A farpáncélon, a vonóhorgok mellett egy rugós vonófejet alakítottak ki, amelyhez a merev vonórúdháromszög kapcsolódott. A rugós vonófej maximális terhelhetősége 7tonna volt. A kialakított raktérben az oxigén- és disszurgázipalackokat, az alkatrészeket és a tartozékládákat helyezték el.

A vontatók – rövid előkészítés után – 5 méter mélységű víz alatti átkelésre 1000 méter hosszúságon voltak képesek. A víz alatti tájékozódást a GPK-48 típusú pörgettyűs iránytű biztosította. [17] [18]

14. ÁBRA.  
VT-72B  
műszaki-mentő jármű  
(Forrás: Zrínyi Nkft. /  
honvedelem.hu /  
Ráczy Tünde)

### VT-72B

A VT-72B típusú, a maga korában korszerűnek tekintett harckocsivontatót a Varsói Szerződés hadseregei közül a kelet-német, a csehszlovák, a lengyel és a magyar hadseregekben rendszeresítették. E típust – a VT-55A és a JVBT-55A korábbi vontatók tapasztalatait felhasználva –, a T-72-es harckocsi bázisára építették. (11., 14. ábra) Az eszközt a csehszlovákiai ZTS-VVU Martin gyárában 1983–1987 között fejlesztették ki, majd 1988-tól sorozatgyártásban szállították, és folyamatos korszerűsítéseket végeztek rajta.

A még napjainkban is rendszerben lévő mentő-vontató járművet egy







15. ÁBRA.  
A VT-72B műszaki-mentő jármű hátulnézete. A hordók között a gyorstekercselő dob, és előtte a két kötélfető henger látható [19]

16. ÁBRA.  
A V-46 típusú turbófeltöltős harckocsimotor metszeti képe (Fotó: Pásztor Miklós)

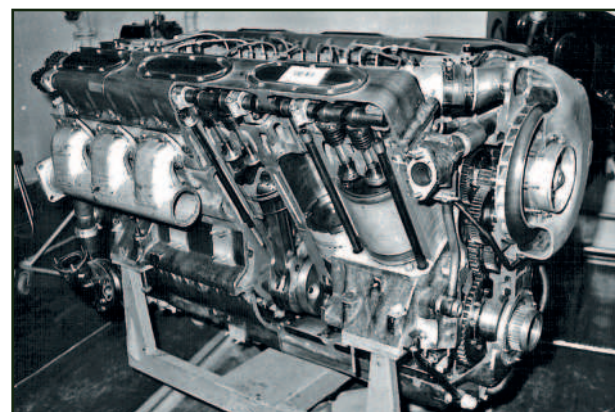
V-46 típusú, mechanikus feltöltővel ellátott, 12 hengeres, 60°-os V hengerelrendezésű, folyadékűtésű, 573kW (920LE) teljesítményű dízelmotor hajtja. (16. ábra) A motor bekapcsolása elsődleges indítási módban légindító berendezéssel történik, míg a másodlagos indítási mód az elektromos indítómotor. A hűtő, valamint a kenőrendszer hűtői a korábbi típusokhoz képest nagyobb hőleadó felületet kaptak. A műszaki jármű hét előremeneti, és egy hátrameneti sebességfokozattal rendelkezik.

A járművet a hagyományos sebességváltótól eltérő erőátviteli rendszerrel építették, mivel mindkét oldalon ún. oldalsebességváltóval rendelkezik, amelyek mechanikusan vezérelt, de hidraulikusan működtetett bolygóműves sebességváltók. A járószerkezet megegyezik az alpharckocsiéval. A futógörgők torziós rugózású, lapátos lengéscsillapítóval szerelt felfüggesztést kaptak. A láncalp gumicsuklós láncragasztó áll. Az eszköz fegyverzete egy darab 12,7 mm-es űrméretű NSZVT géppuska, a kommunikációs rendszere R-123M típusú URH adó-vevő készülék, a kezelők közötti összeköttetést az R-124 belső kommunikációs berendezés biztosítja.

A főcsörle berendezése alapvetően a korábbi vontatóknál alkalmazott elven működik, de korszerűbb megoldásokkal és jobb elhelyezéssel. Két egymás fölött elhelyezkedő húzó (vontató) dob végzi a főkötél le- és felcsévélését a tárolódobról. Meghajtása mechanikus és bolygóműves áttételen keresztül valósul meg.

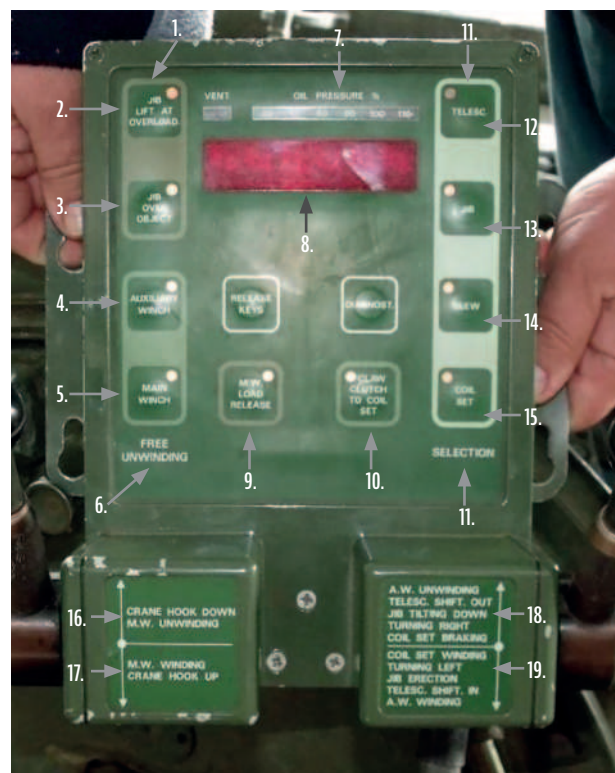
A főkötél kivezetése a vontató mellső orrpáncélján történik, biztosítva a jó rálátást a munkavégzésre. A főkötél felcsévélésekor annak durvatisztítása egy hüvelyen áthaladva történik, majd a finomabb tisztítást hidromotorral meghajtott kefék végzik el. A segédcsőrlő is hidraulikus tengelykapcsolóval, és hidromotorral hajtott bolygóműves áttételű rendszerrel működik. (15. ábra)

A vontatóvezető által kezelt tolólapot két hidraulikus munkahenger mozgatja. A felszerelések között a mentett harcjármű beindításához, betoláshoz (ha azon egyik indítási lehetőség sem működik) tolóru-



1. Tiltások oldása,
2. Daru túlterhelt,
3. Gém a vontató fölött,
4. Segédcsőrlő,
5. Főcsörle,
6. Szabad lecsévélés
7. Olajnyomás %-ban,
8. Digitális kijelző,
9. Főcsörle, terhelt leeresztés,
10. Tekercselő körmös kapcsoló
11. Kiválasztás;
12. Gémhosszabbító;
13. Darugém;
14. Gémforgatás;
15. Tekercselő;

16. Darukötél-leeresztés, főcsörlekötél le;
17. Főcsörlekötél fel, darukötél-felhúzás;
18. Segédcsőrlő fel, gémhosszabbító ki, darugémüllesztés, daru: forgás jobbra, tekercselő fékezve;
19. Tekercselő húz, daru: forgás balra, darugémemelés, gémhosszabbító be, segédcsőrlő le;



17. ÁBRA.  
A csörleművek és az emelődaru vezérlőtáblája (A szerző szerkesztése, fotó: Lányi Aladár)



18. ÁBRA. A cseh VT-72M4 műszaki-mentő jármű szemből a) és hátulról b) [21]

dat is rendszeresítettek. A tolólapon mélységhatárolót és két vonószemet alakítottak ki a vonóháromszög csatlakoztatásához. A tolólap feladata daruzáskor a vontató megtámasztása, illetve saját fedezék építése, talajjegytengetés.

Az emelődaru a vontató jobb első részén helyezkedik el, forgatása hidromotorral működtetett bolygómozgató szöghajtással történik. A horogemelés és -süllyesztés szintén hidromotorral hajtott kettős bolygókerékkel szerelt reduktoron keresztül valósul meg. A gémmelét két hidraulikus munkahenger végzi. A gémmel maximális kinyúlása 7,6 méter, és legnagyobb emelkedési szöge 70°. A speciális rendszerek vezérlését a műszaki-mentő jármű parancsnoka végzi a vezérlőtáblán található karokkal. A működés különböző fázisait jelzőlámpák, kijelzők mutatják. (17. ábra)

## HIVATKOZÁSOK

- [15] VT-55A csőrlős harckocsivontató igénybevételi utasítása Pcfé/218 A HM kiadása 1972;  
 [16] Argun. „V-55 battle tank engine” <https://argun-kazakhstan.com/products/v-55-battle-tank-engine/>;  
 [17] Pcfé/223. A közepes harckocsik, a VT-55A és a JVBT-55A harckocsi vontatók vízalatti átkelő készletének anyagismereti, szerelési és igénybevételi utasítása;  
 [18] JVBT-55A darus harckocsivontató kezelési és igénybevételi utasítása Pcfé/234 A HM kiadása 1977;  
 [19] Forrás: <https://www.valka.cz/CZK-VT-72B-vyprovostovaci-tank-t12516#47445>;  
 [20] A VT-72B harckocsivontató műszaki leírása. P. 44 A Magyar Honvédség kiadmánya 1993.;  
 [21] Forrás: Maulincio, CC BY-SA 4.0 [https://cs.wikipedia.org/wiki/VT-72M4\\_CZ](https://cs.wikipedia.org/wiki/VT-72M4_CZ) (Letöltve: 2023.8.22.).

A műszaki-mentő jármű – rövid előkészítés után – víz alatti átkelésre is képes 5 méter mélységig, 1000 méter hosszán. A speciális feladatok elvégzéséhez ellátták a vonóerő növelését biztosító csigákkal, sánccserszámokkal, tábori munkaasztallal, hidraulikus emelővel. A tartozékok között különféle vonórudak találhatók, amelyek lehetővé teszik a korábbi harckocsitípusok, gépkocsik és a BMP harcjárművek vontatáshoz szükséges speciális csatlakoztatást. [20]

### VT-72M4 CZ ARV

A T-72B műszaki-mentő járművet cseh mérnökök továbbfejlesztették, modernizálták. A járműbe modern kommunikációs rendszert szereltek be, amely biztosítja a titkosított összeköttetést az alegységek között. Fokozott ballisztikai és passzív védelmi rendszerrel is ellátták. A vezető és a parancsnok számára korszerű megfigyelő rendszert

alakítottak ki, amely tartalmaz két új hordozható éjszakai figyelőműszert háromszínű képet adó kamerával, amely így jobb tájékozódási lehetőséget nyújt. Korszerűsítették a felszereléseket és a belső kialakításokat. A vezető új műszerfalat kapott, új elektromos rendszert építettek ki, diagnosztikai és navigációs rendszereket építettek be. A műszaki járművet a téli és nyári álcázáshoz új álcakészlettel, a motor kipufogórendszerét hőálcázással látták el. A korábban alkalmazott V-46 dízelmotort lecserélték egy 735 kW (1000 LE) teljesítményű Condor CV12 1000 TCA Perkins motorra, amelyhez amerikai XTG-411-6 típusú automata sebességváltót építettek be. A jármű speciális képességei lényegében nem változtak. Fegyverzete a 12,7 mm űrméretű NSZVT géppuska. A sebessége szilárd burkolatú úton 61 km/h, terepen 44 km/h. (18. ábra)





BAZSÓ-VIGH VIVIEN\*

# ÉSZAKI-SARKVIDÉKI HADVISELÉS

II. RÉSZ

10. ÁBRA.  
Az orosz hadsereg  
A1 típusú motoros szánja  
(Forrás: Shutterstock)

**A TANULMÁNY ELSŐ RÉSZÉBEN A SZERZŐ AZ ÉSZAKI-SARKVIDÉKET ÖVEZŐ NÖVEKVŐ NEMZETKÖZI FIGYELEM OKAKÉNT A SARKI JÉG KISZÁMÍTHATÓAN GYORS OLVADÁSÁT NEVEZTE MEG.**

Ezt az érdeklődést befolyásolja az a tényező is, hogy az északi-sarkvidéki országok minél nagyobb befolyást kívánnak szerezni a Föld északi térségében, a jég alatt rejlő ásványkincsek megszerzése érdekében. Az ásványkincsek mellett szó esett továbbá a hajózási útvonalak fontosságáról, valamint a publikáció ismertette az Oroszországi Föderáció korszerű sarkvidéki hadieszközzeit is. A tanulmány második része azokat az északi államokat mutatja be, amelyek jelentőséggel bírnak a térségben.

**AZ OROSZORSZÁGI FÖDERÁCIÓ FELSZERELÉSEI A FAGYOS ÉSZAKON**

A tanulmány első részében kitértünk arra, hogy Oroszország felújítja a szovjet korszakban elhíresült repülőtereit és radarberendezéseit. Ezzel egy időben új kikötőket és kutató-mentő központokat épít az északi térségben, és a nukleáris, valamint a hagyományos meghajtású jégtörő flottáját rohamosan fejleszti. Emellett új típusú nukleáris elrettentő fegyverekkel kapcsolatban is nagyratörő tervekkel rendelkezik, ide tartozik például a Poseidon 2M39 torpedó (11. ábra), amely az elképzelések szerint egy nukleáris meghajtású, emberi irányítás nélküli lopakodó torpedó, amelynek – az orosz tervezők elképzelései szerint – a part menti védelem ellenére, képesnek kell lennie a tengerfenéken történő átjutásra is. [30]

A tervek szerint az eszköz több megatonna robbanófejet tudna hordozni és „elszállítani” a megadott célpont felé, esetlegesen képes lenne radioaktív szennyezést okozni az adott térségben. Ennek következtében az adott térség partszakasza évtizedekre lakhatatlanná válna. Ez a nukleáris „megatorpedó” – ha elkészül – egyedülálló lesz a világtörténelemben, és olyan elrettentő eszköz lesz, amelyet remélhetőleg soha nem vetnek be. A közeljövőben azonban aggályokat vethet fel a nukleáris stabilitás miatt, megváltoztathatja a nukleáris elrettentés formáját, és Oroszország egyik legrettegettebb fegyverévé válhat. A torpedó tömegét 100 tonnára becsülik, és a várható sebessége körülbelül 70 csomó lesz, ez elég gyors ahhoz, hogy a meglévő torpedók ne tudják eltéríteni és megsemmi-

\* Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz ORCID: 0000-0003-1264-8202





11. ÁBRA. Poseidon 2M39 torpedó [31]

síteni azt. Működési mélysége elérheti akár az 1000 métert is. Indítható lesz a jégsapka védelme alól, és a part menti vizekről is.

A katonák védőfelszerelése is teljes mértékben alkalmazkodik a zord körülményekhez, ruházatuk téli rejtőszínekkel rendelkezik. (12. ábra) A hivatalos politikától vezérelve Oroszország számos intézkedést tett az Északi-sarkvidék biztonsági ambícióinak megvalósítása érdekében. Ennek megfelelően Oroszország katonai modernizációját nem hagyhatta figyelmen kívül a többi állam. Az orosz katonai tevékenység az Északi-sarkvidéken úgy jellemezhető, hogy folyamatosan összpontosítanak a katonai képességek fejlesztésére

és bővítésére a különböző ágazatokban, valamint az egész orosz sarkvidéki területen.

**AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOK**

Az Amerikai Egyesült Államok Északi-sark Stratégiája 2013-ban jelent meg, azonban az ország már a hidegháborútól kezdődően kiemelten fontosnak tartja az Északi-sarkvidékhez tartozó államának, vagyis Alaszkának a biztosítását. A stratégia elsősorban a környezetvédelemre, az erőforrások biztosítására, az őslakos közösségek megóvására, a tudományos kutatásban való nemzetközi együttműködésekre tér ki. A stratégiában szereplő célkitűzések között szerepel, hogy az ország hatékonyan reagáljon a változó környezeti tényezők mellett a jégben rejlő kihívásokra, és a hajózási lehetőségekre. A stratégia meghatározza az ország nemzetbiztonsági érdekeit is, hangsúlyozva, hogy az ezzel kapcsolatos döntéseket nemzetközi, kulturális és környezetvédelmi szempontok alapján kell meghozni. [33]

Közismert tény, hogy az Egyesült Államok rendelkezik a legnagyobb és legerősebb hadsereggel a világon; haditengerészete világszínvonalú és messze a legnagyobb is, ezért az Északi-sarkvidéken található második flotta fejlesztése létfontosságú. Szükséges az olyan eszközök kialakítása, amelyek a zord időjárás viszonyait kibírják, és jól működnek a fagyos időben is. [34]

Az Észak-amerikai Légvédelmi Parancsnokságot az Egyesült Államok és Kanada 1958-ban hozta létre. Ez 1981 óta Észak-amerikai Légvédelmi

Parancsnokságként (North American Aerospace Defense Command, NORAD) ismert. A kontinentális légvédelem részeként három radarhálózatot hoztak létre. 1957-ben telepítették a radarállomáslánc leghatékonyabb tagját a Távoli Korai Figyelmeztető Vonalat (Distant Early Warning Line, DEW Line), amely Alaszkától Kanadán és Grönlandon át Izlandig húzódik. A grönlandi Thule légbázis az észak-amerikai kontinensen kívül az Egyesült Államok fő sarkvidéki műveleti bázisa. A légi bázis 1524 kilométerre található az Arktisztól, az 1960-as években létesített amerikai ballisztikus rakéták korai előrejelző rendszerének (Ballistic Missile Early Warning System, BMEWS) egyik telephelye, amely a mai napig működik. [35]

Az Északi-sarkvidék szerepe az utóbbi évtizedben felértékelődött, elsősorban katonai szempontból. Ez a felértékelődés főleg a NATO 360 fokos biztonsági megközelítése révén történt meg, amely a politikájának egyik fontos alapelve. Új stratégiai irány kerülhet előtérbe, mert a 2014-es walesi csúcstalálkozó, amely a keleti stratégiai irányt preferálja és a 2018-as varsói csúcstalálkozó, amely a déli stratégiai irányt helyezte előtérbe, nagyobb lehetőséget biztosított egy közös északi stratégiai irány megalkotására. [36] Az Amerikai Arktisz Stratégiát az USA Védelmi Minisztériuma 2019-ben dolgozta ki, amely kimondja, hogy az Egyesült Államok biztonságos és stabil Északi-sarkvidéket szeretne, ahol biztosítottak a nemzeti érdekei. [37] A stratégiából kiderül, hogy halászatból évente 3 milliárd dollár bevételt realizálhatna az ország, valamint a régióban fel nem tárt gázmezők 30%-át rejti a térség. Emellett az amerikai Arktisz régióban 90 milliárd hordónyi olaj található. A kitermelhető különleges fémek (cink, nikkel, ólom) értékét 1 milliárd dollárban határozták meg. [35] Bár az Egyesült Államok védelmi politikájában az Arktisz kontrollálása nem szerepel első helyen, de az amerikai haderő 2018-tól kezdve minden második évben hadgyakorlatokat szervez Alaszka északi részein, amely az Arctic Edge elnevezést kapta. [38] 2021-ben a Pentagon kidolgozta az északi-sarkkörüli stratégiáját, amely előtérbe helyezi a katonai jelenlét növelését



12. ÁBRA. Orosz katonai felszerelés az Északi-sarkvidéken [32]

a térségben, a katonák megfelelő kiképzését a zord időjárási viszonyok között folytatott hadviselésre. [39]

A legutóbbi, 2022 tavaszán megrendezett Arctic Edge hadgyakorlat (13. ábra) tapasztalatai:

2022 márciusában, az amerikai hadsereg ejtőernyősei a 25. gyalogos hadosztály 4. gyalogdandár csapatával kiegészülve, a kétévente megrendezendő, szokásos északi-sarkvidéki hadgyakorlatát hajtotta végre az alaszakai állam délkeleti részén, a Fort Greely katonai támaszpont közelében,  $-20^{\circ}\text{C}$ -ban. Stryker típusú harcjárműveket vonultattak végig a terepen, amelyek a  $8\times 8$ -as kerékképletű kerekes páncélozott csapat szállító harcjárműcsaládhoz tartoznak, és az Amerikai Hadsereg szárazföldi haderőneme (US Army) számára fejlesztette ki, és gyártja a General Dynamics Land Systems a kanadai LAV III járműcsalád felhasználásával. Az amerikai katonák által, az északi térségben megrendezett gyakorlathoz igénybe vett járművek már több mint 20 évesek, és Irakban is szolgáltak. A gyakorlat közben sokszor meghibásodtak és leálltak, értékelések szerint a hideg terepre a járművek átalakítása szükséges. [41] Az ismertetett esetek alapján egyértelmű, hogy az alaszakai katonákat gyakran a sarkvidéki hadviseléshez szükséges minimum felszereléssel látják el, és többnyire a készleteket és eszközöket nem igazítják a világ

leghidegebb vidékein tapasztalható mínuszokhoz, hanem a csapatok a mérsékeltbb környezetre optimalizált járművekre és felszerelésekre támaszkodnak. A felszerelések között olyan elavult sátrak, éjjellátó készülékek vannak, amelyek lefagytak a páralecsapódástól; az elektronikus felszerelések nagyon gyorsan lemerültek a fagyos hőmérséklettől, és a fontos felszerelések szállítására szánt szánok többsége is szétesett. A hadgyakorlat tapasztalatai alapján egyértelműen látszott, hogy az amerikai katonáknak még nincs meg az a technikai, ruházati, gépesítési képessége, amely az északi vidéken képes lenne a területvédelemre.

Az Amerikai Parti Őrség (United States Coast Guard) jelenleg kettő darab elavult jégtörő hajóval rendelkezik (Polar Sea, Polar Star), azok több mint 40 évesek, és szükséges lenne új jégtörő hajók megépítése. A tervek már elkészültek, hat új hajót szeretnének a közeljövőben megépíteni, de a költségvetést még mindig nem engedélyezték. Az eredetileg 2024-re tervezett, első új tengeri jégtörő megépítésének tervét 2027-re halasztották el. [42]

### KANADA

Kanada az Oroszországi Föderáció után a második legnagyobb területtel rendelkező ország ( $1,2$  millió  $\text{km}^2$ ) az Északi-sarkvidéken. A kanadai hadsereg kifejlesztette a működési képességét a hideg, északi régiók-

A hajótest hosszúsága [m]	119,6
A hajótest szélessége [m]	24,4
Magassága [m]	9,9
Tömege [t]	11 345
Maximális sebessége [csomó/óra]	15–18
Személyzete [fő]	44
Szállítható utasok száma [fő]	57

2. TÁBLÁZAT.  
A CCGS Louis S. St-Laurent jégtörő műszaki adatai (A szerző szerkesztése a [45] alapján)

ban. A közelmúltban a kanadai parti őrség jégtörő flottája új jégtörőket vásárolt, hogy kiegészítse hat db működő nagyteljesítményű hajóját, és mélyvízi kikötőt hozott létre a Baffin-öbölben. Kanadának összesen 18 db jégtörő hajója van, ezek között közepes (20 000 tonna) és nehéz (60 000 tonna) vízkiszorítású hajók is találhatóak. [43] Ez igen jelentős mennyiség, természetesen ezek közül nem mind új, sok eszköz már évtizedek óta szolgálatban áll. A kanadaiak képesek megvédeni azokat a területeket, amelyeket jogszerűen magukénak gondolnak, ám hajlandók a többi nemzet közötti diplomáciai egyeztetésre is. A hidegháború után, az északi térségben Kanada csak 2002-ben indította meg a Narwhal hadműveletet, amely két járőrhajó egyszerű bevetésével indult. A tapasztalatok szerint a Kanadai Királyi Haditengerészet sarkvidéki képességei jelentősen csökkentek. Az elemzések közül kiderült, hogy a Narwhal és az azt követő bevetések során a hajók, valamint a part menti szá-



13. ÁBRA.  
A 2022 márciusában lezajlott Arctic Edge hadgyakorlat a Fort Greely katonai létesítmény közelében [40]

14. ÁBRA.  
A kanadai Louis S. St-Laurent  
jégtörő hajó  
(Forrás: Shutterstock)



razföldi erők és a légi támogatásuk közötti kommunikáció folyamatosan megbízhatatlannak bizonyult – részben a frekvenciák és a berendezések szabványosításának hiánya, részben a légköri és környezeti nehézségek miatt. A Kanadai Királyi Haditengerészet által a régióban végrehajtott számos bevetés fokozatos javuláshoz vezetett, és számos nehézséget sikerült elhárítani. Ezzel a haditengerészet javította azon képességét, hogy hajókat üzemeltethessen és karbantartsa az északi régióban, valamint hogy összehangolja a szárazföldi, és a légi haderőnem tevékenységét. [44] Ezekkel a fejlesztésekkel a kanadai haderők jelentős változásokat értek el az utóbbi években. Jégtörő hajóinak száma kimagasló a térségben – ezt a mennyiséget csak Oroszor-

szág előzi meg –, és további új megrendeléseiket is finanszírozni tudják. A legnagyobb jégtörő hajója a Louis S. St-Laurent nevet viseli. (14. ábra) (2. táblázat)

A Kanadai Királyi Légierő (RCAF) jelenleg két típusú vadászpilóta géppel rendelkezik. Ezek a CF-188 Hornet és az F/A-18 Hornet. 2017-ben az (RCAF) összesen 25 darab F/A-18 Hornet típusú repülőgépet vásárolt az Ausztrál Királyi Légierőtől. [46]

A CF-188 Hornet (15. ábra) gyors és könnyen manőverezhető vadászgép. Erőssége a sebessége és a célkövető képessége, emiatt nagy sikereket ért el számos katonai műveletben Kanadában, valamint szerte a világon. (3. táblázat)

### GRÖNLAND, NORVÉGIA, IZLAND, SVÉDORSZÁG, FINNORSZÁG

A Dániához tartozó Gröndland és a skandináv államok ugyancsak rendelkeznek északi-sarkvidéki területtel. Katonai jelenlétük az északi térségben elenyésző a korábban bemutatott három országhoz (Oroszországi Föderáció, Amerikai Egyesült Államok és Kanada) képest. Számunkra biztosítékként szolgál az a tudat, hogy vagy NATO-tagországok, vagy NATO partnerségi egyezményekkel rendelkező államok. Az országok rendelkeznek a térségre vonatkozó stratégiákkal és biztonsági dokumentumokkal, azon-

ban a térség védelmének a feladatát a fegyveres erőkre bízzák. A fegyveres erőket a szélsőséges időjárási viszonyoknak megfelelően szükséges korszerűsíteniük, és ezek a folyamatok jelenleg is zajlanak.

### KÍNA, MINT „SARKVIDÉK-KÖZELI” ORSZÁG

A nem sarkvidéki államok fokozott figyelmet fordítanak a sarkvidéki folyamatokra, különösen azért, mert gazdasági előnyszerzés céljából Kína is bekapcsolódott a térség ügyeibe. Más, nem sarkvidéki államok is erőteljesebb sarkvidéki politikai érdekeket igyekeztek kidolgozni. Ide tartozik Japán, Szingapúr, Dél-Korea és számos európai ország – Franciaország, Németország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország és az Egyesült Királyság is, valamint az Európai Unió. Ennek eredményeként az Északi-sarkvidék egyre kevésbé foglal el periférikus helyet a nemzetközi stratégiában, felvetve azt a kérdést, hogy az Északi-sarkvidéket milyen mértékben kell nemzetközi biztonsági aggálynak, illetve regionális problémának tekinteni. [48] A klímaváltozás következtében a Jeges-tengeren a tengeri útvonalak hosszabb ideig jégmentessé válnak, amely helyzet biztonsági aggályokat vet fel. Ezek közül a legfontosabb a 2017. évi Polar kódex [49], amely a polgári hajók tranzitját mind az Északi-sarkvidéken, mind az Antarktisz vizein szabályozza. Mivel a nyílt vizek is elérhetővé válnak, 2018 októberében, a térségben tapasztalható túlhalászás aggodalmainak kezelésére halászati tilalmat vezettek be a Jeges-tenger középső részén, az Európai Unió, az Oroszországi Föderáció és az Egyesült Államok, valamint Kanada, Kína, Izland, Japán támogatásával. 2019-ben az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma módosított sarkvidéki stratégiai jelentést bocsátott ki, amelyben felhívja a figyelmet azokra a kihívásokra, amelyeket Kína és az Oroszországi Föderáció jelentenek az északi térség biztonsága szempontjából, ideértve azokat az aggodalmakat is, amelyek szerint Kína arra törekszik, hogy gazdasági ereje révén befolyásolja a sarkvidéki kormányzást. A tanulmány megerő-

3. TÁBLÁZAT.  
A CF-188 Hornet  
műszaki adatai  
(A szerző szerkesztése  
a [47] alapján)

Törzshosszúság [m]	17,07
Szárnyfeszítávolság [m]	12,31
Törzsmagasság [m]	4,66
Üres tömeg [kg]	10 455
Maximális felszállótömeg [kg]	23 400
Maximális tolóerő hajtóművenként [kN]	44
Tolóerő utánégetővel hajtóművenként [kN]	71
Hatótávolság [km]	3700
Maximális sebesség [Mach]	1,8
Szolgálati csúcsmagasság [m]	15 000



15. ÁBRA. CF-188 Hornet [47]

sította, hogy az Egyesült Államoknak jobban fel kell hívnia a figyelmet a sarkvidéki kihívásokra, fokoznia kell a térségben zajló műveleteket, gyakorlatokat, és meg kell erősítenie az Északi-sarkvidék szabályokon alapuló rendjét. [50]

Az Egyesült Államok az Oroszországi Föderációt tekinti a fő vetélytársnak az Északi-sarkon, és a második helyre – főként a gazdaság és hadiipari fejlettsége miatt – Kínát teszi. Ez azért is figyelemre méltó, mert Kína nem sarkvidéki állam, a hajózási útvonalak révén mégis igényt tart a régió felügyeletére. Az Északi-sarkvidéki Tanács tagállamai elutasítják Kína igényeit az északi térségben. Kína azonban olyan komolyan veszi igényeit a régió iránt, hogy a gyorsan fejlődő haditengerészetében arra törekszik, hogy képes legyen nagy hatótávolságú tengeralattjárók telepítésére az Északi-sark térségében. Kína nagyon sokat nyerne az Északkeleti- és az Északnyugati-átjáró használatával. Az európai és az észak-amerikai szállítási útvonal több ezer kilométerrel, és számos naptári nappal megrövidülne, ha a távol-keleti ország használhatná ezeket az átjárókat.

## ÖSSZEZGÉS

Megállapítható, hogy a klímaváltozás következményei jelentőssé váltak, és az Északi-sark térsége egyre nagyobb szerephez jutott a korábbi évek során, amely szerep csak nőni fog. Az adott országok felfigyeltek a területre, az abban rejlő lehetőségekre, és az egyes államokat gazdasági érdek is

vezérlő az ásványkincsek és hajózási útvonalak megszerzése érdekében. A térségben olyan államok vannak jelen, amelyek korábban, és napjainkban is nagyhatalmi szerepet töltenek be, emiatt a technika segítségével – amennyiben fejleszteni tudják –, részesülhetnek ezekből a lehetőségek közül. Szembetűnő, hogy Oroszország számára milyen nagy jelentősége van a területnek, és milyen fokú fejlesztéseket végez, például az elhagyott katonai bázisok újjáépítése, az új kialakítása, és a jégtörő hajók építése területén. A területi nagysága miatt saját magát elsődleges nagyhatalomként tartja számon a térségben, és szerencsés helyzetben van, mert az Északkeleti-átjáró a partjai mentén húzódik. Nem elfeledhető tény az sem, hogy egyes becslések szerint az Északi-sarkkörön belül található a világ kőolaj-készleteinek 13 százaléka, ami körülbelül 90 milliárd hordónyi mennyiségnek felel meg. Ezenkívül a felmelegedés következtében, a jövőben mintegy 47 ezer milliárd köbméter földgáz is elérhetővé válhat. Ezekből az adatokból jól látható, hogy ez a terület milyen értéket rejt magában, és az egyes államok miért szeretnék egyre nagyobb befolyást gyakorolni a térségre. Az sem elhanyagolható tény, hogy az újonnan megnyíló kereskedelmi útvonalak a jövőben több ezer kilométerrel rövidíthetik le Európa és Ázsia közötti távolságot, ezzel jelentős gazdasági előnyhöz juttatva azon hatalmakat, amelyek ellenőrzésük alá tudják vonni ezt a térséget. ■

## HIVATKOZÁSOK

- [30] Naval news.com, Russia's new 'Poseidon' super-weapon: what you need to know (2022) <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/03/russias-new-poseidon-super-weapon-what-you-need-to-know/#prettyPhoto> (Letöltve: 2023.11.15.);
- [31] Poseidon 2M39 torpedó, <https://www.thesun.co.uk/tech/14558205/russian-radioactive-tsunami-torpedo-poseidon-2m39/> (Letöltve: 2023.11.15.);
- [32] Orosz katona felszerelése az Északi-sarkvidéken, <https://www.thearticinstitute.org/russias-arctic-military-and-security-part-two/> (Letöltve: 2023.11.15.);
- [33] US. Department of Defense (2016): Report to Congress on Strategy to Protect United States National Security Interests in the Arctic Region <https://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/2016-Arctic-Strategy-UNCLAS-cleared-for-release.pdf> (Letöltve: 2023.12.18.);
- [34] Bazsó-Vigh Vivien. Geopolitikai érdekek és haderőfejlesztés az Északi-sarkon. Hadtudományi Szemle 2023. 16. évf. 3. szám, <https://doi.org/10.32563/hsz.2023.3.1;>
- [35] Gazdag Erika. A NATO Arktisz politikája: elrettentés és védelem (2022), Hadtudomány, 32. évf. 1. szám pp. 3–25. <https://doi.org/10.17047/hadtud.2022.32.1.3;>
- [36] Siposné Kecskeméthy Klára, NATO-csúcstalálkozó az elrettentés és a védelem jegyében (2017), Hadtudomány, 27. évf. 1–2. sz. pp. 114–126. <https://doi.org/10.17047/hadtud.2017.27.1-2.114;>
- [37] Report to Congress Department of Defense Arctic Strategy (2019), <https://media.defense.gov/2019/Jun/06/2002141657/-1/-1/1/2019-DOD-ARCTIC-STRATEGY.PDF> (Letöltve: 2023.11.18.);
- [38] Alaskan Command Public Affairs, Alaskan Command Prepares for Exercise Arctic Edge 2022. <https://www.northcom.mil/Newsroom/News/Article/Article/2930454/alaskan-command-prepares-for-exercise-arctic-edge-2022/> (Letöltve: 2023.11.18.);
- [39] Regaining Arctic dominance, The U.S. Army in the Arctic (2021), Forrás: <https://api.army.mil/e2/c/downloads/2021/03/15/9944046e/regaining-arctic-dominance-us-army-in-the-arctic-19-january-2021-unclassified.pdf> (Letöltve: 2023.11.18.);
- [40] A 2022 márciusában lezajlott Arctic Edge hadgyakorlat Fort Greely katonai létesítmény közelében, <https://minutemanmissile.com/fortgreely.html> (Letöltve: 2023.11.18.);
- [41] Military.com. Breakdowns, ripped clothing and dying batteries: army commits to Arctic but still figuring out what soldiers need. <https://www.military.com/daily-news/2022/04/15/breakdowns-ripped-clothing-and-dying-batteries-army-commits-arctic-still-figuring-out-what-soldiers.html> (Letöltve: 2023.11.18.);
- [42] High North New. New US Icebreaker Delayed Until 2027, Russia Orders 6th and 7th Nuclear Icebreaker, <https://www.highnorthnews.com/en/new-us-icebreaker-delayed-until-2027-russia-orders-6th-and-7th-nuclear-icebreaker> (Letöltve: 2023.12.18.);
- [43] Icebreaking fleet of the Canadian Coast Guard. <https://www.ccg-gcc.gc.ca/icebreaking-deglacage/fleet-flotte-eng.html> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [44] Adam Lajeunesse. The Canadian Armed Forces in the Arctic: Purpose, Capabilities, and Requirements. [https://www.cgai.ca/canadian\\_armed\\_forces\\_in\\_the\\_arctic](https://www.cgai.ca/canadian_armed_forces_in_the_arctic) (Letöltve: 2023.11.22.);
- [45] Hilde-Gunn Bye, „Canada to Build Two New Icebreakers” High North News (Letöltve: 2023.11.22.) <https://www.highnorthnews.com/en/canada-build-two-new-icebreakers>;
- [46] Arctic security. Canada air power in the Arctic. <https://chinaus-icas.org/icas-maritime-affairs-program/map-maritime-issue-trackers/polar-trackers/maritime-tracker-arctic/arctic-security-tracker/canada-air-power-in-the-arctic/> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [47] CF-188 Hornet. <https://www.canada.ca/en/air-force/services/aircraft/cf-188.html> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [48] Marc Lanteigne. The changing shape of Arctic security. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2019/06/28/the-changing-shape-of-arctic-security/index.html> (Letöltve: 2023.11.26.);
- [49] International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code). <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/polar-code.aspx> (Letöltve: 2023.11.26.);
- [50] Report of Congress (2019). Department of Defense Arctic Strategy. <https://media.defense.gov/2019/jun/06/2002141657/-1/-1/1/2019-dod-arctic-strategy.pdf> (Letöltve: 2023.11.26.).



OZSVÁTH SÁNDOR\*

# A HAMÁSZ

## TERRORSZERVEZET DRÓNFEJLESZTÉSEI

1. ÁBRA.

Shehab kamikaze drón növelt méretű Wankel-motoros változata a Hamász propagandafelvételén [7]

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A Hamász terrorszervezet Izrael ellen végrehajtott támadásai során egyre nagyobb számban alkalmaz pilóta nélküli eszközöket. A „kamikaze”, más kifejezéssel „öngyilkos” felhasználású drónok jelentős része saját fejlesztésű, amely egyértelmű bizonyítéka a terrorszervezet által évek óta folytatott kutató- és fejlesztőmunkának. A szerző a nyílt forrású információszerzés (Open Source Intelligence – OSINT) módszerével elérhető adatok alapján bemutatja Mohamad Zouari tevékenységét, valamint a Shehab és a „Zouari” kamikaze drónokat.

**KULCSSZAVAK:** UAV, dróntámadás, légvédelem, Hamász, Izrael,

**ABSTRACT:** The terrorist organization Hamas is increasingly using unmanned aerial vehicles in its attacks against Israel. A significant part of the drones used in „kamikaze” are self-developed, which is clear evidence of the research and development work carried out by the terrorist organization for years. The author presents Zouari’s activities, as well as the Shehab and „Zouari” kamikaze drones, based on data available through the Open Source Intelligence (OSINT) method.

**KEYWORDS:** UAV, Drone attack, air defence, Hamas, Israel

### VÁRATLAN TÁMADÁS

2023. október 7-én a Hamász terrorszervezet<sup>1</sup> a Gázai övezetből átfogó támadást indított izraeli polgári és katonai célpontok ellen. A nemzetközi médiában megjelenő felvételek brutalitásukat tekintve megdöbbentették a világot. Katonai szempontból a műveletek komplexitása, térben és időben történő összehangolása, majd azok pontos, és elektromágneses kisugárzást nélkülöző végrehajtása figyelemre méltónak tekinthető. Az igen alapos tervezés során különösen nagy hangsúlyt kapott az izraeli Vaskupola légvédelmi rakétarendszer (Iron Dome Defence System) túlterhelése [1], amely nem csak egy területen valósult meg. A tömeges rakétaindításokkal egyidőben pilóta nélküli eszközöket is bevetettek, így több, egymástól lényegesen eltérő profilú fenyegetésre kellett reagálnia az izraeli légvédelemnek.

<sup>1</sup> A Hamász (Harakat al-Mukávama al-Iszlámijja – Iszlám Ellenállási Mozgalom) palesztin szunnita iszlamista terrorista szervezetnek tekinthető politikai mozgalom. Központja a 2006-os választások óta a fennhatósága alatt tartott Gázai övezetben található. A Hamász 1987-ben, az első intifáda idején (1987–1993), a Muszlim Testvériség nevű fundamentalista mozgalomból jött létre. A szervezet magát „iszlamo-nacionalistának” nevezi, célja egy független palesztin állam létrehozása a történelmi Palesztina teljes területén.

\* Katonai szakértő.  
ORCID: 0000-0002-1043-7076



A csapásmérésre is alkalmas pilóta nélküli repülőgépet irányító katonák Izrael állam egyik fő ellensége, Ahmed al-Dzsabari<sup>2</sup> után kutattak. [12] A Hamász terrorszervezet katonai szárnya vezetőjének felkutatása és azonosítása azonban korántsem ígérkezett egyszerű feladatnak. Ritkán mozgott, elektronikus kommunikációs eszközöket nem használt, alárendeltjeivel futárok útján kommunikált. [3] Tovább nehezítette al-Dzsabari felkutatását, hogy a Hamász hatékonyan működő belső elhárítása egyre nehezebbé tette a Shin Bet<sup>3</sup> (Izrael, Gáza és Ciszjordánia területén tevékenykedő izraeli titkosszolgálat) ügynökeinek a szervezetbe történő beépülést. Egyedüli megoldásnak az al-Dzsabari környezetéhez tartozók lehallgatása, valamint mozgásuk pilóta nélküli eszközökkel történő nyomon követése mutatkozott. Az izraeli drónok folyamatos jelenlétének köszönhetően sikerült feltérképezni al-Dzsabari búvóhelyeit és napi rutinját. A terroristavezér által használt gépjármű beazonosítását, valamint az általa rendszeresen használt útvonalak feltérképezését követően lehetőség nyílt likvidálásának megtervezésére. A sebészi pontosságú támadás végrehajtása egy kombinált műveletsorozat első lépésének volt tekinthető (Operation Pillar of Defence – Biztonság Tartóoszlopai Művelet). Ahmed al-Dzsabari és testőre kiiktatását követően percekben belül lecsapott az izraeli légierő, megsemmisítve a terroristavezér felkutatása során beazonosított Hamász-létesítményeket is. [4] (2. ábra)

Ahmed al-Dzsabari elvesztése komoly figyelmeztetés volt a terrorszervezet vezetői számára. Beigazolódtott, hogy nemcsak ideológiai, hanem technológiai értelemben is fel kell venniük a harcot Izraellel. Így új lendületet kapott a már folyó drónfejlesztési programjuk, amelyet egy Tunéziából érkezett repülőmérnök, Mohamed Zouari<sup>4</sup> emelt új szintre.



### ZOUARI TEVÉKENYSÉGE

Zouari 1967-ben született Tunéziában, egyetemi évei alatt ismerkedett meg a radikális iszlámmal. Tagja lett az Ennahada iszlamista földalatti mozgalomnak, és nézetei miatt gyorsan szembekerült a tunéziai rendszerrel. Nem sokkal repülőmérnöki tanulmányainak befejezése előtt Szudánba menekült, majd több éven keresztül bujkált, álneveket használva (tanulmányait is álneven fejezte be). 1992-ben Murad al-Tunisi néven utazott Bosznia-Hercegovinába, ahol a helyi muszlimok

mellett harcolt három éven keresztül a délszláv háborúban. Az al-Kasszám Brigádok (a Hamász terrorszervezet katonai szárnya) látókörébe a 2000-es évek közepén került. [5] 2006-ban Gázába költözött, majd részt vett a szervezet drón- és rakétafejlesztéseiben, és közben a Hamász titkos tagjává is vált „Pilóta Parancsnok” néven. Időközben Szudánban doktori fokozatot szerzett a pilóta nélküli repülőgépek fejlesztéséből, majd megkezdte egy kis méretű robottergatalajtáró tervezését is. [18] Zouari személyisége ideális

2. ÁBRA.  
Az Ahmed al-Dzsabari terroristavezért likvidáló Elbit Systems Hermes 450 UAV típus (Forrás: digit.site36.net)



3. ÁBRA.  
Mohamed Zouari tanítványaival [5]

<sup>2</sup> Ahmed al-Dzsabari (1960. – 2012. november 14.) a Hamász katonai szárnyának magas rangú vezetője és második parancsnoka volt. A Gázai övezet megszerzésének vezető alakjaként tartották számon, és ő irányította a Hamász 2006-os határon átnyúló rajtaütését is. Parancsnoksága alatt a Hamász, nagyobb hatótávolságú irányított rakéták beszerzésével jelentősen kiterjesztette katonai csapásmérő képességét.

<sup>3</sup> Az Izraeli Biztonsági Ügynökség héber elnevezése, amelynek rövidítése a Shin Bet vagy a Shabak az (Sherut ha-Bita on haKlali) elnevezés akronim verziója alapján. [13]

<sup>4</sup> Mohamed Zouari (Sfax, 1967. – 2016. december 15.) tunéziai repülőmérnök, az Izz ad-Din al-Kasszám Brigádoknál, a Hamász katonai szárnyánál dolgozott, felügyelve annak pilóta nélküli repülőgépgyártási programját. A programban kifejlesztett pilóta nélküli repülőgépeket először a 2014-es gázai háború idején használták a harcúterén. 2016-ban merénylet áldozata lett Tunéziában. [5]



4. ÁBRA. Az al-Kassám Brigádok harcosai Mohamed Zouari képével a halálát követő megemlékezésen [6]

volt a Hamász céljaihoz. Csendes és fegyelmezett életvitele alkalmassá tette arra, hogy az általa vezetett tevékenység hosszabb ideig rejtve maradjon még az izraeli titkosszolgálatok előtt is (Zouari Hamász-tagságáról még a közvetlen családtagjai sem tudtak). Jól értett a fiatalok nyelvén, és rájött arra, hogy a terrrorszervezetnek újgenerációs műszaki értelmiségre van szüksége. A toborzás érdekében létrehozott egy „Southern Aviation Club” nevű fedőszervezetet [5], amelyen keresztül később több fiatal mérnök vált a Hamász tagjává. (3. ábra)

Gázába érkezését követően részt vett az Iránból érkező „Ababil-1”-es kamikaze drónok<sup>5</sup> összeszerelésében. Az Iran Aircraft Manufacturing Industrial Company (HESA) által épített Ababil drónsorozat első példányát (Ababil-1) az 1980–1988-as iraki–iráni háború utolsó szakaszaiban tervezték, majd használták. Az „Ababil” jelentése „madár”, és azokra a csodás madarakra utal, amelyeket a Korán Al-Fil fejezete (szúra) említ. Az Ababil-1 specifikációi a nyilvánosság számára nem ismertek, az eszközről nem tettek közzé hiteles fényké-

5. ÁBRA. Egy Shehab típusú kamikaze drón indítása előtti ellenőrzése [22]



peket, és nem ismert, hogy harcban használták-e valaha. Valószínűsíthető, hogy a 40 kg robbanóanyaggal felszerelhető „kamikaze” drón az Ababil-2 prototípusa vagy gyártás előtti változata volt. A fejlettebb Ababil-2-t 1999-ben mutatták be, mint olcsó taktikai drónt, amelyet felderítő, megfigyelő és támadó küldetésekre terveztek. Hatótávolsága 200 kilométer, 1,5 órát tud a levegőben maradni, és repülése során elérheti a 11 000 láb (3352,8 m) magasságot. Megfigyelési és felderítési műveletek alkalmával 770 négyzetkilométeres területet képes felügyelni. [14] [15] [16] [17] A helyi sajátosságokat figyelembe véve, az Ababil-1 típus valószínűleg túl nagyra bizonyult a Hamász számára. A Gázai övezet egy műholdakkal és elektro-optikai felderítőrendszerekkel igen erősen megfigyelt terület, ahol nincs rá mód, hogy huzamosabb ideig, nagyobb mozgásokat (pl. repülőgépek összeszerelése, indítása, repetése) az izraeli hadsereg megelőző csapásának veszélye nélkül végre lehessen hajtani. A probléma megoldása érdekében több videófelvételen is megfigyelhető, hogy a terroristák épületeken belüli katapultokat építettek. Ennek a megoldásnak köszönhetően a jellemzően 3-4 emeletes házak homlokzatában nagy méretű nyílásokat vágtak, amelyeket különböző tárgyakkal (pl.: ablak, vagy futónövény-imitáció) álcáztak. A szofisztikált rejtésnek köszönhetően a pilóta nélküli eszközök indítása így nagyon nehezen érzékelhető.

### A SHEHAB KAMIKAZE DRÓN

Zouari első, a Hamász számára végzett nagyobb munkája az Ababil-1-hez aerodinamikailag igen hasonló Shehab típusú kamikaze drón fejlesztésének befejezése lehetett. Kidolgozását tekintve „amattör munkának” mondható (nem volt azonban amattör munka a Moszad válasza, amely során Zouari-t 2016. december 15-én, tunéziai otthona előtt lőtték agyon bosnyák útlevelel rendelkező ügynökök [6]). (4. ábra)

Az eszközről készített – elsősorban propagandacélokat szolgáló – fény-

képeket [7] elemezve azt láthatjuk, hogy a Shehab [8] egy kb. 1,5 méter törzshosszúságú, alsószárnyas, kacsaelrendezésű repülőgép. Illesztési hézagai kifejezetten nagyok, felületei hullámosak és durva kiképzésűek. (5. ábra)

A típust hasonló fesztávolságú szárnyal, de két különböző átmérőjű törzssel építi a Hamász. Mindkét elrendezés esetén a meghajtás tolólégcsavar segítségével történik. A kisebb törzsátmérőjű változatot egy egyhengeres, léghűtéses (valószínűleg kétütemű) motor hajtja. Ez az erőforrás nagy valószínűséggel egy nagy méretű repülőgépmodell motorja, pontos típusa nem ismert. A nagyobb törzsátmérőjű változat meghajtásáról egy bolygó dugattyús, Wankel-rendszerű motor gondoskodik, akárcsak az iráni Shahed-131-es esetében. Ennek pontos típusa szintén ismeretlen, azonban akárcsak az iráni Shahedek esetében, valószínűleg valamely kínai motorgyártó cég termékéről lehet szó. A repülőgépek gyorsítórakéta (piropatron) nélkül, mechanikus rendszerű katapultról indíthatók. Valószínűleg a Shehabok is a civil piacról vásárolt, és átalakított GPS-rendszerrel vezetik magukat célra. Ilyen szempontból könnyen zavarhatóak lehetnek, nem valószínű, hogy komoly zavarás elleni védelemmel lennének ellátva. A repülőgépek törzsét vizsgálva, nem találunk komolyabb elektronikai rendszerek jelenlétére utaló hűtőbordákat vagy antennákat. Mindebből következik, hogy a repülőgép képességei is összhangban lehetnek aerodinamikai kialakításának és gyártási minőségének a színvonalával. (6. ábra)

### A ZOUARI KAMIKAZE DRÓN

Jóval igényesebb kidolgozású a tervezője nevét viselő Zouari kamikaze drón [9]. A felsőszárnyas, „V” – közismertebb nevén „pillangó” – vezérsíkos konstrukció méretét tekintve a Magyar Honvédségben felderítő feladatok ellátására rendszeresített Elbit Skylark-I LEX-hez hasonló. [21] Indítása mechanikus rendszerű, gumikötéles katapultból történik. A Shehabokkal

<sup>5</sup> A kamikaze, vagy öngyilkos drónok – azon típusokkal ellentétben, amelyek a kijelölt célpontot rakétával megsemmisítik, majd visszatérnek a bázisukra – az általuk szállított robbanóanyaggal nekirepülnek a célpontnak, ezzel a célt, és önmagukat is megsemmisítve.

összehasonlítva, a repülőgép felületei sokkal jobban kidolgozottak, az illesztések pontosak és a műgyantafelületeken nem láthatók beszívódások. A fényképeket elemezve [10] megfigyelhető, hogy a Zouari főbb részegységei, és maga a katapult is szétszerelhető. Nyilván ez a fajta „kompakt” kialakítás összhangban áll az eszköz műveleti alkalmazásának követelményeivel. Akárcsak a Qassam rakéták esetében, itt is rejtve, több darabra szétszerelve (gyakran alagutakon keresztül) szállítják az eszközöket az indítóhelyre. A rejtett szállítás nem véletlen, hiszen a várható izraeli megelőző csapások miatt a terroristák számára létkérdés a gyors összeszerelés és indítás lehetősége. A Hamász propagandafelvételein [11] jól látható, hogy az eszközöket nem egyesével, hanem 5-6 repülőgépből álló csoportokban alkalmazzák. (7. ábra)

A Zouari drónokat több alkalommal is bevetették az elmúlt években. Ezek az elszárt akciók nagy valószínűséggel azonban csak a Vaskupola rendszer kis magasságú tesztelésére szolgáltak. A 2023. október 7-i támadás során (Hamász-források szerint) egyszerre 35 repülőgépet indítottak az izraeli célokra. [19] Nem állnak ren-

delkezésre pontos adatok arról, hogy az indított eszközök hány százalékát semmisítette meg az izraeli légvédelem. Nagy valószínűséggel az első nagy rakétahullámmal egybeeső indítások egy tudatos és összehangolt tervezőmunka nyomán következtek be. A Qassam rakétáktól lényegesen lassabban és alacsonyabban repülő pilóta nélküli eszközök ugyanis nem ballisztikus jellegű pályán lépnek be az izraeli légtérbe, így azok leküzdése más jellegű tevékenységet igényel. A több törésponttal, kis magasságon repülő eszközök képesek kikerülni a telepített légvédelmi eszközöket. Az ellenük való védekezés során a Vaskupola tűzvezető számítógépeinek folyamatosan nyomon kell követniük ezeket a célokat, és mivel folyamatosan változtatják repülési irányukat és magasságukat (a Qassam rakétákkal közösen alkalmazva) képesek a többpólusú túlterhelést megvalósítani. [20]

### ÖSSZEGZÉS

A Hamász azzal, hogy komoly erőfeszítéseket tett saját fejlesztésű drónok létrehozására, demonstrálni kívánta, hogy képes harcra szállni a világ legfejlettebb integrált légvé-

delmi rendszere ellen. Bár csak olcsó és egyszerű felépítésű eszközöket állított elő és vetett be, azok tömeges alkalmazásával túlterhelte és áttörte a kifinomult izraeli légvédelem „vaskupoláját”. Az esemény lélektani hatása sokkal nagyobb volt, mint a valóságban okozott károk, mégis Izrael a közeljövőben súlyos dollármilliókat lesz kénytelen a védelmi rendszerei fejlesztésére költeni.

A válasz nem csak a technológiai kihívásokban keresendő. Mohamed Zouari által folytatott „nevelő munkának” köszönhetően több olyan fiatal mérnök csatlakozott a terror-szervezethez, akik képesek a saját maguk által folytatott tevékenységet megtervezni, majd a szerzett tapasztalatokat objektíven kiértékelni, és azokat további fejlesztésekben felhasználni. Működésük új szintre emelte a terror-szervezet képességeit, nehéz helyzet elé állítva az izraeli hadsereget és a titkosszolgálatokat. Ezeknek a személyeknek a Hamász-ban belüli megjelenése egyértelmű bizonyítéka annak, hogy a generációváltás nemcsak a saját társadalmainkban, hanem azzal párhuzamosan, a világ meghatározó terror-szervezeteinél is végbement. ■



6. ÁBRA.  
Shهاب kamikaze drón a Hamász által rendezett felvonuláson 2021-ben  
(Forrás: twitter.com/ JoeTruzman)



7. ÁBRA.  
Zouari drónraj  
katapultokon, indítás előtt  
(Forrás: [https://www.  
indyturk.com](https://www.indyturk.com))

#### HIVATKOZÁSOK

- [1] Chauhan, Shivani. Breaking: Hamas' Strategic Overload: A Look at the Breaches in Israel's Iron Dome Defense System, BNN, <https://bnn.network/world/israel/hamas-strategic-overload-a-look-at-the-breaches-in-israels-iron-dome-defense-system/> (Letöltve: 2023.11.9.);
- [2] Dobbins, Mary & Cole, Chris. Drone Wars UK: ISRAEL AND THE DRONE WARS, <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2014/01/israel-and-the-drone-wars.pdf> (Letöltve: 2023.11.9.);
- [3] Beaumont, Peter. Ahmed al-Jabari: the Hamas 'general' who kept out of the limelight, The Guardian, <https://www.theguardian.com/world/2012/nov/14/ahmed-al-jaabari-hamas-general> (Letöltve: 2023.11.9.);
- [4] Kemp, Richard. Operation Pillar of Defence: Israel's Strategic Objectives, Royal United Services Institute, <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/operation-pillar-defence-israels-strategic-objectives> (Letöltve: 2023.11.9.);
- [5] Zantour, Kawthar. Mohamed Zouari: The Tunisian engineer behind Hamas drones, Al Majalla, <https://en.majalla.com/node/301776/profiles/mohamed-zouari-tunisian-engineer-behind-hamas-drones> (Letöltve: 2023.11.9.);
- [6] Staff, Toi. One of two suspects behind 2016 hit on Hamas engineer said arrested in Croatia, The Times of Israel, <https://www.timesofisrael.com/one-of-two-suspects-behind-2016-hit-on-hamas-engineer-said-arrested-in-croatia/> (Letöltve: 2023.11.21.);
- [7] Hamas' Drone, Shehab, Revealed in Public Ceremony in Gaza September, The Palestine Chronicle, <https://www.palestinechronicle.com/hamas-drone-shehab-revealed-in-public-ceremony-in-gaza-photos/> (Letöltve: 2023.11.21.);
- [8] Amer, Ahmad Abu. Hamas bets on locally made drones for next confrontation with Israel, Al-Monitor, <https://www.al-monitor.com/originals/2022/06/hamas-bets-locally-made-drones-next-confrontation-israel#ixzz8leSPU2Kd> (Letöltve: 2023.11.21.);
- [9] Hamas, Palestinian Islamic Jihad Post Videos Of Their Suicide Drones, Reportedly Used In The Initial Strike Of Their Invasion Of Israel, Memri TV, <https://www.memri.org/tv/gaza-hamas-pij-showcase-suicide-drones> (Letöltve: 2023.11.21.);
- [10] Satam, Parth. Hamas Reveals 'Zouari' Kamikaze Drone That Can Potentially RAIN HELL On Israel During Gaza Ops, The Eurasian Times, <https://www.eurasiantimes.com/hamas-reveals-zouari-kamikaze-drone-that-can-potentially-rain/> (Letöltve: 2023.11.9.);
- [11] Video: Hamas video shows group's 'Zouari' drones used to pave the way for Israel attack, Metro.co.uk, <https://metro.co.uk/video/hamas-video-shows-groups-zouari-drones-used-pave-way-israel-attack-3033053/> (Letöltve: 2023.11.21.);
- [12] Ginsburg, Mitch. Ahmed Jabari: The ruthless terror chief whose bloody end was only a matter of time, The Times of Israel, <https://www.timesofisrael.com/ahmad-jabari-1960-2012/> (Letöltve: 2023.11.21.);
- [13] Rémai Dániel. (2019) Az izraeli nemzetbiztonsági rendszer fejlődésének története Nemzetbiztonsági Szemle 7. évfolyam 4. szám 3–19. <https://doi.org/10.32561/nsz.2019.4.1>;
- [14] Kaleji, Vali. Iran Opens Ababil-2 Drone Factory in Tajikistan: Reasons and Implications, Eurasia Daily Monitor 19. évf. 88. szám (2022. június 14.) <https://jamestown.org/program/iran-opens-ababil-2-drone-factory-in-tajikistan-reasons-and-implications/> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [15] Hesa Ababil Encyclopedia, Science News & Research Reviews <https://academic-accelerator.com/encyclopedia/hesa-ababil> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [16] Rubin, Michael. (2020) A Short History of the Iranian Drone Program American Enterprise Institute, JSTOR, [https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep26682.pdf?refreqid=excelsior%3A5c28686bd880e7711929d269a370ed6d&ab\\_segments=&origin=](https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep26682.pdf?refreqid=excelsior%3A5c28686bd880e7711929d269a370ed6d&ab_segments=&origin=) (Letöltve: 2023.11.22.);
- [17] Veilleux-Lepage, Y., Archambault E. (2022) , A Comparative Study of NonState Violent Drone use in the Middle East, ICCT, <https://www.icct.nl/sites/default/files/2022-12/Drones%20in%20the%20Middle%20East%20-%20Full%20Report%20Final%20-%20Ready%20to%20Publish.pdf> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [18] Hussein, Ahmed Quasem (2021) The Evolution of the Military Action of the Izz al-Din al-Qassam Brigades: How Hamas Established its Army in Gaza. *AlMuntaqa*, 4(1), 78–97. <https://www.jstor.org/stable/10.31430/almuntaqa.4.1.0078> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [19] Kaniowski, Dmytro. Hamas: Learning about drone warfare from the war in Ukraine October 20, 2023, DW, <https://www.dw.com/en/hamas-learning-about-drone-warfare-from-the-war-in-ukraine/a-67169578> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [20] Frantzman, Seth J. In first, Israel's Arrow 2 air defense system intercepts ballistic missile near Red Sea: IDF, Breaking Defense, (2023. október 31) <https://breakingdefense.com/2023/10/in-first-israels-arrow-air-defense-system-intercepts-ballistic-missile-near-red-sea-idf/> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [21] Oszváth S.: Elbit Skylark I-LEX pilóta nélküli felderítő repülőgép rendszeresítése a Magyar Honvédségben Haditechnika 57. évf. 2023. 6. szám pp. 57–60. <https://doi.org/10.23713/HT.57.6.12>;
- [22] Forrás: <https://magazine.zenith.me/en/politics/drones-and-war-between-israel-and-hamas> (Letöltve: 2023.11.22.).



1. ÁBRA.

M1126 Stryker páncélozott szállító harcjármű „teljes menetfelszerelésben”, körkörös rácspáncézzal felszerelve [1]

OCSKAY ISTVÁN\*

# A PASSZÍV DRÓNVEDELEM HATÉKONYSÁGA PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEKEN

## VÉD, AVAGY VÉDTELEN?

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az elmúlt időszak konfliktusai is megmutatták, mennyire sebezhetőek a páncélozott harcjárművek az egyszerű, akár házi készítésű drónok hordozta kumulatív lövedékek ellen. Tanulmányomban szeretném feleleveníteni a kumulatív töltetű páncéltörő eszközök elleni védekezés lehetőségeit, és kitérni a modem hadviselés során megjelent drónok elleni passzív védekezés egyik – ha nem is annyira hatékony, mint elsőre tűnik – lehetőségére.

**ABSTRACT:** Recent conflicts have also shown the vulnerability of armoured combat vehicles against HEAT munitions carried by simple FPV (first-person view) drones or even homemade ones. In this article, I would like to review the possibilities of defending against shaped charge explosive anti-tank ammunition and to discuss one of the, if not as effective as it may first appear, passive possibilities of defending against drones in modem warfare.

**KULCSSZAVAK:** páncélozott harcjármű, passzív drónvédelem, kumulatív hatás, kiegészítő páncélvédelem

**KEYWORDS:** AFV, passive drone defence, shaped charge antitank, HEAT

### DRÓNBEVETÉSEK A FRONTON

Az orosz–ukrán háborúban mindeddig nagy mennyiségben alkalmaznak különféle robbanóanyagot, kumulatív gránátokat szállító drónokat és cirkáló rakétákat. A haditechnikát érintő tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy új védelmi igény jelentkezett az alkalmazott támadóeszközök miatt. Erre a védelmi igényre kell reagálnia a különféle ad hoc jellegű, vagy ipari védelmet növelő kialakításoknak. A háború első időszakából levonható tapasztalatok azt mutatták, hogy a nagy számban alkalmazott katonai és/vagy civil drónok szállította, jellemzően kumulatív hatású gránátokkal nagyobb sikereket értek el a páncélozott harcjárművek vékonyabb, sérülékenyebb tetőpáncézzal szemben, mint korábban bármely más konfliktus során. Igaz, már a 2020-as azeri–örmény konfliktus során meg tapasztalható volt

a drónok által szállított páncéltörő eszközök harcjárművek elleni hatékony alkalmazása [1], de akkor még, jellemzően a nagyobb magasságban repülő drónokról indított páncéltörő rakéták bevetése volt a jellemző. Itt a döntő előnyt a fegyvert szállító repülőeszköz nehezen felderíthető, illetve nehezen leküzdhető mivolta adta, a drón által hordozott fegyver jellegében megfelelt, vagy akár meg is egyezett egy hagyományos légi indítású páncéltörő eszköz tulajdonságaival.

A most is zajló orosz–ukrán háborúban azonban, részben a napi több százas nagyságrendű alkalmazásuk nyomán váltak igazán hatékonyná az egyutas, öngyilkos drónok<sup>2</sup>, avagy cirkáló lőszer<sup>3</sup> és az FPV (first-person view) kategóriájú civil drónok az általuk szállított fegyverekkel. Ezeket a drónokat jellemzően kumulatív töltetű harci résszel fel-

<sup>1</sup> Mint amilyen a török gyártású Bayraktar TB2 típusú pilóta nélküli harci légi járműről (Unmanned Combat Aerial Vehicle – UCAV) [2] indított MAM-C és MAM-L típusú páncéltörő rakéták.

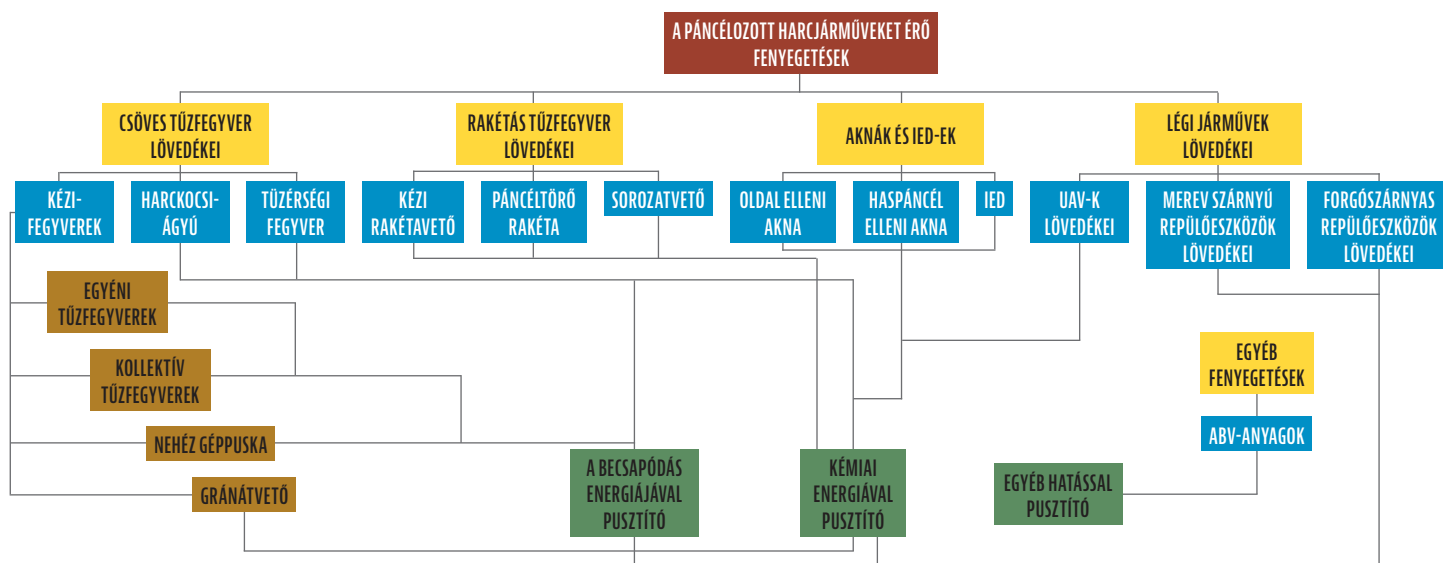
<sup>2</sup> Szakcikkekben angolul One-Way Kinetic Attack Drones, kamikaze drones, loitering munitions.

<sup>3</sup> Az elfogadott magyar katonai szakterminológiai megfelelője a „loitering ammunition” angol kifejezésnek.

\* NKE, doktorandusz.  
ORCID: 0000-0003-0279-8215







ki a kumulatív hatás<sup>8</sup>, és melyek azok a lehetőségek, amelyekkel ezt a hatást – a harcjármű túlélőképességének növelése érdekében – csökkenteni lehet. [17] A kumulatív sugár kialakulásához lényegtelen, hogy milyen gyorsan halad a hordozó lövedék, ezért képes egy föld alá telepített kumulatív akna is olyan átütési értékeket elérni, mint például egy 800 m/s sebességgel repülő kumulatív harcrocigránát. A gyors forgás jelentősen rontja a kialakult kumulatív sugár képét, minőségét, ezért a huzagolt ágyúhoz alkalmazott kumulatív gránátokban a robbanófejet csapágyazni szokták, ezzel elválasztva azt a huzagolás megforgatta köpenytől, csökkentve ezzel a huzagolás által gerjesztett forgómozgás centrifugális elterítő erejét. Általánosságban elmondható, hogy a forgásstabilizált gránátok esetében a kumulatív töltet átütési mélysége 2-3-szor nagyobb, mint a forgó gránát esetében. [4] A kumulatív töltetek esetén az eltartási távolság szintén fontos mérőszám, amely az a távolság, ahol a kumulatív töltet béléanyaga – a maximális páncélatütési hatás érdekében – még optimálisan tudja megformálni a kumulatív sugarat<sup>9</sup>. Amennyiben ez az eltartási távolság lerövidül, akkor a jet még nem képes hatékonyan kialakulni, ám ami-

kor ez a távolság jelentősen megnő, akkor a jet már szétoszlik a levegőben. Mindkét esetben azonban csökken az átütési teljesítménye. [4]

Harcjárművek esetén, a kumulatív harci fejjel rendelkező fegyverek ellen számításba vehető passzív védekezési lehetőségek, védőelemek, illetve védőelem rendszerek:

- kompozit, vagy szendvicsszerkezetű ballisztikai védőelemek főpáncélként történő alkalmazása,
- robbanó és nem robbanó reaktív páncélok,
- nem robbanó reaktív páncélként<sup>10</sup> viselkedő kompozit lemezrendszerek (Cobham, Burlington, Dorchester fedőnévű brit NERA-páncélok),
- előtét páncélok, takarólemezek, kötényezések.

A kompozit vagy szendvicspáncélzat alkalmazása esetén a könnyebb fajsúlyú fémes, és/vagy nemfémes anyagokat vegyesen alkalmazva az acélpáncélok, jelentős átütéscsökkentési érték érhető el. [5] [6] Ebben az esetben a kialakuló kumulatív sugár a nemfémes, vagy alacsonyabb sűrűségű anyagokon sokkal gyorsabban elveszti az erejét, mint a homogén acélpáncél esetében. (4. ábra) A hidegháborús korszak legkorszerűbb harcrocijai is ilyen páncéllal

készültek, így ilyen a Magyar Honvédségben rendszerében lévő T-72A típusú alapharcocsi is.

Különösnek tűnhet, de a hosszú láncú szénhidrogének is ilyen – a jet hatékonyságát csökkentő – anyagok, így mint a harcjárműveket egyeduralkodóan meghajtó erőforrások hajtóanyaga, a gázolaj<sup>11</sup> is alkalmas a kumulatív jet átütési energiájának csökkentésére. Ilyeneket alkalmaznak példaként az izraeli Merkava harcrocik páncélatütésében is, ahol a kísérletek megállapították, hogy egy 7 cm rétegvastagságú üzemanyag védőképessége megfelel 1 cm homogén acél hasonló értékének. [9] Természetesen az előbb említett páncélkialakításokat jellemzően a harcjárművek tervezésénél, gyártásánál építik be a harcjárművekbe, azonban utólagos alkalmazásukra is találunk példákat, jellemzően kompozit páncélok esetében. Ezeknek az utólagos felpáncélozásoknak a közös ismérve, hogy jelentősen megnövelik a harcjárművek tömegét, azok külső dimenzióit akár oly mértékben is, hogy a drasztikus tömegnövekedés azon felül, hogy jelentősen csökkenti a harcjármű fajlagos teljesítményét, elérheti már azt a határt is, ahol a teljes motor- és erőátviteli, vagy akár a futóműrendszerek áttervezését is szükségessé teszi. Ezért az ilyen pán-

3. ÁBRA. A páncélozott harcjárműveket érő fenyegetések osztályozása (A szerző szerkesztése)

<sup>8</sup> A szakirodalom, a kumulatív hatás felfedezőjéről, Charles Edward Munroe amerikai kémikusról és robbantásszakértőről Munroe-effektusnak is hívják ezt a jelenséget.

<sup>9</sup> A kumulatív sugár angol elnevezése: jet.

<sup>10</sup> NERA – non explosive reactive armour.

<sup>11</sup> A NATO-ban meghonosodott „Single Fuel Concept” (SFC) alapján ezek természetesen lehetnek az F40-en kívül a JP-5 vagy JP-8 gázturbina-hajtóanyagok is, amelyek a szárazföldi harceszközök belső égésű motorjaiban is használatosak.



**4. ÁBRA.**  
A „0”-ponti lőtérén céltárgyként „meggyötört” egyik hazai T-72A harckocsi homlokpáncéljának szendvicsszerkezete, bal oldalt a homlokpáncél belső és külső fémrétegei között kitüremkedő textiltakelít rétegekkel (A szerző felvétele)

céltartók alkalmazását ritkán szokták külön elvégezni, inkább magasabb szintű technikai kiszolgálások, nagyjavítások, átalakítások során, jellemzően ipari bázisok igénybevételével szerelik fel azokat. A Magyar Honvédség állományába 2023 decemberében megérkezett Leopard 2A7HU harckocsi ún. urban kit védelmi elemeinek tömege – az alapváltozat amúgy sem alacsony harci tömegét – 72 tonnára növeli. (5. ábra)

Másik lehetőség a robbanó, azaz reaktív páncélok alkalmazása, amelyre a keleti és a nyugati államok esetében is találhatunk példákat, akár az orosz T-64BV, akár az izraeli M60 Sabra képviselőjében. Jellemzően ezeket is utólag építik fel a harcjárművekre, amelyhez szintén ipari háttérkapacitás megléte szükséges. Hatékonyságuk 30–50% közötti, és csak egy köz-

vetlen találatot bírnak ki ugyanazon a területen, azonban megjelenésükkel – a kard- és-pajzs örök dilemmájára – elterjedtek a tandem robbanófejű el-látott páncéltörő fegyverek, amelyek képesek a felrobbanó ERA (Explosive Reactive Armour) -panelek mögöt-ti páncéltartó átütésére is. A nyugati államok hadseregeiben azonban jellemzőbb a NERA, tehát a nem robbanó reaktív páncéltartók terjedtek el nagyobb számban, akár kiegészítő páncéltartó formájában is (6. ábra), így például a Leopard 2A7HU harckocsi 360°-ban védő páncéltartórendszerének elemeiként.

Harmadik védekezési lehetőségként kínálkozik az előtáncélok alkalmazása, amelyek alkalmazása a II. világháború idején kezdődött a harcjárművek oldalvédelmének fokozása érdekében. (7. ábra) A közhiedelemmel ellentétben ezek az ún. kötényezések nem az éppen akkortájt nagy számban megjelenő kumulatív páncéltörő rakétafegyverek (Pl.: Bazooka, Panzerfaust, Panzerschreck) hatásait voltak hivatva csökkenteni, hanem jellemzően a kis űrméretű páncéltörő puszkák hatásai ellen védtek azáltal, hogy destabilizálták a lövedékek mozgását, vagy/és megromolták az acélmagvas lövedékeket annyira, hogy utána már nem voltak képesek a harcjármű oldalpáncéltartó átütni. Mint az előzőekben említettem, a kumulatív hatású lövedékeknek

megvan az a „hiányossága”, hogy a kumulatív sugár optimális kialakulásához, a páncéltól bizonyos távolságra meg kell kezdeni annak kialakítását, azonban a kísérletek azt mutatták, hogy ennek a sugárnak a hatékonysága még 1–1,5 méter eltartási távolságnál is jelentős marad. Ha csak a kötényezésekre, és az oldalpáncéltartóra bíz-nánk a harcjárműveink védelmét, az mé-retében 2-3 méterrel növelné meg annak dimenzióit minden irányban. Azt azonban már a hazai kísérletek is bemutat-ták, hogy a hagyományos kötényezés – pl. a T-55AM harckocsi futóművédő gumi kötényezése – nem csökkenti érdemben a korszerű páncéltörő rakéták hatékonyságát. [5] [6]

A harcjárművek páncélozása nem egyenletesen oszlik meg egy harcjármű páncéltestén: a homlok, vagy frontpáncélozás a legerősebb, hiszen – konvencionális hadviselés esetén – ez találkozik az ellenség páncéltörő fegyvereinek tüzével. A haspáncél, illetve az oldalpáncélok ennél sokkal vékonyabb kialakításúak, így védelmi képességük is csekélyebb. Azonban az aszimmetrikus, városi hadviselés korában már nemcsak a szemből érkező fenyegetésekre kell adekvát választ adni a tervezőknek, hanem gyakorlatilag a harcjármű 360°-os környezetéből érkehetnek fenyegetések, így a legsérülékenyebb, felső térfélrészből is. Az is



**5. ÁBRA.**  
A Leopard 2A4C4C harckocsihoz rendszerített urban kit kísérleti elrendezése, kiegészítő páncélelemekkel. E pótpáncéltartó alapján fejlesztették a magyar Leopard 2A7HU fel- és leszerelhető pótpáncéltartó (Forrás: KMW)



könnyen belátható, hogy egyenszilárdra sem lehet méretezni a harcjárművek páncélatát, mert akkor egy olyan tömegű és térfogatú járművet hoznánk létre, amely alkalmatlan mindennemű hadműveleti feladat végrehajtására. Ezért kell a hatékony páncélvédelmet eltérő kialakítású és feladatú elemekből összeállítani. A Leopard 2A7HU harckocsi esetében például az urban kit kiegészítő elem kompozit védőpaneleket tartalmaz a harckocsi azon felületén, ahol az élőerő védelme ezt szükségessé teszi, valamint NERA üreges páncélatot a torony homlok részén, és rácspáncélatot a harckocsi kevésbé fontos, élőerőt nem védő részein (pl.: motortér).

Korábban a harcjárművek tetőpáncélját érő fő fenyegetésnek a kazetás bombák résztölteteit tekintették, amelyek páncélatütő képessége 50–150 mm-ben maximalizálódott. Később megjelentek a sorozatvető rakéták résztöltetei is, amelyek már nagyobb páncélatütési értékekkel rendelkeztek, de azok sem változtatták meg a harcjármű-tetőpáncélatok kialakítását, mivel a harcjárművek ellen csak a proxy jellegű háborúk esetén, és ott is csak kis mennyiségben feltételezték azok

alkalmazását, és amelyre az elmúlt időszakban valóban igen kevés példa volt. Az orosz–ukrán háborúban már megnövekedett a különböző fegyverek által, felülről indított támadások száma. A nagy páncéltörő képességű, kézi rakétavetők (RPG–7, –9, –15, SZPG–9, LAW) elterjedésével a harcjárművek körkörös védelmének kérdése az 1980-as évek elejére napi szintű problémává vált, ezért erre a fenyegetésre adott válaszként jelentek meg a különféle rács-, hálós és előtétpáncélatok, illetve az aktív védelmi rendszerek a harcjárművek védelmi arzenáljában. [6]

Az aktív védelmi rendszerek nagyon jól teljesítenek napjainkban, de ez – ahogy a nevében is szerepel – egy aktív rendszer, amely elektronikai, vegyi és akár mozgó elemeket is tartalmazhat [7]. Kizárólag ezek folyamatos és pontos együttműködése képes a rendszer hatékony működésének garantálására, amely azonban zavarható, kijátszható vagy akár túl is terhelhető. Egy passzív rendszer, mint például a rácspáncélat ezzel szemben mindenféle viszonyok között működőképes, nem igényel magas szintű karbantartást sem, amit akár tábori viszonyok közepette is könnyedén meg lehet oldani.



6. ÁBRA.  
A Leopard 2A5 harckocsitorony mellső NERA-elemei [10]

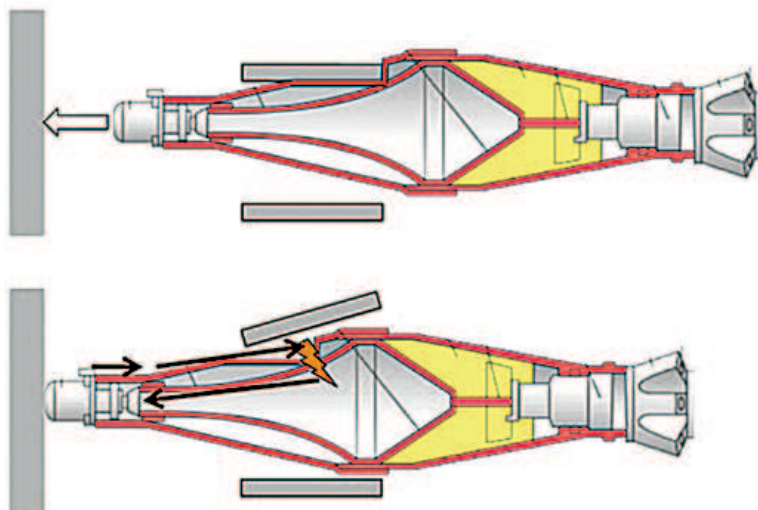
A rácsokat alkalmazó pótpáncélatok megjelenése nem újkeletű dolog [8], de a szélesebb körű elterjedésére a 2000-es évek elején, az afganisztáni, illetve az iraki háború során került sor, ahol először a harcoló majd a harcbiztosító, és a kiszolgáló csapatok járműveit védték jellemzően – a könnyen beszerezhető – RPG-rakéta páncéltörő fegyverek hatásai ellen. (1. ábra)

Az alkalmazott rácsok lehetnek merevek vagy laza kialakításúak. A merev rácsok eleinte lapos téglalap vagy cső keresztmetszetű, illetve tömör acélrudakból készültek, később az acélt felváltotta az alumínium, amellyel a kiegészítő védőelem tömegét a felére lehetett csökkenteni. Az elsődleges cél az, hogy a kifejezetten piezoelekt-

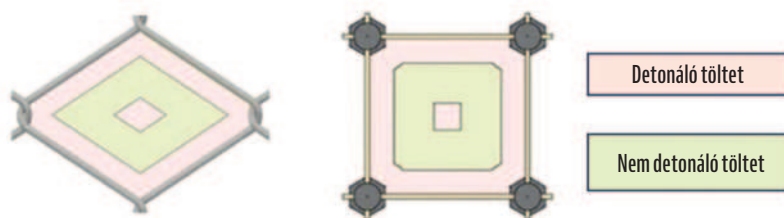


7. ÁBRA.  
A II. világháborús magyar 41M Turán 2 harckocsi, a torony és a páncéltest oldalát védő lyukacsos kiegészítő oldalpáncéllal (A szerző felvétele)

8. ÁBRA.  
Az RPG-rakéta kumulatív  
harcis fejének roncsolódása  
a rácspáncéllal való  
találkozásakor (felső ábra),  
illetve a páncéltestet  
elérő gyújtó rövidzárlat  
kialakulása (alsó ábra) [12]



9. ÁBRA.  
Kétféle hálópáncél-  
kialakításnál a detonálási  
és nem detonálási zónák  
alakulása [12]



romos gyújtással működő RPG-rakétafejekben rövidzárlatot hozzanak létre a gyújtási láncban, ezáltal ellehetetlenítik annak megfelelő elműködését, amikor a gyújtó kapcsolatba lép az oldalpáncéllal. Másodlagos hatásként, a megfelelő hézaggal kialakított védőelemek felszakítják, deformálják a fegyverek kumulatív harcis fejét. Ezáltal az – még abban az esetben is, ha az a harcjármű páncéltestén detonál – nem tudja a kumulatív sugarat megfelelően megformálni, ami által csökken, vagy akár teljes mértékben megszűnik a töltet páncéltűtő hatása. Ha a gyújtó azonban, a rácspáncéllal érintkezve működik el – aminek kisebb az esélye, mint azok elemei mellé lőni – akkor az eddigi kutatások alapján a kumulatív fej hatásossága nem csökken oly mértékben, hogy az a robbanófej átütési mélységét radikálisan megváltoztatná.<sup>12</sup> A 8. ábrán látható, ahogy a rácspáncélok közé behatoló rakétafejbe belevágnak a laposvas elemek, ezáltal fémes érintkezést hozva létre a külső és a belső fémelemek között, így ami-

kor a rakéta továbbhalad a harcjármű páncélteste felé, a gyújtó áramkörében elektromos rövidzárlat keletkezik, amely miatt az nem gyújtja be a kumulatív töltet detonátorát<sup>13</sup>.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a statisztikai páncélok kifejezetten csak az olyan, RPG jellegű kézi páncéltörő rakétavetőkre ellen fejlesztették ki, amelyekben a kumulatív töltet gyújtását piezoelektromos elven működő gyújtó biztosítja. Ezen páncéltörő rakéták hatékonysága azonban – a végrehajtott kísérletek és összegyűjtött tapasztalatok alapján – alacsony, ha páncéltörő rakéták (Antitank Guided Weapon – ATGW) vagy az azoknál is nagyobb sebességű és átmérőjű páncéltörő harcokcsi, vagy tüzérségi lövedékek (HEAT) ellen kellene védelmet nyújtaniuk. A rács- és hálópáncélok úgy méretezték, hogy azok, a leggyakrabban előforduló fenyegetés – akkortájt az RPG páncéltörő rakétavető – ellen védjen a legnagyobb mértékben. A jellemzően alkalmazott páncéltörő gránát, a PG-7, PG-7V(VL), amelynek átmérője 90–95 mm közé esik attól

függően, hogy melyik ország szabványa szerint gyártották. Ennek megfelelően a rácsok, vagy a hálószemek egymástól mért távolságának ennél kisebbnek kell lennie, de mindenképpen nagyobbak, mint a gyújtó mérete, amely 20–22 mm közé esik. (9. ábra)

Amennyiben ennél nagyobb a távolság a rácselemek között, akkor a rakétagránát deformáció nélkül át tud haladni a hézagon, ha ennél sokkal kisebb, akkor a rács elemein detonál. Ezért történhet meg, hogy a páncéltörő rakéták – amelyek egy része már inkább közelségi gyújtóval, mint csapódó gyújtóval szerelt, és nagyobb átmérővel<sup>14</sup> rendelkezik, mint a vállról indítható társaik – szinte hatásfokcsökkenés nélkül semmisítik meg azokat a harcjárműveket, amelyeket ilyen rácspáncéllal szereltek fel. Szintén fontos a rács- és hálópáncéltörő anyagának megválasztása, hiszen a kumulatív robbanófej roncsolásának elősegítése érdekében a nagyobb fajtsúlyú, nehezebb anyagok alkalmazása az előnyösebb. A hálópáncéltörő alkalmazása is nagyobb hatásfokú, amennyiben a hálószemek kereszteződéseibe fém kapcsolótesteket integráltak. A Magyar Honvédség is alkalmazott ilyen utólagos hálópáncélok felszerelt harcjárműveket, igaz csak műveleti területen, ahol a hálószemek találkozási pontjaiban – 12 mm laptávolságú, 20 mm hosszú – hatszögletű fémhasábokat sajtoltak. Az afganisztáni háború során katonáink ilyen M-ATV (MRAP All-Terrain Vehicle) növelt aknavédelemmel rendelkező harcjárműveket (Mine-Resistant Ambush Protected – MRAP) használtak. (10. ábra)

A napjainkban is zajló konfliktusokban százasaival megjelenő támadó drónok már szükségessé tettek egy rendszerszintű, a harcjárművek tetőpáncéltörő védő képesség kialakítását, amelyre egyre több példát találhatunk az orosz–ukrán háború során is, mindkét fél részéről. Először, 2021-ben a felülről támadó páncéltörő rakéták elleni, alakulatszinten zárt-szelvényekből barkácsolt védőrácsok

<sup>12</sup> A szakirodalomban ezek alapján nevezik ezeket a páncéltípusokat „statisztikai páncélnak” (Statistical Armour), mert statisztikailag kicsi az esélye annak, hogy a rácspáncéltörő alkotó fémelemek detonáljon a rakéta gyújtója. [5]

<sup>13</sup> Ezért fontos, hogy a harcjármű oldalpáncélja és a rácspáncéltörő közötti térbe ne kerüljön hátizsák, vízespalack, egyéb felszerelés, mert, ha abban az esetben, ahogy a gyújtó áthalad a rácsok között, azonnal akadályba ütközik és detonál, akkor a rács nem képes kifejteni roncsoló hatását.

<sup>14</sup> A 9M133 Kornet rakéta átmérője 152 mm, amely majdnem 60 mm-rel nagyobb, mint a PG-7VL rakétagránát 93 mm-es átmérője. [9]

jelentek meg, amelyek hatékonysága elég kétséges volt, és igazoltan nem csökkentette a harckocsikat ért találatok pusztító hatását. A barkácsolt ráncspáncélatok azonban a drónok által hordozott ejtőlőszerkek ellen nyújthatnak védelmet azáltal, hogy az alacsonyról ejtett gránátokat megfogják, nem engedik elműködni, vagy olyan nagy eltartási távolságot képeznek a rácsok és a tetőpáncél között, hogy a kumulatív sugár már nem tud ekkora távolságon egyben maradni. Jó példák ezekre a fejlesztési irányokra a nagyjavításon átesett T-72B3M, illetve a T-90M harckocsikra gyári átalakítás során felszerelt, „fűrészfogas” kialakítású védőrácsok. (10. ábra)

A tábori körülmények között barkácsolt, szögvasból készített kezdeti rácsok helyett már szofisztikáltabb kivitelű láthatunk ezeken az eszközökön, ahol a parancsnok és az irányzó beszállását elősegítő, felhajtható rácsos ajtókat alakítottak ki. Vélhetően ezen rácsok háromszögű kialakítása akadályozza a löszerek gyújtóinak aktiválását, illetve detonáció esetén megfelelő távolságot tart a torony tetőpáncéljától, csökkentve a kialakuló kumulatív sugár hatását. Mint sok rögzített felvétel is bizonyítja, a cirkáló löszerek és egyutas, öngyilkos drónok képesek a kialakított tetőpáncél védő ráncspáncélat alá is bejutni, és találatot elérni a tornyon, ezzel sok esetben megsemmisítve a harckocsit és annak kezelőszemélyzetét. Az oroszok ezért olyan körkörös védelmet is biztosító hibrid páncélat alkalmazásába kezdtek, amellyel az ejtőtöltetek ellen ráncspáncélat, míg az oldalról érkező – jellemzően merevszárnyú – drónok ellen hálópáncélatot védekeznek.

Közös hiányossága ezeknek a páncélokaknak, hogy bár elméleti védőképességük is csak 25–45% közöttire tehető, mindegyik növeli a harcjárművek sziluettjét, vele annak felderíthetőségét, illetve gátolja a személyzet gyors harcjárműre, valamint arról történő szállását. Ezeket a kiegészítő páncélatokat nem gyakran alkalmazzák a harcjármű egésze körül, mert ezáltal ellehetetlenítenék annak átszeg-



10. ÁBRA.  
A Mazár-e Sharifban (Afganisztán) használt egyik magyar felségjelű M-ATV hálópáncélatozása (A szerző felvétele)

delt terepen történő közlekedését, szállítását. Azonban alkalmazásának sikerét mutatja, hogy már nemcsak a páncélatozott harcjárműveken, hanem sorozatvetőkön, szállító és ellátó járműveken is megkezdődött az alkalmazásuk. A háború jelenlegi (2024. január) szakaszában már az ukránok is előszeretettel szerelik fel eszközeiket ilyen védőpáncélok, így láthatók voltak ráncspáncélatokkal felszerelt Leopard 2A6 típusú harckocsik is, és az izraeli Merkava Mk 4 harckocsikon is megjelentek ezek a páncélatok a Gázába bevonuló csapatok eszközein. (12. ábra)

### ÖSSZEFOGLALÁS

A több évtizede tetszalott állapotban lévő harckocsi harcászati és had-

viselés a szemünk láttára változik meg az orosz–ukrán háború során, és egyre jobban abba az irányba mozdul el, hogy egyesek megkérdőjelezzék a harckocsik jövőjét is. Hasonlóan az 1973-as jom kippuri háborúhoz, ahol a könnyen áttelepíthető, nagy hatótávolságú, irányított páncéltörő rakéták okoztak addig soha nem látott veszteségeket az izraeli páncélos erőknek, jelenleg a kis méretű drónokkal mért csapások tizedelik meg mindkét harcoló fél páncélatozott technikai eszközeit. Ahogy a harckocsi, és az azzal a páncélatozott harcjárművek is átvészelték az 1973-as krízist, és ezek az eszközök még napjainkban is majd minden ország eszközpalletájában kisebb-nagyobb mennyiségben megtalálhatóak, úgy

11. ÁBRA.  
Az ARMY-2023 haditechnikai kiállításon bemutatott drónvédelmi rács T-72B3M harckocsi tornyára szerelve<sup>15</sup> [13]



<sup>15</sup> A torony mellső részén és a két búvónyílás közötti tartón a „Triton” elnevezésű, célzottan drónok elleni védelemre kifejlesztett elektronikai rendszer antennáit védő takarókúpok láthatók.



12. ÁBRA. Merkava Mk 4 izraeli harckocsik drónvédelmi rácspáncéllal felszerelve a gázai hadművelet elején [14]

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Hennel S., Hegedűs E., Végvári Zs. A Bayraktar drónok 1. rész Haditechnika 57. évf. 1. szám pp. 35-39. <https://doi.org/10.23713/HT.57.1.06>;
- [2] Hennel S., Hegedűs E., Végvári Zs. A Bayraktar drónok 2. rész Haditechnika 57. évf. 3. szám pp. 33-36. <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.06>;
- [3] Ocskay I. A harckocsifegyverzettel rendelkező lánctalpas harcjárművek megjelenése a világ hadseregeiben és ezek lehetséges logisztikai illeszthetőségi problémái az MH jelenlegi rendszerében Katonai Logisztika 2020. évi 1-2. szám, <https://doi.org/10.30583/2020/1-2/007>;
- [4] Lukács L. A kumulatív töltetek kialakulása, hatásmechanizmusok elmélete, MH Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Műszaki tanszék Műszaki Katonai Közlöny 6. Évf. 3. szám (1996) pp. 8-32.;
- [5] Végvári Zs. A harckocsik védelmének fejlődése a páncélelhárítás fejlődésének tükrében és az aktív védelmi rendszerek (APS) megjelenése 1. rész Haditechnika 2018. 52. évf. 3. szám pp. 20-24. <https://doi.org/10.23713/HT.52.3.05>;
- [6] Gávay György. Kerekes harcjárművek védettségének vizsgálata és összehasonlító elemzése az elmúlt évtizedek katonai tapasztalatainak és követelményeinek felhasználásával In: Pohl Árpád (szerk.) Biztonság és honvédelem: Fenntartható biztonság és társadalmi környezettanulmányok 2. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó (2020) 2, 114 p. pp. 533-552., 20 p.;
- [7] Végvári Zs. A harckocsik védelmének fejlődése a páncélelhárítás fejlődésének tükrében és az aktív védelmi rendszerek (APS) megjelenése 2. rész Haditechnika 2018. 52. évf. 4. szám pp. 35-38. <https://doi.org/10.23713/HT.52.4.07>;
- [8] Gávay György. A Piranha járművek fejlődése a védelmi és alkalmazói igények tükrében Hadmérnök 11: 2 pp. 28-40., 13 p. (2016) 36. oldal. <https://doi.org/10.1038/ndigest.2016.160336>;
- [9] Israeli Armour Myth, <https://aw.my.games/en/news/general/israeli-armor-myths-part-2> (Letöltve: 2023.11.12.);
- [10] Prime Portal: Leopard 2A5 (NL) Dismantled Walk Around [https://data3.primeportal.net/tanks/ulrich\\_wrede/leopard\\_2a5\\_nl/images/leopard\\_2a5\\_nl\\_01\\_of\\_87.jpg](https://data3.primeportal.net/tanks/ulrich_wrede/leopard_2a5_nl/images/leopard_2a5_nl_01_of_87.jpg) (Letöltve: 2023.11.21.);
- [11] Forrás: Primer: Statistical Armour, <https://www.tanknology.co.uk/post/statistical-armor> (Letöltve: 2023.10.22.);
- [12] Coghe, Frederik. Efficiency of different Cage Armour Systems, MDPI Applied Sciences 2022. 10. évf., <https://doi.org/10.3390/app12105064>;
- [13] Mojsejev A. Максимально защищенные танки Т-80БВМ и Т-72Б3М показали на „Армии-2023”, rg.ru, <https://rg.ru/2023/08/14/maksimalno-zashchishchennye-tanki-t-80bvm-i-t-72b3m-pokazali-na-armii-2023.html> (Letöltve: 2023.11.23.);
- [14] [https://www.reddit.com/r/TankPorn/comments/17avf5a/another\\_photo\\_of\\_merkavas\\_with\\_antidrone\\_slats/?rdt=55736](https://www.reddit.com/r/TankPorn/comments/17avf5a/another_photo_of_merkavas_with_antidrone_slats/?rdt=55736) (Letöltve: 2023.11.23.);
- [15] Tóth András. Az orosz-ukrán háború páncélos tapasztalatai I. rész Haditechnika 2023. 57. évf. 4. szám pp. 23-27. <https://doi.org/10.23713/HT.57.4.05>;
- [16] Tóth András. Az orosz-ukrán háború páncélos tapasztalatai II. rész Haditechnika 2023. 57. évf. 5. szám pp. 30-35. <https://doi.org/10.23713/HT.57.5.07>;
- [17] Tábi Levente. Az üreges töltetek fejlődése, alkalmazásuk a XXI. századi IED-támadások során I. rész Haditechnika 2019. 58. évf. 4. szám pp. 23-26. <https://doi.org/10.23713/HT.53.4.04>.

vélhetően most is így lesz: a páncélozott harcjárművekre – ha változó szerepkörben is –, de még sokáig szükség lesz. Előfordulhat, hogy az eszközök a jövőben másképp fognak kinézni, mint napjainkban, de a szerepüket, feladatrendszerüket más harcjármű nem fogja tudni átvenni.

A most megszerzett tapasztalatok alapján azonban [15] [16] egyre nagyobb jelentőségűvé válik a drónok elleni védelem kialakításának fontossága, legyen az kollektív védelem, vagy az egyes harcjárművek önálló védelme. A leghatékonyabb védelem kialakítása érdekében, mind a kinetikus (hagyományos kézi-, csöves- és rakétás légvédelmi fegyverek), mind a nem kinetikus (zavarás, lefogás stb.) drónvédelmi eszközöket, a maguk szintjén, alkalmazni szükséges, és ebbe a körbe beletartoznak a passzív védelmi eszközök is. A közeljövőben nagyobb mennyiségben érkeznek a Magyar Honvédséghez a korábban megrendelt Leopard 2A7HU és Lynx KF41HU harcjárművek, amelyek drónok elleni védelmét feltétlenül biztosítani kell.



KOVÁCS ZOLTÁN\*

# UBIM, AZ OROSZ SKORPIÓ

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A többrendeltetésű műszaki munkagépek egyre több haderőben jelennek meg. Az Orosz Föderáció Fegyveres Erőinél is megkezdték a legújabb ilyen funkciójú munkagép rendszerbe állítását. Mivel a páncélozott eszköz többféle műszaki szakfeladatot is képes végrehajtani, ezért a jövőben több, már üzemeltetett műszaki géptípust is kivált majd. Az új eszköz a „Skorpió” becenevet kapta.

**KULCSSZAVAK:** többrendeltetésű gép, műszaki támogatás, műszaki gép, UBIM

**ABSTRACT:** Multipurpose engineer machines appear in more and more military forces. The Russian Armed Forces have started to put into service a new such machine. Since it can perform various engineer support tasks, it will probably replace several engineer equipment already in service. The new machine was nicknamed the „Scorpion”.

**KEYWORDS:** multipurpose machine, engineer support, engineer vehicle, UBIM

## BEVEZETÉS

Az orosz NPK–UralVagonZavod (**Научно–Производственная Корпорация – УралВагонЗавод**) vállalat az Army–2017 haditechnikai kiállításon mutatta be az UBIM elnevezésű univerzális páncélozott műszaki gépet (**Универсальная Бронированная Инженерная Машина – УБИМ**), igaz, akkor még csupán egy makett formájában. (3. ábra)

Egy évvel később, a 2018. augusztus 21–26. között megrendezett ARMY–2018 rendezvényen már az eszköz első valódi példányát láthatta a nagyközönség (1. ábra). A nemzetközi bemutatkozás 2021 februárjában Abu Dhabiban, az IDEX–2021 haditechnikai kiállításon történt.

Az Orosz Föderáció Fegyveres Erőinek (**Вооружённые силы Российской Федерации**) műszaki főnökevel, Jurij Sztavicszkij altábornaggyal a Vörös Csillag (**Красная Звезда**) című lapban 2023. január közepén megje-

lent interjú szerint gőzerővel folyik az UBIM rendszerbe történő felvételének folyamata. Az első két gép a kijelölt műszaki csapatokhoz került, úgyhogy valószínűleg az orosz–ukrán háborúban is bevetik ezt az új, többrendeltetésű műszaki munkagépet, amelyet a 2023. augusztus 14–20. között a moszkvai Patriot Kiállítási Központban megrendezett ARMY–2023 Nemzetközi Katonai-Technikai Fórumon is kiemelt szakmai érdeklődés övezett.

## AZ ALAPGÉP

Az UBIM fejlesztési projektje a 153-as objektum (**Объект 153**) elnevezést kapta. Az eszköz alapját kezdetben a T–72B3 harckocsi szolgáltatta, majd áttértek a T–90M módosított harcjárműtestre. [2], [3] A 12 hengeres, V elrendezésű dízelmotor alapüzemanyaga a gázolaj, amellyel 843 kW (1130 LE) teljesítmény leadására képes, azonban kisebb teljesítménnyel ugyan, de

1. ÁBRA.

Az ARMY–2018 haditechnikai rendezvényen kiállított UBIM (Forrás: Shutterstock)

\* Alezredes, PhD, egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Művelési Támogató Tanszék, ORCID: 0000-0001-9098-1997



1. TÁBLÁZAT.  
Az alapgép főbb  
technikai adatai  
(A szerző szerkesztése  
a [4] alapján)

Bázisjármű	T-90M harcocsi	Motor típusa	V-92SZ2F (B-92C2Ф)
Hengerelrendezés	V-12	Motorteljesítmény [kW (LE)]	843 (1130)
Üzemanyag	gázolaj (mindenevő)	Hosszúság [mm]	9530
Leküzdhető emelkedő	60%	Szélesség [mm]	3780
Maximális oldaldőlés	40%	Magasság [mm]	2230
Lépcsómászó képesség [m]	0,85	Tömeg [t]	50,8
Árokáthidaló képesség [m]	2,8	Fajlagos talajnyomás [kg/cm <sup>2</sup> ]	0,826
Gázlóképesség [m]	1,2	Hatótávolság [km]	500
Merülés víz alá (szellőztető csővel) [m]	5	Fegyverzet	6P49 Kord 12,7 mm géppuska

benzinnel vagy akár petróleummal is működtethető (1. táblázat). Egy előmelegítő berendezéssel is rendelkezik, ezért a motor nagyobb hidegben könnyebben indítható.

A láncalpas járószerkezet oldalanként hat darab gumifelületű kettős futógörgőből, elől egy láncfeszítő kerékből, hátul a meghajtó csillagkerékből áll, amelyek körül gumibetétes acél láncalpa található. A kiváló mozgékonyaságú eszköz nehéz terepet is képes leküzdni:

- közel 1 m magasságú függőleges te-replépcsőt;
- majdnem 3 m szélességű árkot;

- közepes, akár 5 m mélységű vízi akadályt egy toronyszellőztető csővel felszerelve.

A motor csekély légnyelése miatt, korlátozottan víz alatt is képes működni. A harcjármű speciális ventilációs porleválasztó és levegőszűrő rendszerrel, automata tűzoltó rendszerrel és ABV (atom, biológiai, vegyi) védelmi rendszerrel rendelkezik, így alkalmazható vegyszennyezett terepen is.

Az UBIM páncélatát acéllapokkal megerősítették, a harcocsitorony helyére küzdőteret alakítottak ki, amelyre 6S21 Burevesztnyik (Буе-

Вестник) típusú távirányítású fegyverállványt szereltek. Az állványra egy 12,7 mm űrméretű 6P49 Kord géppuska került 1200 db-os lőszerjavadalmazással, amellyel akár 5 km távolságban elhelyezkedő célok is leküzdhetők. A célfelderítést minden típusú látási és időjárási viszonyok között hagyományos tv-kamera, lézeres távolságmérő és hőkamera – ez utóbbi opcionális felszerelés – segíti. (2. ábra)

Az UBIM optikai felderítés elleni védelmét a hagyományos ködfejlesztő berendezés mellett a harcjárműtest bal elülső részén elhelyezett 8 db 902B Tucha ködgránátvető segíti. A 81 mm-es 3D6 típusú ködgránátokból négy darabot 200–350 m távolságra kivette, egy megközelítőleg 100 m széles és 8 m magas ködfüggöny hozható létre 1–2 perc időtartamra. Az álcázókészletet a nyári és a havas téli mintázatú álcatakaró teszi teljessé.

## AZ UBIM MŰSZAKI GÉP ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI, KÉPESSÉGEI

A szakmai körökben Skorpió becenévvel felruházott UBIM igazi többrendeltetésű gép, a kifejlesztésével és rend-

2. ÁBRA.  
A 12,7 mm-es Kord  
géppuska, a célok  
felderítését segítő  
kamerákkal [5]



Típus	Hosszúság [m]	Szélesség [m]	Magasság [m]	Tömeg [t]	Max. sebesség [km/h]	Motor típusa	Teljesítmény [kW/LE]
UBIM AEV* (Oroszország)	9,53	3,78	2,23	55	60	V-92SZ2F	843/1130
IMR-3 CEV** (Oroszország)	9,34	3,53	3,53	49,5	50	BM-84MS	626/840
M728 CEV (Amerikai Egyesült Államok)	8,97	3,71	3,23	52,2	50	Continental AVDS-1790-A2	559/750
Trojan AVRE*** (Egyesült Királyság)	8,95	3,50	3,03	57,3	56	PEV CV-12 8a	895/1200
Terrier CEV (Egyesült Királyság)	9,30	2,96	2,90	31,5	70	Caterpillar C18	522/700
Leclerc AEV (Franciaország)	9,15	3,42	2,60	59	72	MTU 883	1118/1500
WiSENT 2 AEV (Németország)	10,5	3,54	3,10	60	70	MTU MB 873 Ka-501	1118/1500
Kodiak CEV (Németország-Svájc)	10,2	3,54	2,60	59	68	MTU MB 873 Ka-501	1118/1500

szerbe állításával az UralVagonZavod vállalat által gyártott háromféle műszaki gép helyettesítését, kiváltását tervezik egyszerre. Ezek az IMR műszaki akadályelhárító járműcsalád tagjai (**Инженерная машина разграждения – ИМР**), a BMR páncélozott aknamentesítő gép (**Бронированная машина разминирования – БМР**) és a BREM páncélozott műszaki mentő-vontató jármű (**Бронированная ремонтно-эвакуационная машина – БРЭМ**).

A csatlakoztatott munkaszervekre és az alkalmazási lehetőségekre tekintettel, akár még egy negyedik eszközt is kiválthat majd: az orosz haderő mellett a Magyar Honvédségben szintén rendszerben tartott BAT-2 gyorsjáratú lánctalpas buldózer (**Бульдозер на артиллерийском тягаче-2 модель – БАТ-2**).

Műszaki munkagépként – más haderők ilyen eszközeihez hasonlóan (2. táblázat) – többféle katonai művelet során alkalmazható a saját erők mozgás- és manőverszabadságának fenntartására, oszloputak létrehozására, helyreállítására, megerősítésére, terepegyengetésre, valamint erődítési építmények alapgyödrének, valamint lejárók kialakítására, földmunkák végrehajtására, robbanó műszaki záruk, torlaszok rombolására és más terepakadályok elmozdítására, leküzdésére. UBIM univerzális páncélozott műszaki gép ezek mellett alkalmas a sérült technikai eszközök műszaki mentésére, vontatására is. Összevetve a NATO-tagállamok páncélozott mű-

szaki munkagépeivel megállapítható, hogy kisebb tömege és kellően erős motorja lehetővé teszi, hogy a többi eszköznél mozgékonyabb legyen, ugyanakkor a motor teljesítménye biztosítja a legnehezebb műszaki szakfeladatok sikeres elvégzését.

A géphez alapfelszerelésként többféle munkaszerv is tartozik, amelyekkel különböző műszaki szakfeladatok hajthatók végre. (3. táblázat)

A jármű elején található a háromállású tolólap pengéje, amely bal és jobb oldali mozgatható szárnyakból, valamint egy központi pengéből áll, és cserélhető vágóéllal szerelték fel. Az elvégezni kívánt földmunka jellegének megfelelően egyenes vonalú (4500 mm széles), illetve V alakú és ferde (gréder) pozícióba (3740 mm széles) is állítható. (4. ábra) A föld/hó/törmelék mozgatósi szélessége és iránya – csak az egyik vagy mindkét

oldalra – a tolólap állásától függően változik. A tolólappal elsősorban oszlopútépítés, romeltakarítás és terepegyengetés végezhető, de alkalmas a robbanó és nem robbanó műszaki zárukon történő átjárónyitásra is.

A tolólap felső részére a talajfelszín alá telepített, mágneses közelségi gyűjtővel rendelkező harcokosi elleni aknáknak elműködtetéséhez felszerelhető még két darab, ún. jelduplikátorral is (5. ábra), amelyekben az elektromos áram egy mágneses mezőt hoz létre. Ez az erőtér megtéveszti az aknagyűjtőt, és az idő előtt működésbe hozza az akna robbanótöltetét, amely így nem a tolólap vagy a munkagép alatt fog felrobbanni.

A munkagép a harcjárműtest jobb oldalán elhelyezett háromcsuklós kotrókarral rendelkezik, amely menethelyzetben a harcjárműtestre fektetve, vízszintes helyzetben találha-

**2. TÁBLÁZAT.**  
Egyes műszaki munkagépek főbb technikai adatai (A szerző szerkesztése a [6] [11] [12] alapján)

\* Armoured Engineer Vehicle – páncélozott műszaki munkagép  
\*\* Combat Engineer Vehicle – műszaki munkagép  
\*\*\* Armored Vehicle Royal Engineers – műszaki csapatok páncélozott munkagépe

**3. ÁBRA.**  
Az ARMY-2017 rendezvényen bemutatott UBIM makett [1]



4. ÁBRA.  
Az UBIM tolólapjának  
lehetséges pozíciói [8]



tó, csak a kotrókanál áll kb. 45 fokos szögben felfelé, a látványa hasonlít egy skorpióra, innen ered az UBIM beceneve.

A kotrókar maximális kinyúlási hosszúsága 7 m, a teherbírása 7,5 t (maximális kinyúlásnál az emelési képesség 4 t-ra korlátozódik). A végén található zsámolyra gyorscsatlakozóval kapcsolhatók fel a különböző hidraulikus működésű munkaszervek, például a saját tengelye körül 360°-ban körkörösén forgatható, 0,85 m<sup>3</sup>-es kotrókanál, amely kiegészíthető még egy fogókarom-résszel is. (6. ábra)

Amennyiben a munkavégzés során erre a fogókaromra nincs szükség – például ásás vagy ömlesztett anyag rakodása, mozgatása során –, az akár le is szerelhető, míg nagyobb tárgyak, pl. fatörzsek, betondarabok, bontási törmelék áthelyezésekor, vagy például

torlasz elbontásakor akár egy „kéz ujjai”, megmarkolják és biztosan tartják a mozgatott anyagokat, tárgyakat.

A kotrókanál helyére kapcsolható egy talajszaggató karom, vagy a járműtest hátulsó részén található hidraulikus bontókalapács, amelynek bontótüskéje akár 2000 J ütőerővel is képes a kemény kőzetet fejteni, különböző építményromokat, torlaszokat darabolni. A kalapácsot menethelyzetben a járműtest hátsó részén található tartószerkezetre fektetik. (8. ábra)

A kotrókaron található optikai kamera és a világítótestek minden napszakban – akár korlátozott látási viszonyok között is – lehetővé teszik a munkavégzést, a munkaszervek gyors cseréjét. A kotrókar és a hozzákapcsolt munkaszerv vezérlése a körülményektől függően történhet a jármű belső

teréből, illetve a járműtestet elhagyva, egy kétkaros vezérlőpanel segítségével is. (7. ábra)

A meghibásodott vagy mozgásképtelen haditechnikai eszközök műszaki mentéséhez, vontatásához vontatócsörlő és segédcsörlő áll rendelkezésre. A 100 m hosszúságú acélkábelrel 25 t tömeg biztosan mozgatható, de a letalpalt tolólapal történő mentésnél akár 50 t teher is elhúzható.

Az UBIM műszaki munkagépet a kisebb munkákhoz több hidraulikus meghajtású kisgéppel is felszerelték, (pl. kézi láncfűrész, fémvágó, bontókalapács) valamint egyéb kézi felszerelésekkel is rendelkezik: aknafelderítéshez szűrőbot és indukciós aknakereső műszer, vegyifelderítő berendezés, egyéni védőfelszerelések is az eszköz alapfelszereltségének részét képezik.



5. ÁBRA.  
Jelduplikátorok az UBIM  
tolólapja fölött [8]

### VEZÉRLŐRENDSZEREK ÉS -BERENDEZÉSEK

A gép kezelőszemélyzetét az eredeti háromról két főre csökkentették: parancsnok/gépkezelő és járművezető. A járműben fennmaradó hely nagysága miatt még 3 fő utász vagy (kutyás) tűzszerész katona is szállítható az egyéni felszerelésükkel együtt. Az automata szellőztető és légkondicionáló rendszerek kényelmes munka- és elhelyezési körülményeket biztosítanak a személyi állomány számára.

A hidraulikus berendezések SZUGO-M vezérlőrendszere (Система управления гидрооборудования: СУГО-М) biz-





7. ÁBRA. A kotrókar és a kapcsolt munkaszerv irányítása vezérlőpanelről [8]

tosítja a hidraulikus és az elektromos berendezések (tolólap, kotrógém, csörlők) automatikus öndiagnosztikáját és túlterhelés elleni védelmét, valamint lehetővé teszi a vezérlési, diagnosztikai és elektromos beállítási munkák elvégzését, amely jelentősen megkönnyíti és lecsökkenti a rendszeres karbantartás és javítás idejét. A rendszer fő elemei:

- bal oldalra szerelt vezérlőegységek a gép munkaterében;
- távvezérlő panel a kotrókarhoz, a jármű parancsnokától balra lévő dobozban elhelyezve;
- a vezetőtől balra található a csörlő-kezelőpanel;
- a tolólap keresztirányú síkban forgó részére szerelt pengeferdeség-érzékelő;
- helyzetérzékelők a kotrókar-berendezés elemeihez;
- a géptérbe szerelt többfunkciós képernyő, amely az aktuális és vészhely-

zeti információk, valamint a tolató-/menetkamerák képmegjelenítésére szolgál. (9. ábra)

A munkagépet két vészhelyzeti elektromos egységgel is felszerelték, amelyek közül az egyik a nyomóhidraulika-vezetékhez, a második a vezérlő hidraulika-vezetékhez csatlakozik.

A kamerák által biztosított képek segítségével egy képernyőn, a gép belső teréből nyomon követhető az UBIM mozgása, végrehajtható a géppuska irányítása és a műszaki munkavégzés (11.a ábra), illetve megfigyelhetők, ellenőrizhetők az alapgép különböző technikai partaméterei (a rendelkezésre álló üzemanyag mennyisége, a hűtőfolyadék hőmérséklete stb.) és a csatlakoztatott munkaszerv állapotaival kapcsolatos adatok. (11.b ábra)

Az eszközt felszerelték az ESZU TZ (Единая Система Управления

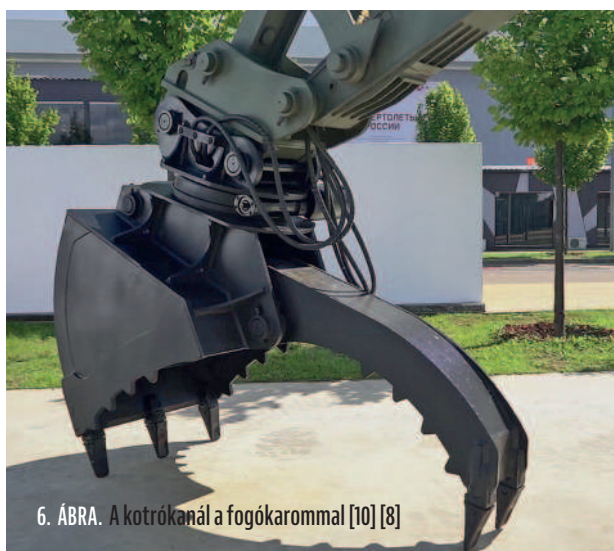
Maximális menetsebesség [km/h]	60 (közúton)
	34–45 (földúton/terepen)
Tolólap szélessége [mm]	3740–4500
Útépités (földút) [m/h]	100–500
Útépités (zúzott kő) [m/h]	100–350
Terepegyengetés tolólappal [m <sup>3</sup> /h]	400
Átjárónyitás sebessége tolólappal [km/h]	12
Hidraulikus bontókalapács üténergia [J]	2000
Tömeg (munkaszervekkel együtt) [t]	55
Gémkar kinyúlása [m]	max. 7
	7,5
Gémkar teherbírása [t]	4 (max. kinyúlásnál)
	0,85
Kotrókanál űrmérete [m <sup>3</sup> ]	250 (kanál kotróhelyzetben)
	100–120 (kanál ásóhelyzetben)
Földmunka [m <sup>3</sup> /h]	
Csőrlővel vontatható tömeg [kN]	250 (25 t)
Acélsodrony hosszúsága [m]	100
Acélsodrony átmérője [mm]	30

Тактического Звена) egységes harcászati kislegrész vezetési rendszer munkaállomásával (10. ábra), azon keresztül elektronikus úton történik a feladat vétele, a feladat végrehajtásának vezérlése és készütségének jelentése, a körülményekre vonatkozó adatok valós időben történő továbbítása, illetve a vezetési rendszerrel összekapcsolt többi eszközzel az együttműködés megszervezése.

A munkaállomás része egy digitális kommunikációs berendezés, amely rádióálcázás és frekvenciaugrások révén biztosítja a rádiókommunikáció zavarmentességét és magas szintű

3. TÁBLÁZAT.

Az UBIM főbb műszaki-technikai adatai és képességei (A szerző szerkesztése a [7] [11] [12] alapján)



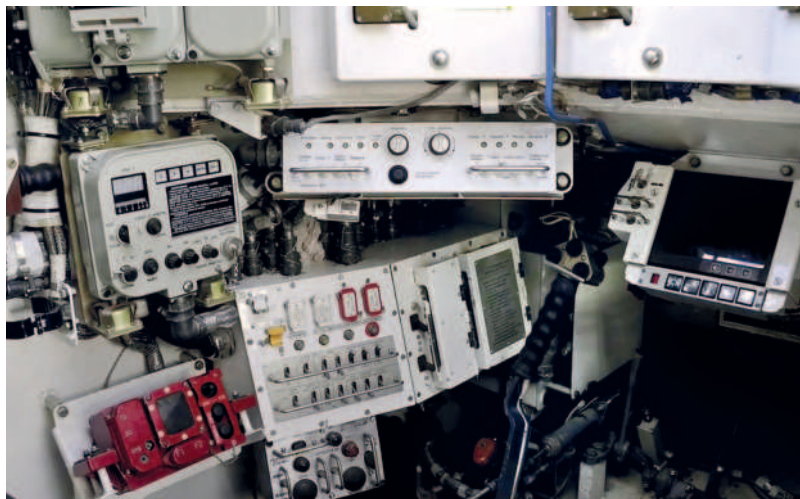
6. ÁBRA. A kotrókanál a fogókarommal [10] [8]



8. ÁBRA. Hidraulikus bontókalapács menethelyzetben [5] [8]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Дмитрий Валюженич: УБИМ, новая переработка опыта. <https://anna-news.info/ubim-novaya-pererabotka-opyta/> (Letöltve: 2023.11.6.);
- [2] Tóth András. Az orosz–ukrán háború páncélos tapasztalatai II. rész Haditechnika 58. évf. – 2023/5 pp. 31–32. [https://doi.org/10.23713/HT.57.5.07](https://doi.org/10.23713/HT.57.5.07;);
- [3] Farkas Zoltán. A világ legütőképesebb harckocsijai II. rész Haditechnika 58. évf. – 2023/5 pp. 18–19. [https://doi.org/10.23713/HT.57.5.04](https://doi.org/10.23713/HT.57.5.04;);
- [4] Military Today: T-90M Main battle tank <https://www.militarytoday.com/tanks/t90m.htm> (Letöltve: 2023.12.5.);
- [5] Бронированная инженерная машина – УБИМ, Уралвагонзавод. <https://www.youtube.com/watch?v=ezpFDslFIOY> (Letöltve: 2023.11.6.);
- [6] Armored Engineer Vehicles. <https://www.militarytoday.com/engineering.htm> (Letöltve: 2023.12.5.);
- [7] УБИМ – Универсальная бронированная инженерная машина [https://roe.ru/pdfs/pdf\\_7165.pdf](https://roe.ru/pdfs/pdf_7165.pdf) (Letöltve: 2023.11.6.);
- [8] Episode 181. The UBIM: super soldier of the engineer corps. <https://www.youtube.com/watch?v=da4tn1b8Yu8> (Letöltve: 2023.11.6.);
- [9] Алексей Карпычев: убим 0002. <https://www.youtube.com/watch?v=a9yhjNzhZtc> (Letöltve: 2023.11.6.);
- [10] UBIM universal combat engineer vehicle. <https://www.youtube.com/watch?v=s7zr7Jx1SAM> (Letöltve: 2023.11.6.);
- [11] Инженерный Журнал Рórum 2018. 4. szám p. 29. ISSN 2308-6033
- [12] Creation of combat space: 21 century military engineering vehicles 2014.11.05. TOP WAR Military Review Engineering troops and transport <https://en.topwar.ru/61675-sozdanie-boevogo-prostranstva-boevye-inzhenernye-mashiny-21-veka-postupayut-na-vooruzhenie.html> (Letöltve: 2023.11.6.).



9. ÁBRA. A vezérlőberendezések elhelyezkedése [5]

biztonságát, valamint legalább 20 km kommunikációs hatótávolságot. Továbbá a terepen történő pontos manőverezést lehetővé teszi egy modern navigációs rendszer, amelynek része a műholdas navigációs berendezés is.

ÖSSZEZÉS

Az új orosz többrendeltetésű munkagép sokoldalú alkalmazási lehetőséggel rendelkezik, és akár négyféle korábbi műszaki eszköztípust is képes pótolni. Kiváló a manőverező-képessége és a terepjáró képessége, a kezelőállomány számára megfelelő védelmet biztosító páncélvédeltsége és az önvédelmi fegyverrendszere révén minden katonai műveletben, akár különleges körülmények között is hatékonyan alkalmazható. Az UBIM más páncélozott műszaki munkagépekhez (AEV) (pl. a Magyar Honvédséghez hamarosan érkező WiSENT 2) képest

kisebb össz tömegű eszköz, azonban hasonló alapvető műszaki munkaképességekkel rendelkezik, és hasonló műszaki szakfeladatokat kell végrehajtania. Sajátos munkaszervekkel is felszerelték, amelyek a piacon kapható eszközöktől eltérően, egyedi tulajdonságokkal ruházzák fel: az említett műszaki gépek ugyanis nem rendelkeznek nagy teljesítményű bontókalapáccsal, illetve olyan speciális kialakítású, körkörös elforgatható kotró/fogó kanállal, amely valóban sokoldalúvá teszi az új orosz munkagép alkalmazását. A különböző rendszeresített munkaszervek cseréje gyorsan végrehajtható, az eszközökkel történő munkavégzés vezérlése akár a műszaki gép belső teréből is megvalósítható. A többrendeltetésű UBIM munkagép az Orosz Föderáció Fegyveres Erőinek műszaki csapatainak hatékony eszköze lesz a jövőben.



10. ÁBRA. A vezérlési rendszer munkaállomása [9]



11. ÁBRA. A munkavégzés vezérlése kamerakép segítségével a). Adatok és paraméterek manuális ellenőrzése b) [8]

1. ÁBRA.  
Az Aether S kutatórakéta  
még az indítóállványon,  
a motor begyűjtésének  
pillanatában  
(Fotó: BME Aerospace Team)

ILLYÉS ANDRÁS\* – MATÉCSA BARBARA\*\* – OLÁH ÁDÁM\*\*\* – PRINCZ KATALIN\*\*\*\* – SZILÁGYI-SÁNDOR ANDRÁS\*\*\*\*\*

# RAKÉTAFEJLESZTŐ MÉRNÖKHALLGATÓK A BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEMEN

## BME AEROSPACE TEAM ÉS AZ AETHER S KUTATÓRAKÉTA

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi (BME) egyetemen számos hallgatói közösség tevékenykedik, amelyek közül – a szó szoros értelmében – a BME Aerospace Team tűzte ki a legmagasabbra céljait, a csapat

ugyanis kutatórakéták fejlesztésével foglalkozik. Illyés András csapatvezető és Pálfi Bars főmérnök sokéves tapasztalattal rendelkezik a rakétechnikában; többek között az ő főszervezésükben valósult meg 2020-ban az első magyarországi CanSat verseny is. [1] 2021 szeptemberében

alapították meg a BME Aerospace Teamet, hogy a hasonló érdeklődéssel rendelkező egyetemisták az elméleti tudásukat átültethessék a gyakorlatba, ezzel bekapcsolódhassanak az európai és hazai űrszektor tevékenységébe. A BME Aerospace Team fő célja tehát, hogy utat nyisson a rakétatudományok iránt érdeklődő hallgatók következő generációjának. A csapat ezt a célt különféle fejlesztési projektekkel, valamint nemzetközi versenyeken történő megmérettetések segítségével kívánja elérni.

A kutatórakéták (sounding rocket) olyan, általában szilárd hajtóanyagú rakétamotor segítségével működő, egy- vagy kétfokozatú rakéták, amelyeket tudományos kísérletek légkörbe juttatására használnak. Némely kutatórakéta, a Kármán-vonalat átlépve elérheti a világűrt is, de a Föld körüli pályára állás/állítás legtöbbször nem része tudományos küldetésüknek. [2]

A BME Aerospace Team magját különféle műszaki és tudományos területeken tanuló hallgatók adják,

\* Villamosmérnök, MSc-hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Védelmi Innovációs Kutatóintézet, munkatárs. ORCID: 0009-0009-5143-6588

\*\* Csillagász, PhD-hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem. ORCID: 0009-0004-2364-0841

\*\*\* Állatorvostan-hallgató, Állatorvostudományi Egyetem. ORCID: 0009-0009-3072-0803

\*\*\*\* Közgazdász, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem alumna. ORCID: 0009-0009-3180-0645

\*\*\*\*\* Űrkutató, PhD-hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem. ORCID: 0000-0002-0006-6275

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A BME Aerospace Team egy innovatív hallgatói rakétechnikai csapat, amelynek Aether S kutatórakétája, hazánkban elsőként jutott fel 7000 méteres magasságra. Az Aether S legnagyobb elért sebessége 750 m/s (Mach 2,2) volt, amely európai sebességi rekord a hallgatói csapatok között. Rakétájukban emberi csontszöveti sejtekkel kísérleteztek, valamint egy légkörfizikai mérés is helyet kapott az eszközükben. Jelen tudományos közlemény a BME Aerospace csapatát, az Aether S fejlesztését, felépítését, repülési teljesítményét, valamint az eszköz belsejében zajlott tudományos kísérleteket mutatja be, ismeretterjesztő szándékkal.

**KULCSSZAVAK:** kutatórakéta, BME Aerospace Team, űripár, űrkutatás, Aether S, légkörfizika

**ABSTRACT:** The BME Aerospace Team is an innovative student rocketry team, the first in Hungary to reach an altitude of 7,000 meters with their Aether S sounding rocket. The Aether S achieved a maximum speed of 750 m/s (Mach 2.2), a European speed record for student teams. They experimented with human bone tissue cells in their rocket and also carried out an atmospheric physics measurement. This article – with an educational intent – describes the BME Aerospace Team, the development, construction and flight performance of the Aether S, and the scientific experiments it has carried out.

**KEY WORDS:** sounding rocket, BME Aerospace Team, space industry, space research, Aether S, atmospheric physics



2. ÁBRA.  
Farkas Bertalan  
kutatóúrhajós az Aether S  
projektbemutató eseményen  
(Fotó: BME Aerospace Team)



1. TÁBLÁZAT.  
Az EuRoC verseny kategóriái  
(A szerzők szerkesztése  
a [4] alapján)

Csúcsmagasság	3000 m		9000 m	
	COTS	SRAD	COTS	SRAD
Fejlesztési mód	Szilárd	S3-c S3	S9-c S9	
Hajtóanyag	Hibrid	H3-c H3	H9-c H9	
	Folyékony	nincs L3	nincs L9	

de a csapat integráns részét képezik a gazdasági és társadalomtudományi területekről érkező csapattagok is. A csapat 2021 őszén tűzte ki célul egy megközelítőleg 10 000 méteres csúcsmagasság elérésére képes hordozóeszköz megépítését (a rakétaplatform neve Aether S), valamint az azzal az eszközzel történő nemzetközi versenyzést a Portugál Űrügynökség által évente megrendezett European Rocketry Challenge (EuRoC) 2022. évi versenyén. [3]

A csapat életében – a 2021. őszi megalakulása után, de még a műszaki tervezés megkezdése előtt – egy kulcsfontosságú időszak következett: a közösségépítés és a tanulás időszaka. Előbbi, a közösségépítés alapvető a BME Aerospace Team esetében, ahol a cél a folyamatos, kiegyensúlyozott, kiváló teljesítmény. Utóbbi, a tanulás is kiemelendő, mert bár az egyes ta-

2. TÁBLÁZAT.  
Az 2. táblázat az EuRoC  
pontozási és díjazási  
kategóriái  
(A szerzők szerkesztése  
a [4] alapján)

Pontozási kategória	Díjazási kategória	Részpont
Technical Report	Technical Award	20%
Vehicle Design	Design Award	25%
Team Effort	Team Award	20%
Flight Performance	Flight Awards (S3, H3, L3, S9, H9, L9)	35%
Overall Winner	EuRoC Award	100%
Best Payload	Payload Award	külön díjazás

gok egy igen alapos felvételi eljárás útján kerülhettek a csapatba (illetve kerülhetnek a mai napig), ám a rakétaszpecifikus ismeretek átadása ezzel együtt is szükséges az új tagok számára. A legfrissebb versenyszabályzat ismerete ugyancsak elengedhetetlen a csapattagok számára.

Az Aether S rakétaplatform tervezésekor a műszaki szakmai szempontok, és a BME Aerospace Team elképzelései mellett figyelembe vettük az EuRoC versenyszabályzatát is. A versenyt két magassági kategóriában (3000 m és 9000 m csúcsmagasság) írják ki. A magassági kategóriák további felosztását a hajtóanyag típusa szerint különítik el: szilárd, folyékony, illetve hibrid kategória. További csoportosítást jelent az ún. COTS (Commercial Off-The-Shelf – kereskedelemből megvásárolt) és az ún. SRAD (Student Researched And Developed – saját fejlesztésű) eszközök megkülönböztetése. Az EuRoC verseny kategóriáit az 1. táblázat, míg a pontozási és díjazási kategóriákat a 2. táblázat tartalmazza.

A csapat az Aether S rakétával az S9 kategóriában történő versenyzés mellett döntött. A cél ennek keretében egy olyan szuperszonikus, szuborbitális kutatórakéta építése volt, amely repülése idején tudományos kísérleteket végez, illetve minél pontosabban éri el a talajtól számított 9000 méteres magasságot. A közel 3,5 méter hosszú, és hozzávetőleg 100 mm átmérőjű eszköz testében helyet kapott két tudományos kísérlet is, amelyeket a publikáció további részében is-

mertetünk. A fejlesztés több mint 70 támogató hozzájárulásával, és több mint 16 000 munkaóra befektetésével valósult meg.

A tervezés nyomán a gyártás, majd az összeszerelés után, 2022 októberében utaztunk ki az EuRoC versenyre Portugáliába, hogy első és egyedüli csapatként képviseljük Magyarországot és a Műegyetemet az EuRoC verseny 9000 méteres kategóriájában. Az Aether S kutatórakéta sikeresen teljesítette a Flight Readiness Review-t, amely során a szakmai zsűri többórás tüzetes vizsgálat alá vetette az eszközt. A rakéta az indítás kitűzött napján, a felbocsátási helyszínen a Launch Readiness Review-n is jól teljesített, így megkapta felbocsátási engedélyt. Ez a dokumentum igazolta, hogy a rakéta biztonságosan indítható, és nem jelent veszélyt a helyszínen tartózkodókra.

Az EuRoC versenyen időjárási (túl nagy szél) és légiforgalmi (utasszállító gépeket irányítottak a felbocsátási helyszín fölé) okok miatt az Aether S felbocsátása meghiúsult. Ezzel együtt is a versenyt a csapat 9000 méteres (S9, H9, L9 együtt) kategória 4. helyén zárta, valamint az összes résztvevő közül a Payload Award 3. helyezését értük el.

Az Aether S felbocsátására 2023 januárjában, Magyarországon került sor. A felbocsátás nagyszabású eseménye előtt a BME Aerospace Team projektbemutató eseményt tartott, ahol a támogatók, partnerek és érdeklődők kaptak betekintést a projekt részleteibe. (2. ábra)

Az Aether S felbocsátási kampánya 2023. január 25–27. között valósult meg a Magyar Honvédség Böszörményi Géza Csapatgyakorlótér Parancsnokság várpalotai nullponti löterén, a felbocsátásra január 26-án, délután 16:00 órakor került sor. A felbocsátás előkészítése a legnagyobb körültekintéssel mellett zajlott, már a megelőző napon, január 25-én megtörtént az eszköz összeszerelése, a rakétamotor integrálása, és minden berendezés tüzetes ellenőrzése. (1., 3–4., 6. ábrák)

Az Aether S felbocsátására 2023. január 26-án sikeresen került sor. A felbocsátásról készült videó online megtekinthető. [5] A felbocsátás során az eszköz 7000 méteres

csúcsmagasságot ért el, ezzel a BME Aerospace Team tudásunk szerint magyarországi magassági rekordot döntött, amatőr rakétafejlesztő csapat által fejlesztett eszköz, ilyen magasságba hazánkban korábban nem jutott. Kiemelendő továbbá, hogy a rakéta sebessége meghaladta a 750 m/s (Mach 2,2) értéket, amely tudásunk szerint európai sebességi rekord a diákcsoportok között, ugyanis az EuRoC-on versenyző csapatok ilyen sebességet eddig nem tudtak elérni. A csúcsmagasság tervezett csökkentésére (9000 m helyett 7000 m) a biztonsági zóna területének csökkentése érdekében volt szükség.

A felbocsátásból az Aerospace csapat nagyon sok értékes tapasztalatot szerzett, az eseményt követő heteket pedig a kamerák (pl. fedélzeti kamerák) felvételeinek, valamint a fedélzeti számítógépek adatainak elemzésével, különböző számítások elvégzésével töltöttük. A rendelkezésre álló információk alapján megállapítottuk, hogy a rakétatest egy pontja az emelkedés közben nem volt képes elviselni a legnagyobb dinamikus nyomás (*max q*) [6] állapotában fellépő erők okozta túlterhelést, így az eszköz maradó, bár egyszerűen javítható károkat szenvedve ért földet. Ugyanakkor a rakéta rendszereinek döntő többsége kiválóan vizsgázott, termékfejlesztési szempontból TRL9-es szintet [7] ért el – köztük az egyik legfontosabb rendszer, a fedélzeti elektronika, valamint a földi állomás is –, amelyek a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karának Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszékének szakmai támogatásával készültek. Sikeres vizsgáztak továbbá a rakéta strukturális rendszerei (a fentebb említett, azonosított hibán kívül), a hajtóműrendszerei, valamint a csapat szimulációs megoldásai is.

A BME Aerospace Team az Aether S felbocsátása óta a következő generáció, az Aether M fejlesztésén dolgozik, amelynek bemutatása 2024-ben várható. Az Aether M fejlesztési folyamatába integráljuk az Aether S fejlesztése során megszerzett tudást, de több új funkció is helyet kap majd az eszközben. Fejlesztéseinkről közösségimédia-felületeinken rendszeresen beszámolunk.



3. ÁBRA.  
Az indításra kész Aether S rakétát a csapattagok a felbocsátási helyszínre szállították (Fotó: BME Aerospace Team)

### AZ AETHER S KUTATÓRAKÉTA FELÉPÍTÉSE, MŰSZAKI PARAMÉTEREI

Az Aether S rakéta három modulra osztható fel: elülső modul (*forward module*), hasznos-teher-modul (*payload module*), hátsó modul (*aft module*). A rakétatest hat részből áll: orrkúp (*nose cone*), ejtőernyők és avionika tere (*recovery and avionics bay*), hasznos-teher-tér (*payload bay*), hajtóműtér (*motor bay*), vezérsíkok (*fin can*), farkkúp (*tail cone*). A rendszerek szempontjából vizsgálva a rakétát, öt egységet különböztethetünk meg: visszatérítő rendszer (*recovery system*), avionika-rendszer (*avionics system*), hasznos-teher-rendszer (*payload system*), hajtómű-rendszer (*propulsion system*), sárkány-szerkezet (*structural system*). (5. ábra)

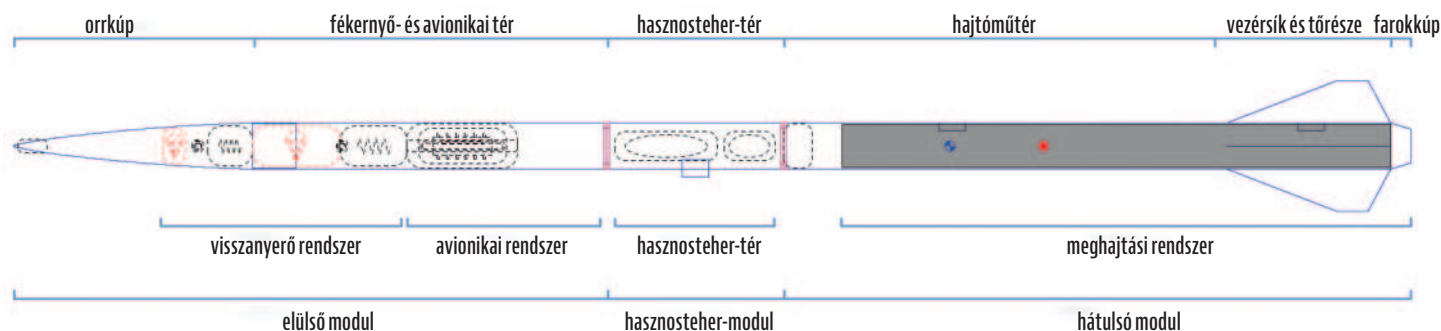
Az alábbiakban ismertetjük az Aether S néhány repülési paraméterét; az adatok a 9000 méteres felbocsátásra előkészített eszközre vonatkoznak. Korábban említettük már a rakéta hozzávetőlegesen 3,5 méteres hosszát, valamint körülbelül 100 mm-es átmérőjét, ugyanakkor egy további fontos paraméter a rakéta körülbelül 28 kg-os felszállótömege. A rakéta-motor égése során átlagosan körülbelül 3500 N tolóerőt biztosít, a várható égési idő 6 s körüli, így az összpulzus 21 000 Ns körül alakul. A várható legnagyobb sebesség a számítások alapján 700 m/s körüli (Mach 2,1), míg az indítóállványt az eszköz közel 50 m/s sebességgel képes elhagyni. Az állványelhagyási sebességnek fontos szerepe van a rakéta repülé-

sének stabilitásában, ám ugyanekkora – ha nem nagyobb – szerepet játszik a rakéta statikus aerodinamikai stabilitása.

Ahogy bármely légi jármű esetén, a rakéták felbocsátása előtt is az aerodinamikai statikus stabilitás vizsgálatakor két pont, a súlypont

4. ÁBRA.  
A rakéta elhelyezése az indítóállványon (Fotók: Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Kertész László)





5. ÁBRA. Az Aether S felépítésének modellje (A szerzők szerkesztése)

(Center of Gravity – **CG**), valamint a nyomásközéppont (Center of Pressure – **CP**) egymáshoz képesti helyzetét vizsgáljuk. [8] A CP pont a légerők egy pontba redukálásával adódik; és akkor szokás egy légi járművet stabilnak nevezni, ha a CG megelőzi a CP-t. A rakéatechnikában a CP – CG pontok távolságát, mint a stabilitásra jellemző mennyiséget szokás megadni, általában az átmérő többszöröseként. Ökölszabályként ismeretes, hogy a CP – CG távolságot az átmérő arányában érdemes 1,5 – 2 körül tartani. Az 1-es érték alatt a rakéta már nem minősül stabilnak, így természetesen nega-

tív érték esetében sem, amely már azt jelentené, hogy a CP előzi meg a CG pontot. Míg a 3-as érték fölött az eszközt az ún. **overstable** kategóriába szokás sorolni, ez sem kívánatos. Az Aether S ezen stabilitási értéke a 9000 méteres felbocsátás esetén 1,98 átmérő, így az ideális tartomány legstabilabb végén helyezkedik el.

#### FEDÉLZETI KÍSÉRLETEK

Az Aether S fedélzetén két tudományos kísérlet, egy orvosbiológiai és egy légkörfizikai is helyet kapott a 2022. októberi EuRoC verseny, valamint a 2023. januári magyarországi felbocsátás alkalmával. Ezek számára a rakéta középső részében, az avionika és a rakétamotor között kialakítottunk egy dedikált szekciót, az ún. **payload bay**-t (hasznosteher-tér). Itt a kísérletek igényei szerint alakítottuk ki az egyedi tartószerkezetet, valamint az elektronikus rendszert a kísérletek áramellátására és a mért adatok rögzítése érdekében.

Az orvosbiológiai kísérlet során az emberi csontállomány felépítéséért felelős sejtekhez (**oszteoblaszt sejtek**) nagyon hasonló, laboratóriumi körülmények között tenyésztett, ún. MG-63 sejtek életképességét vizsgáltuk. Ezek a sejtek különösen érzékenyek a mechanikai hatásokra, így ideális alanyok a repülés során fellépő fizikai tényezők (sebesség, gyorsulás, hőmérséklet-változás stb.) biológiai hatásának vizsgálatára.

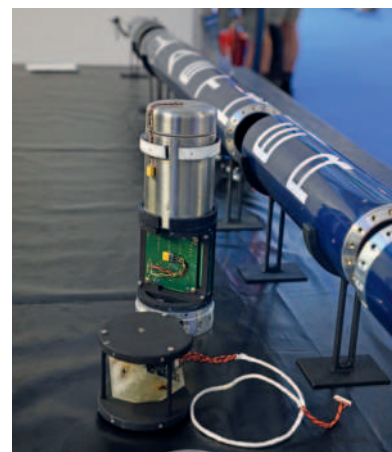
A kísérlet során a fent említett MG-63 sejtek egy felülethez tapadva élnek, és azon szaporodnak el. Jelen esetben ezt az életteret speciális, lezárható Petri-csészék jelentették, amelyek alsó lemezére ültettük a sejteket, és komplex élesztőfolyadékkal biztosítottuk az ideális életkörülmé-

nyeiket. Ennek megvalósításában a Semmelweis Egyetem Fogorvostudományi Karának Orálbiológiai Tanszéke volt segítségünkre.

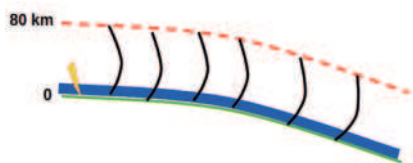
Tekintettel az emberi sejtek hőmérsékleti érzékenységre, és a 9000 méterre történő repülés során fellépő jelentős hőmérsékletváltozásra, kritikus fontosságú volt, hogy megfelelő termoregulációt alkalmazzunk. Eerre légmentesen záródó duplafalú, vákuumbélelt termoszt használtunk. A légmentes záródás a nyomásváltozások kiküszöbölése szempontjából is kiemelt fontosságú, ugyanis a nyomásváltozás is képes lenne károsítani a sejteket. Az orvosbiológiai kísérlet termosza a 7. ábrán látható. A termosz belsejében elektronikus rendszer figyelte és rögzítette a kulcsfontosságú paramétereket, mint pl. a hőmérsékletet és a nyomást. A vizsgálat célja, hogy megállapítsuk a repülés miatt bekövetkező sejtpusztulás mértékét. Ehhez a felbocsátás helyszínén alakítottunk ki egy ideiglenes labort, ahol számító-



6. ÁBRA. Az Aether S repülése a távoból, a rakéta és a lángcsóva hasonló hosszúságú (Fotó: Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Kertész László)



7. ÁBRA. Az orvosbiológiai kísérlet termosza, és a légkörfizikai kísérlet mérőrendszere (Fotó: BME Aerospace Team)



8. ÁBRA. A hullámfront a földfelszín közelében torzul (A szerzők szerkesztése)

géphez csatlakoztatott mikroszkóppal fényképeztük a sejteket a repülés előtt, és utána is. Ha a sejtet olyan hatások – esetünkben a kifejezetten nagy gyorsulás miatti erők – érik, amelyek miatt elpusztul, akkor az aljazaton elterülten élő MG-63 sejt leválik onnan, és a felületi feszültség hatása miatt gömbölyded alakra zsugorodva szabadon lebeg a tápfoliadékban. Így mikroszkóppal vizuálisan is könnyedén elkülöníthetőek az élő sejtek az elpusztultaktól, és összességében megállapítható, hogy a rakéta szenzorai által mért erők valójában milyen mértékű biológiai károsító hatással jártak az emberihez nagyon hasonló MG-63 sejtekre.

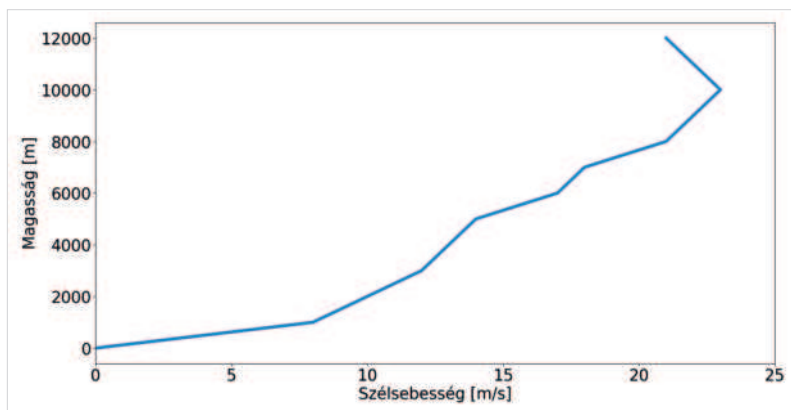
A légkörfizikai kísérlet célja a síkhullám-közelítés ellenőrzése a felszín-ionoszféra üregrezonátor (Earth-Ionosphere Waveguide – **EIWG**) alsó határfeltételének közelében, azaz a felszínhez közeli tartományon. [9] A földkéreg és az ionoszféra alsó régiói anizotróp véges hullámvezetőt képeznek az elektromágneses hullámok számára a DC (azaz 0 Hz) – **VLF** (Very Low Frequency, általában 3 – 30 kHz) frekvenciasávokban. [10] A magasabb frekvenciákat a jelen cikkben nem tárgyaljuk. A kísérlet során együttműködtünk az ELTE Űrkutató Csoportjával.

Az EIWG-ben terjedő hullámok mérése tudományos szempontból igen hasznos mérést jelent. Az ebben a gömbrétegben lévő természetes és mesterséges források (pl. zivatarok villámjai, kommunikációs antennák kisugárzott jelei), valamint a Föld körüli plazmakörnyezetből bejutó hullámok (pl. kórusok, whistlerek) a felszínen sok mérhető hullámot eredményeznek. Ezen alapul például a valós idejű villámdektálás, amely nagyban segíti a légi közlekedést. A mérés háromtengelyes vevőkészülékekkel valósítható meg, irányadatok az amplitúdóarányból és/vagy fázisból nyerhetők (**direction finding**). Ezeket

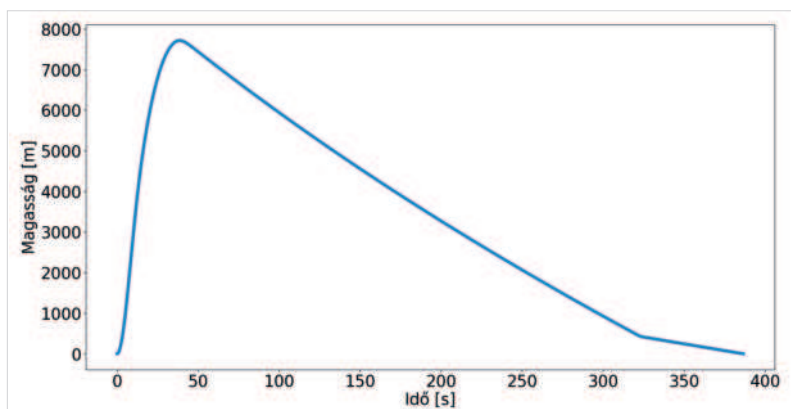
Időpont	Esemény	Megfigyelés
0 s	Indítás	A 11. ábrán látható a sebességnövekedés, a 12. ábrán a hatalmas gyorsulás.
~ 10 s	Rakétamotor kiégése, a rakéta repül tovább felfelé	A 11. ábrán sebességmaximum látható, a 12. ábrán ugrás és lecsengés figyelhető meg.
~ 40 s	Csúcsmagasság elérése, fékezőernyő nyitása	A 10. ábrán magasságmaximum látható, a 11. ábrán a sebesség lecsökkent, a 12. ábrán pedig látható egy gyorsulásbeli ugrás a fékezőernyő (drogue parachute) nyitásakor.
~ 325 s	Főernyő nyitása	A 10. ábra meredekségének változásán, valamint a 11. ábrán is látható a sebesség csökkenése, továbbá a 12. ábrán látható egy gyorsulásbeli ugrás a főernyő (main parachute) nyitásakor.
~ 385 s	Földet érés	Mindhárom ábra értékei egyaránt nullára csökkennek.

a mért adatokat síkhullám-leírású hullámterjedési modellekkel értelmezve azonban hamis képet kapunk. Az alsó határfeltétel (maga a földfelszín) véges vezető, ezért a síkhullám-közelítés ennek közelében torzul. (8. ábra) A **litoszféra** (a Föld külső, a kéregből és a felső földköpeny szilárd részéből álló kőzetburok) helyről változó geológiai felépítése (kristályos összetétel) határozza meg a torzulás mértékét. Például a villámok által keltett elektromágneses jelek, de a katonai VLF-adók jelei sem a fizikai modellnek megfelelően

viselkednek. A hullámfront torzulása a határfelület közelében fontos paraméter a pontos iránymérések szempontjából, a hullámfront torzultságát figyelembe nem vevő modelleken alapuló alkalmazások pontatlanok. A nem síkszerűségekre vonatkozó információk segítik az **ELF** (Extreme Low Frequency, általában 3–30 Hz) – VLF irányított hullámterjedés földi méréseinek jobb értelmezését az EIWG-ben. Ugyanakkor nagyon kevés (ha egyáltalán van ilyen) magasság szerinti mérés létezik a hullámfront **normálokról** (a hullám adott pont-

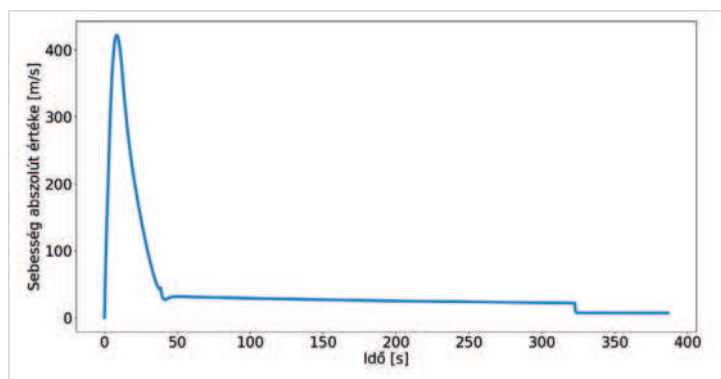


9. ÁBRA. A vízszintes átlagos szélsősebesség magasság szerinti eloszlásának modellje (A szerzők szerkesztése [11] alapján)



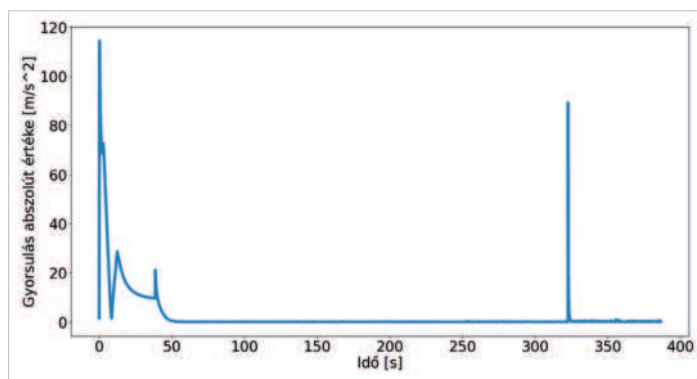
10. ÁBRA. Magasság – idő grafikon (A szerzők szerkesztése)

3. TÁBLÁZAT. Események az eszköz repülése közben (A szerzők szerkesztése)



11. ÁBRA.

Sebesség - idő grafikon abszolút értéke az eszköz függőleges tengely mentén  
(A szerzők szerkesztése)



12. ÁBRA.

Gyorsulás - idő grafikon abszolút értéke az eszköz függőleges tengely mentén  
(A szerzők szerkesztése)

jának terjedési irányáról), ez indokolja a kísérlet szükségességét.

A rakéta 9000 méteres csúcsmagasságig folyamatos méréseket végezve, éppen a legfontosabb tartományról (EIWG leginkább torzult tartománya) nyerünk információkat. A kísérletben gyűjtött szélessávú felvételek az ionoszféra-változások szempontjából pillanatnyi, így lehetőség nyílik e hatás magasság szerinti frekvenciafüggésének követésére.

A mérés elvégzésére készített műszer két fő részből áll: a SAS (*Signal Analyzer and Sampler*) magyar fejlesztésű műholdas adatrögzítőből, és az erre a célra elkészített antennákból, és előerősítőből. Ez utóbbi 3 db egymásra merőleges tekercs, közepén nagy permeabilitású maggal, amellyel DC-től 50 kHz-ig tudunk mérni. (7. ábra) A méréshez a repülő mérőrendszer mellett egy felszíni referenciamérés is tartozik, amely ugyanezt a konfigurációt jelenti a repülőmérés közelében, ám az 50 Hz-es

zajforrásoktól (hálózati áram) távol ponton elhelyezve.

### REPÜLÉSI TELJESÍTMÉNY

Egy rakéta tervezése mindig a szimulációval kezdődik, nem volt ez másképp az Aether S esetében sem. A szimulációk elkészítésére a kifejezetten rakéták szimulálására készített OpenRocket és RocketPy programokat, valamint saját Matlab és Python nyelven írt kódokat alkalmaztuk. Több szoftver használata lehetőséget biztosít a keresztvalidációra, saját kóddal kiegészíthetők az elérhető szoftverek hiányosságai.

A szoftverekben először is a rakéta geometriai modelljét alkottuk meg (hasonlóan a 5. ábrához), amely a valós rakéta egyszerűsített, matematikai reprezentációja. Az adott szcenáriónak megfelelő kezdeti és peremfeltételek, valamint a numerikus megoldó beállítását követően, a szimulációkat futtatva kaptuk meg a nyers szimulációs eredményeket.

Az adatok posztprocesszálását saját fejlesztésű algoritmusokkal végeztük, végül a vizualizáció során a rakéta trajektóriáját<sup>1</sup> mint térgörbét, szoftveren ábrázoltuk a könnyebb értelmezhetőség érdekében.

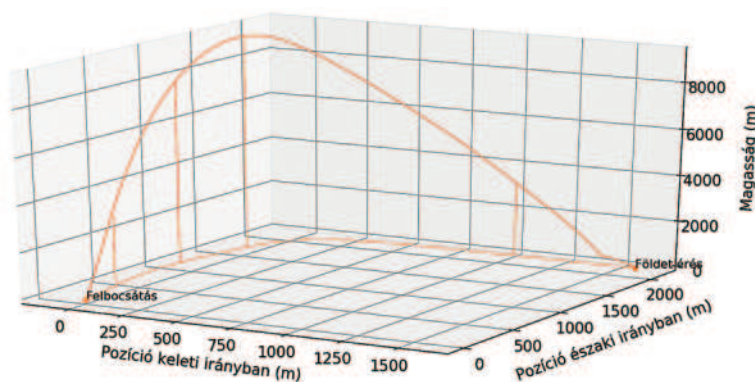
Ahhoz, hogy pontosan ki tudjuk számolni a rakéta röppályáját, egy szélmodellt is be kellett építenünk a szimulációnkba. Ehhez a 9. ábrán látható modellt használtuk.

Miután a szoftverben megterveztük és felparamétereztük a rakétát, szimuláltuk annak repülését. A 7000 méteres, hazai felbocsátás esetében kapott szimulációs eredményeket a 10–12. ábrák mutatják be, az adatok az eszköz függőleges tengelye mentén értelmezhetők.

A lehető legpontosabb szimulációk elkészítése fontos elemét képezi egy rakéta megtervezésének, és ez az EuRoC versenyen történő részvétel egyik feltétele is. A szélmodell helyett friss széladatokkal történő szimuláció pedig a felbocsátás előtti felkészülés egyik fontos mérföldköve. Később ezeket a szimulációs eredményeket a mérési adatokkal is összevetettük. A szimulációs eredmények grafikonjain a 3. táblázatban felsorolt eseményeket figyelhetjük meg.

A magasság, a sebesség és a gyorsulás időfüggvényei, valamint egyéb szimulációk mellett a szoftvereink alkalmasak a teljes röppálya-szimuláció elkészítésére is. Egy nominális repülési szcenárió szimulált röppályáját a 13. ábra mutatja.

13. ÁBRA.  
Nominális repülési szcenárió szimulált trajektóriája 6°-os zenitűz és 30 km/h-s oldalszél esetén, ejtőernyő használatával  
(A szerzők szerkesztése)



<sup>1</sup>A fázisér egy pontja leírja a rendszer pillanatnyi állapotát. A rendszer állapotának változását követve ez a pont elmozdul, és egy utat jár be. Ezt az utat trajektóriának (azaz pályának) nevezik.



A 2023. januári felbocsátás során mért adatokat három fedélzeti számítógép szolgáltatta. A valós repülési adatokat a leírtak szerint alapos vizsgálatnak vetettük alá. Tapasztalataink szerint a magasság, sebesség és gyorsulás időfüggvényeit nagy pontossággal közelítették szoftvereink, a legnagyobb eltérést a röppálya esetében találtuk. Ennek oka a szintúgy az első fejezetben részletezett rongálódás a rakétatesten, a legnagyobb dinamikus nyomás állapotában. Ettől kezdve az eszköz már nem az eredetileg számított/szimulált aerodinamikai paraméterekkel repült, így az eredeti röppálya-szimulációtól a valós röppálya eltért. Ezen eltéréssel együtt is az eszköz az előre kiszámított biztonsági zónán belül landolt. ■

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Somogyi Boglárka, Árok Péter. CanSat Hungary – először [http://www.urvilag.hu/almuk\\_a\\_vilagur/20200817\\_cansat\\_hungary\\_eloszor](http://www.urvilag.hu/almuk_a_vilagur/20200817_cansat_hungary_eloszor) (Letöltve: 2023.11.30.);
- [2] NASA: Types of Sounding Rockets <https://www.nasa.gov/soundingrockets/vehicles/> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [3] European Rocketry Challenge <https://euroc.pt/> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [4] European Rocketry Challenge: Rules & Requirements <https://euroc.pt/rules-and-requirements/> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [5] BME Aerospace Team: Aether S First Launch <https://www.youtube.com/watch?v=sNPKYbbFW5E> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [6] NASA: Dynamic Pressure <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/dynamic-pressure-2/> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [7] NASA: Technology Readiness Levels <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [8] NASA: Rocket Center of Pressure <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/rocket-center-of-pressure/> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [9] Wait, J. R. Mode Conversion in the Earth-Ionosphere Waveguide <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-3cc288ccf1e74c0d6d7a0c358e14388a/pdf/GOVPUB-C13-3cc288ccf1e74c0d6d7a0c358e14388a.pdf> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [10] Wait, J. R., Spies, K. P. Characteristics of the Earth-Ionosphere Waveguide for VLF Radio Waves <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/TN/nbstechnicalnote300.pdf> (Letöltve: 2023.11.30.);
- [11] Becker, S., Bruce, P. Experimental Study of Paraglider Aerodynamics [https://www.researchgate.net/publication/319702478\\_Experimental\\_Study\\_of\\_Paraglider\\_Aerodynamics](https://www.researchgate.net/publication/319702478_Experimental_Study_of_Paraglider_Aerodynamics) (Letöltve: 2023.11.30.) <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33674.16321>.

DR. LUKÁCS LÁSZLÓ

## Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig

„A mai műszaki katonai nemzedék, amely a jövőben a vezetésre hivatott, csak a múltból tanulhat. Aki pedig nem becsüli múltját, annak nincs jövője.” Jacobi Ágost utász ezredesnek, az I. világháborúban harcoló magyar műszaki katonáknak emléket állító 1938-ban megjelent könyvében (A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918. Közlekedési Nyomda K.F.T., Budapest) olvasható mondatai voltak azok, amelyek a jelen, valamint a korábbi két monográfia megírására ösztönözte a szerzőt.

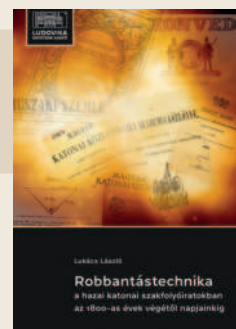
Dr. Lukács László az előző két könyvében a hazai katonai robbantástechnika fejlődéstörténetét dolgozta fel, az éppen érvényes (szabályzatokban, utasításokban foglalt) előírások alakulásán keresztül. (Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, Dialóg Campus, 2017; Szemelvények a hazai katonai robbantástechnika és a földalatti aknaharc fejlődéstörténetéből, Ludovika Egyetemi Könyvkiadó, 2023.) A hazai katonai robbantástechnika múltjának összefoglaló bemutatásából a szerzőnek már csak egyetlen adóssága maradt: a katonai szakfolyóiratokban megjelent korabeli cikkek, tanulmányok feldolgozása. A legújabb kutatások és gyakorlati tapasztalatok eredményeivel mindig a periodikákban találkozhattak/találkozhatnak először a szakemberek. A legjelentősebb szakmai kérdések később – jó esetben – bekerültek az újabb szabályzatokba is, de talán annál

is nagyobb jelentőségű e kiadványok megjelenésekor az olvasóik hivatalos előírásokon túlmutató szakmai ismereteinek elmélyítése, a legújabb információk, tapasztalatok, kipróbált és bevált új módszerek bemutatásával.

A neves szakember könyvében nagy történelmi kirándulásra invitálja az olvasót, a hazai katonai szakfolyóiratokban megjelent, robbantástechnikával foglalkozó cikkek világába, az 1800-as évek végétől napjainkig. A hazai szakfolyóiratok megjelenésének első akadályát a magyar katonai szaknyelv hiánya jelentette. Az első fejezetben – többek között – erről is olvashatunk.

A további fejezetekben három alfejezetre bontva követik egymást az adott témához kapcsolódó anyagok, amelyekben az 1945-ig, az 1945-től 1990-ig tartó időszakban, és az 1990-től napjainkig megjelent cikkek között szemlétett a szerző. Három különböző társadalmi rendszer, három hadseregének robbantástechnikai történelme elevenedik meg ezekben a fejezetekben, az általa felállított szakmai rendszerezés szerint. Olvashatunk a robbantóanyagokról, a robbanás irányított hatásáról, a szerkezeti elemek és építmények, továbbá a föld- és a sziklás kőzetek robbantásáról szóló anyagokat. A kötet utolsó fejezete egy szakmailag látszólag távol álló kérdéssel foglalkozik: a robbanás egészségügyi hatásait tárgyaló cikkek bemutatásával. E témaválasztásban Lukács László azon véleménye tükröződik, hogy a robban-

tástechnikával foglalkozó szakembereknek ismerniük kell úgy a robbanás során keletkező gázok mérgező hatását, mint a robbanóanyagok gyártása, kezelése, és az azokkal történő munkavégzés során betartandó munkaegészségügyi szabályokat. Ugyanígy fontos a robbanás emberi szervezetre gyakorolt hatásainak, a robbanás során keletkező sérülések megismerése, természetesen nem a sebész, hanem a parancsnok, a katonáiért felelős vezető szemzőgéből. A könyv a robbantástechnika kutatásával és fejlesztésével, a robbantás oktatásával, a kiképzéssel és a gyakorlati munkák kivitelezésével foglalkozó azon magyar műszaki katonáknak, szakembereknek kíván emléket állítani, akik értékes gondolataikat, eredményeiket a bemutatott szakfolyóiratokban osztották meg kortársaikkal. (L.L.)



A monográfia a Ludovika Egyetemi Kiadó gondozásában jelent meg, 432 oldal terjedelemben. E-könyvként beszerezhető: <https://webshop.ludovika.hu/termek/konyvek/hadtudomany/robbantastech-nika-a-hazai-katonai-szakfolyoiratokban-az-1800-asevek-vegetol-napjainkig/> Ára: 2223 Ft, a kiadó webshopjában: 1778 Ft.



BOZSÓ ISTVÁN\*

# A MŰHOLDAS FÖLDMEGFIGYELÉS TÖRTÉNELMI ÉS TECHNIKAI HÁTTERE

## BEVEZETÉS A TÁVÉRZÉKELÉSBE

A műholdas földmegfigyelés<sup>1</sup> történetének tárgyalása előtt érdemes megismernedni a távérzékelés<sup>2</sup> alapfogalmával, és a mögötte álló történelmi kontextussal. Képzeld el, hogy van egy céltárgy vagy felület (épület, híd, óceáni aljzat, repülőgép) aminek valamilyen tulajdonságát szeretnénk meghatározni, magához a céltárgyhoz azonban valamilyen ok miatt nem tudunk közvetlenül hozzáférni. Ha kibocsátunk egy hullámcsomagot, amely a világűrben, illetve valamilyen közegben (a Föld atmoszférája, víz, a szilárd Föld) terjedve eléri a céltárgyat, és a céltárgyról visszaverődve eléri a kibocsátás pontjához, a visszavert hullámcsomagot regisztrálva következtetni tudunk a céltárgy távolságára, sebességére és elektromágneses visszaverő képességére.

Konkrét példaként tekintsük egy repülőgép távolságának és sebesség-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A műholdas földmegfigyelés olyan távérzékelési technika, amely rendkívül jó felbontással képes bolygónk felszínének térképezését elvégezni, illetve a felszínen bekövetkezett változásokat nyomon követni. A műholdas felvételek elkészítése, feldolgozása és elemzése mára az emberiség egyik alaptervekenységének tekinthető, amely nagy mennyiségű adatot szolgáltat polgári (alapkutatási, ipari) és katonai felderítési tevékenységek elvégzéséhez. A szerző ennek a technológiának a történelmi és technikai hátterébe kívánja bevezetni az olvasót.

**KULCSSZAVAK:** távérzékelés, űrtechnológia, történelem, műholdak, földmegfigyelés

**ABSTRACT:** Satellite earth observation is a remote sensing technique that is capable of mapping the surface of our planet and tracking the changes that occur on the surface with very high resolution. Today the acquisition, processing and analyzing of satellite images became one of the fundamental activities of humanity that supplies and augments civil (basic research, industry) and military intelligence activities with large volumes of data. The author wishes to introduce the reader to the historical and technical background of this technique.

**KEY WORDS:** remote sensing, space technology, history, satellites, earth observation

ének meghatározását valamilyen földi radarállomás felhasználásával. Ebben az esetben egy antenna által kibocsátott elektromágneses hullámcsomag terjed a céltárgy felé, ami jelen esetben egy személyszállító repü-

lőgép. A kibocsátott elektromágneses hullámcsomag eléri a repülőhöz, amellyel valamilyen módon kölcsönhatásba lép. Ritkább esetben a céltárgy a hullámcsomag szempontjából egy tökéletesen visszaverő felület,

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

<sup>1</sup> A szakirodalomban: satellite Earth observation.

<sup>2</sup> A szakirodalomban: remote sensing.

Alkalmazási terület	Közeg és a terjedő hullámfajta	A távérzékelési módszer leírása
Az óceán / tengerfenék topográfiájának meghatározása [2]	A tenger, illetve az óceán vize és a benne terjedő nyomáshullámok (hanghullámok).	Az óceáni, illetve a tengeri aljzat és a felmérést végző vízi jármű (hajó, drón) távolságának meghatározása, és a meghatározott távolságok segítségével az aljzat domborzatának térképezése.
Földradar <sup>4</sup> [3]	A Föld kérge, és a benne terjedő elektromágneses hullámok.	A földkéreg szerkezetének vizsgálata a földfelszínen mozgó eszköz által kibocsájtott mikrohullámokkal. Behatolási mélység: néhány méter.
LiDAR (Light Detection and Ranging) [4]	A Föld légkörében terjedő optikai (lézer) jelek (hullámok).	A Föld felszíne felett 10-500 méter magasságban repülő platform (repülőgép, UAV) lézerimpulzusokat bocsát ki. A felszíni tárgyakra (lombkorona, épület, domborzat) visszaverődött lézerimpulzus detektálásával létrehozható a földfelszín modellje.
Orvosi képalkotás	A levegőn és a páciens testén áthaladó röntgensugárzás vagy ultrahanghullámok.	A páciens testét röntgensugárzással több szögből és magasságból átvilágítva, képalkotó módszerrel 3D-s modell alkotható az átvilágított testrész szerkezetéről. Az emberi testen belül ultrahang alkalmazásával „üregek” felderítése, illetve a különböző szervrendszerekről képalkotás lehetséges.

ekkor a hullámcsomag a céltárgyról visszaverődve visszaérkezik az antennához. Általános esetben a céltárgy a beérkező hullámcsomag energiájának csak egy részét fogja visszaverni az antenna felé, a fennmaradó energiának egy részét elnyeli, egy másik részét más irányokba szórja. Az antennába visszaérkező hullámcsomagot regisztrálva, és a regisztrált jelet feldolgozva tudunk következtetni a céltárgy különböző tulajdonságaira. Ha ismerjük a hullámterjedés sebességét, akkor a hullámcsomag ún. kétutas futási idejéből<sup>3</sup> ki tudjuk számolni a repülő és az antenna távolságát. Mozgó céltárgy esetén a hullámcsomag frekvenciája, a Doppler-effektus hatására [1], változni fog a visszaverődés során. A frekvencia-változás mértékéből következtetni lehet a céltárgy antennához viszonyított sebességére. Ismerve az általunk kibocsátott hullámcsomag energiáját, és megmérve a visszavert hullámcsomag energiáját, a két energia hányadosából következtethetünk a repülő elektromágneses visszaverő képességére.

A terjedő hullám forrása szerint beszélhetünk aktív és passzív távérzékelésről. Aktív távérzékelés esetén a hullámcsomagot mesterségesen állítjuk elő (pl. radarantenna), míg a passzív esetben valamilyen természetes hullámforrás által generált és a céltárgyról visszaverődött hullámokat érzékelünk (pl. a Nap által kibocsátott elektromágneses hullámok, amik a Föld felszínéről verődnek vissza).

A repülőgépek és egyéb tárgyak azonosítására alkalmazott radartechnika csak egy példája a távérzékelésnek. A távérzékelés fenti leírásának legtágabb értelemben vett értelmezése szerint további néhány példa található az 1. táblázatban.

### ATMOSZFÉRIKUS „ABLAKOK”

Mielőtt röviden ismertetnénk a műholdas földmegfigyelés történetét, érdemes megvizsgálunk azt a kérdést, hogy egyáltalán miért lehetséges az űrből a Föld felszínének és atmoszférájának vizsgálata. A kérdés sokkal kevésbé triviális, mint azt elsőre gondolnánk, ugyanis hullámhosszától függően, a Föld légköre képes részlegesen vagy teljesen elnyelni az elektromágneses sugárzás energiáját. Hogy az adott hullámhosszon a beérkező elektromágneses sugárzás energiáját milyen mértékben nyeli el a Föld légköre, az ún. atmoszférikus átlátszatlansággal (más néven: légköri opacitás<sup>5</sup>) jellemezhetjük. Az atmoszférikus átlátszatlanság értéke 0 és 1 között változhat, amelyet százalékban is kifejezhetünk. Ha egy adott hullámhosszon az atmoszférikus átlátszatlanság 100%, akkor a légkör a beérkező elektromágneses sugárzás energiáját teljes mértékben elnyeli (abszorpció), ha 0%, akkor a légkör az elektromágneses sugárzás energiáját gyakorlatilag nem nyeli el. Amennyiben pl. 20%, akkor a beérkező energia kb. 1/5-ét nyeli el a légkör. Azon hullámhossz-tartományokat,

ahol az atmoszférikus átlátszatlanság értéke kb. 0–20%, légköri vagy atmoszférikus „ablakoknak”<sup>6</sup> nevezzük. Ezek a hullámhossz-tartományok a Nap és más ember által készített berendezések (Föld – űrhajó kommunikáció) elektromágneses sugárzása számottevő elnyelődés nélkül képes áthalolni a Föld légkörén, és a Föld felszínéről visszaverődve a világűr irányába terjedni, és a visszavert sugárzás érzékelhető valamilyen űreszközökkel. Az 1. ábra szemlélteti a légköri ablakoknak tekinthető hullámhossz-tartományokat.

### A FÖLDMEGFIGYELÉSRŐL

Földmegfigyelés alatt, legáltalánosabban olyan tevékenységek halmazát értjük, amelyek célja adatok gyűjtése a Föld légkörében, felszínén és belsejében zajló fizikai, kémiai, és biológiai folyamatok állapotáról és dinamikájáról annak érdekében, hogy ezeket a folyamatokat jobban megértsük. Az adatgyűjtési folyamat a legtöbb esetben műholdra felszerelt távérzékelési eszközökkel zajlik, földmegfigyelési tevékenységként szokás kategorizálni, azonban számos in situ<sup>7</sup> végzett meghatározását különböző paramétereknek (pl. felszíni meteorológiai állomások által mért csapadékmennyiség, hőmérséklet, páratartalom).

Amennyiben a fenti legáltalánosabb definíciót alkalmazzuk azt mondhatjuk, hogy a földmegfigyelés kezdete a 17. századra datálható. 1643-

1. TÁBLÁZAT. Néhány példa a távérzékelés különböző alkalmazási területeire

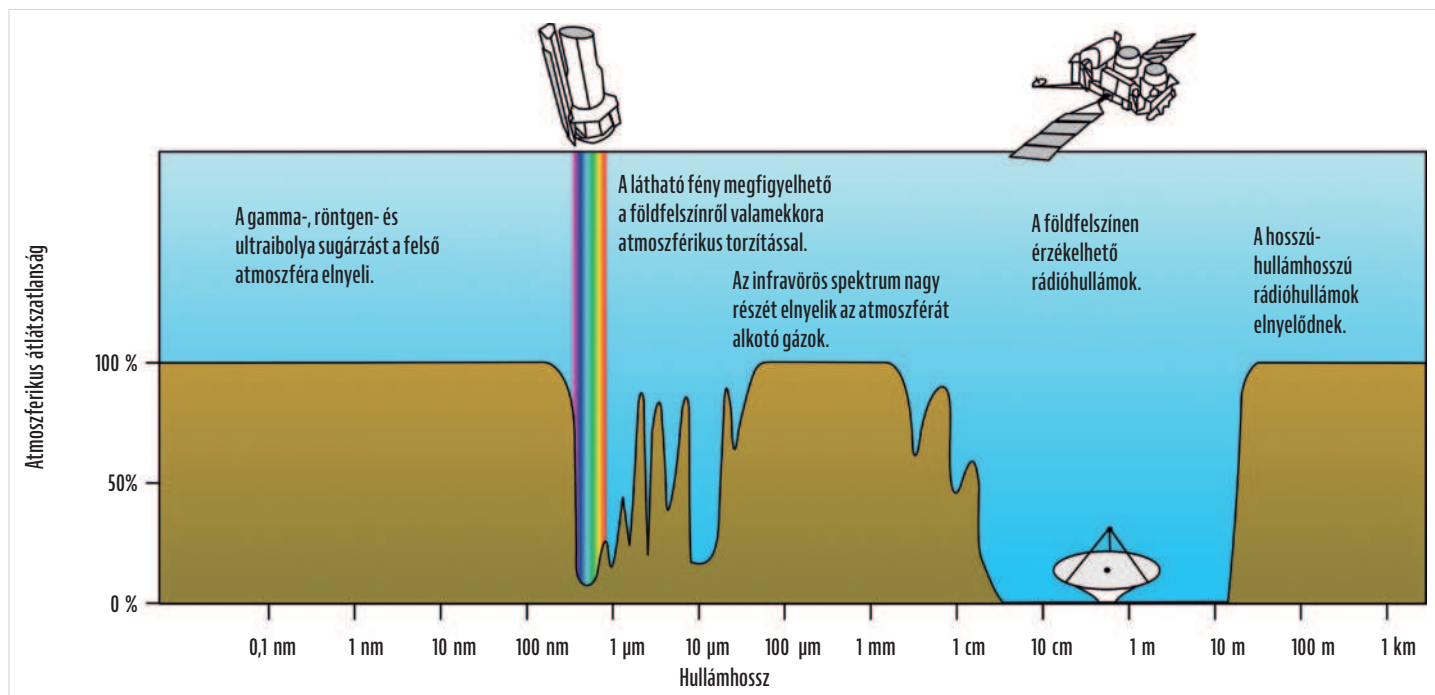
<sup>3</sup> A kétutas futási idő alatt azt az időtartamot értjük, ami alatt a hullámcsomag eléri a céltárgyat, és visszaérkezik a vevőkészülékbe.

<sup>4</sup> A szakirodalomban: Ground Penetrating Radar.

<sup>5</sup> A szakirodalomban: atmospheric opacity.

<sup>6</sup> A szakirodalomban: atmospheric window.

<sup>7</sup> Az *in situ* latin kifejezés, szó szerinti jelentése (adott) pozícióban, (adott) helyen. Olyan mérési technikákat jellemez, amelyek a vizsgált jelenség közvetlen közelében képesek információt szolgáltatni a jelenség paramétereiről. Bizonyos értelemben a távérzékelés „ellentettje”.



1. ÁBRA. A Föld légkörének ún. atmoszferikus átlátszatlansága az elektromágneses sugárzás hullámhosszának függvényében (Forrás: a szerző szerkesztése az [5] alapján)

ban készítette el ugyanis Evangelista Torricelli<sup>8</sup> olasz természettudós az első barométert, amellyel megfigyelhette a légnyomásváltozásokat. Torricelli eszköze az első in situ mérése volt a Föld atmoszféra egyik paraméterének, így az egyik első földmegfigyelési eszköznek is tekinthető.

**FÖLDMEGFIGYELÉS A KEZDETEKTŐL NAPJAINKIG**

A távérzékelésen alapuló földmegfigyelés kezdete a légi fotózás kezdetével hozható kapcsolatba. Az első légi fotó elkészítése Gaspard-Félix Tournachon<sup>9</sup> francia léghajós nevéhez fűződik, aki elsőként készített Párizsról légi fotókat 1858-ban. A légi fotózás elterjedése és fejlődése az I. világháború idejére tehető, ugyanis a háború végéhez közeledve az összes harcban álló fél rendszeresen alkalmazott felderítő repülőgépekre erősített kamerákat az ellenség állásainak és hadműveletinek felderítésére. A II. világháború idejére a légi fotózáson alapuló felderítés a katonai hírszerzés elemi részévé vált. Ezután a technikai újítások célja a felderítő gépek repülési magasságának és sebességének növelése volt annak érdekében, hogy elkerüljék az ellenség általi detektálást és elfogást. Ezek

a fejlesztések az Amerikai Egyesült Államok légereje által használt SR-71 Blackbird kémrepülőgépben (2. ábra) csúcsosodtak ki, amely kb. 25 kilométeres magasságban, a hang 3,2-szeres sebességével volt képes repülni, valamint fénykép- illetve radarfelvételeket készített ellenséges stratégiai célpontokról. Az első Blackbird egység 1968-ban, Vietnám felett végzett katonai felderítést, otthona a Japánban található Kadena légi bázis volt. Az ezt követő 30 évben a Blackbird kémrepülőök több mint 3551 felderítő missziót teljesítettek a Közel-Kelet, Európa és Ázsia felett, egészen 1998-ig. Akkorra a kémrepülőök működtetése túl költségesnek bizonyult, miközben a kémholdak és a felderítő drónok költséghatékonyan voltak képesek elvégezni a szükséges katonai felderítési feladatokat. [6]

**AZ ŰRKORSZAK**

A 20. század azonban nem csak a repüléstechnikában hozott forradalmi újításokat. A II. világháború után kialakult kétpólusú világban a két szuperhatalom, az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió hatalmas erőforrásokat mozgósított rakéta- és űrtechnológiai áttörések elérése érdekében. Az ún. űrverseny első mérföldkövének

a Szputnyik-1 űrszonda Szovjetunió által történt pályára állítása tekinthető. A szondát (3. ábra) – amelynek egyetlen funkciója egy rádiójel folyamatos sugárzása volt a 3 hónapos élettartama alatt –, a szovjetek 1957. október 4-én állították pályára. [7] [8; 749-750. o.] Nem sokkal a Szputnyik fellövése előtt, 1957. augusztus 21-én, a szovjetek a világ első interkontinentális ballisztikus rakétáját is sikeresen tesztelték (Intercontinental Ballistic Missile – ICBM). Az a tény, hogy a szovjetek képesek voltak az Egyesült Államok előtt kifejleszteni és tesztelni egy interkontinentális ballisztikus rakétát, valamint pályára állítani egy műholdat, megrázta a nyugati világot. A két sikeres kísérlet ténye nemcsak azt jelentette, hogy a műhold- és rakéatechnológiában a szovjetek előrébb tartanak, hanem azt is, hogy képesek ICBM-mel a világ bármely pontján atomfegyvert bevetni. Válaszul az amerikaiak 1958-ban kifejlesztették a saját interkontinentális ballisztikus rakétájukat, illetve akkor már folyamatban volt a második és a harmadik generációs ICBM-ek kifejlesztése is. Az USA 1958. február 1-én pályára állította az első műholdját, az Explorer-1-et, amely az első ku-

<sup>8</sup> Evangelista Torricelli (Faenza, 1608. október 15. – Firenze, 1647. október 25.) itáliai fizikus és matematikus. Felfedezte, hogy a vákuumos vízszivattyúban a folyadék a levegőoszlop súlyának nyomására emelkedik fel, ez alapján készítette el az első higanyos barométert, amivel elsőként mérte meg a levegő nyomását.

<sup>9</sup> Gaspard-Félix Tournachon (1820. április 5. – 1910. március 20.), álnévén Nadar, francia fotós, karikaturista, újságíró, író, léghajós.

tatóműszerekkel ellátott műhold volt, [8; 160–162. o.] majd ugyanazon év október 1-én létrehozta a Nemzeti Űrhajózási és Repülési Hivatalt (National Aeronautics and Space Administration – NASA). Ezzel a döntéssel leválasztották a polgári űrrepülési programok kezelését a Védelmi Minisztériumtól (Department of Defense). Valójában ekkor indult el az űrverseny az Egyesült Államok és a Szovjetunió között.

Fontos megjegyezni, hogy a tanulmány eddigi részében elsősorban a földmegfigyeléssel kapcsolatos technikai eszközök katonai alkalmazásait hangsúlyoztuk, mivel az esetek többségében a technológiai áttöréseket a hadászati alkalmazások motiválták. Természetesen az említett technikai fejlesztések polgári alkalmazása is elkezdődött, általában nem sokkal a haditechnikai alkalmazások elterjedését követően.

A műholdas földmegfigyelés kezdete az űrverseny kezdetével hozható összefüggésbe. A rakéatechnika fejlődésével egyre gazdaságosabban, és megbízhatóbban lehetett különböző műholdakat föld körüli pályára állítani. Természetesen a rakéta- és műholdtechnika fejlődését szintén a katonai alkalmazások motiválták. Kéműholdak segítségével lehetségessé vált olyan stratégiai célpontok megfigyelése, mint az ICBM-ek kilövésére szolgáló infrastruktúra, a fegyverraktárak, az atomerőművek vagy a logisztikai központok. A kéműholdak, amelyek élettartama az alacsony pálya miatti légköri súrlódás következtében csak hónapokban volt mérhető, sok szempontból előnyösebbek voltak a kémrepülőgépeknél, mivel sokkal kisebb volt az elfogás kockázata, illetve önműködő eszközök lévén, nem volt szükség tapasztalt pilóták életének kockáztatására.

Nem váratott magára sokáig azonban a békés, polgári alkalmazásokat célzó műholdak megjelenése. Az első meteorológiai műhold a NASA által tervezett és pályára állított TIROS-1 hold volt (Television and Infrared Observation Satellite), amelyet 1960. április 1-én bocsátottak fel. [8; 769–771. o., 9] A TIROS-1 műholdat tv-kamerákkal és infravörös érzékelőkkel szerelték fel, amelyekkel



képes volt a Föld légkörében zajló folyamatok (pl. ciklonok kialakulása és mozgása) megfigyelésére. A műhold sugározta le az első, világűrből készített fényképet bolygónkról (5. ábra), amely meggyőzően demonstrálta a műholdas távérzékelés hasznosságát a meteorológiai és földmegfigyelési alkalmazások területén. A TIROS-1 műholdat további műholdak követték, 1960 és 1966 között összesen 13 TIROS típusú műholdat állítottak pályára. [8; 769–771. o.]

A TIROS műholdsorozatra a Szovjetunió válasza a Kosmosz elnevezésű program volt, amelynek keretében 16 év alatt (1962–1978) mintegy 1000 db műholdat állítottak Föld körüli pályára. A műholdak által szolgáltatott adatok felhasználásával vizsgálni lehetett a Föld felső, ionizált légkörét, az ún. ionoszférát, és a Föld mágneses tere által kialakított sugárzási öveket, illetve lehetőség nyílt napmegfigyelésre is. A Kosmosz-program eredményeként továbbá rengeteg geofizikai (a Föld mágneses terének és sugárzási öveinek vizsgálata), geodéziai (navigációs kísérletek), biológiai (élő szervezetek viselkedése súlytalanságban) és csillagászati ( kozmikus objektumok sugárzásának vizsgálata) tanulmány született, de a program keretét biztosított új, addig nem tesztelt, űrtechnológiák kipróbálására is, valamint, a tapasztalatok alapján azok továbbfejlesztésére. [8; 350–370. o.]

A földmegfigyelő műholdak azonban nem csak az említett alapkutatási tevékenységeket képesek kiszolgálni nagy mennyiségű adattal. A NASA és az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának (United States Geological Survey – USGS) kollaborációjában útjára indított Landsat (eredeti nevén Erőforrás Kutató Műhold, Earth Resources Technology Satellite – ERTS) földmegfigyelő programjának első műholdját 1972. július 23-án állították pályára. A program célja a Föld felszínének vizsgálata, és a földi erőforrások felkutatása. A Landsat műholdak a Föld ugyanazon területéről 18 naponként készítettek felvételt a zöld (0,47–0,575  $\mu\text{m}$ ), a sárgászöld (0,58–0,69  $\mu\text{m}$ ) optikai, és közeli infravörös (0,69–0,83  $\mu\text{m}$ ) hullámhosszakon, hullámhossztól függően 40–80 méteres felszíni felbontással. [8; 380–381. o.] A műholdak által szolgáltatott felvételek segítségével kiválóan vizsgálhatók voltak pl. a szonnövények fejlődési fázisai, az erdőtüzek terjedési irányai, valamint az árvizek és egyéb természeti katasztrófák lefolyása. A Landsat-program napjainkban is tart, jelenleg két Landsat műhold (Landsat-8, Landsat-9) készít a Föld felszínéről felvételeket. (6. ábra)

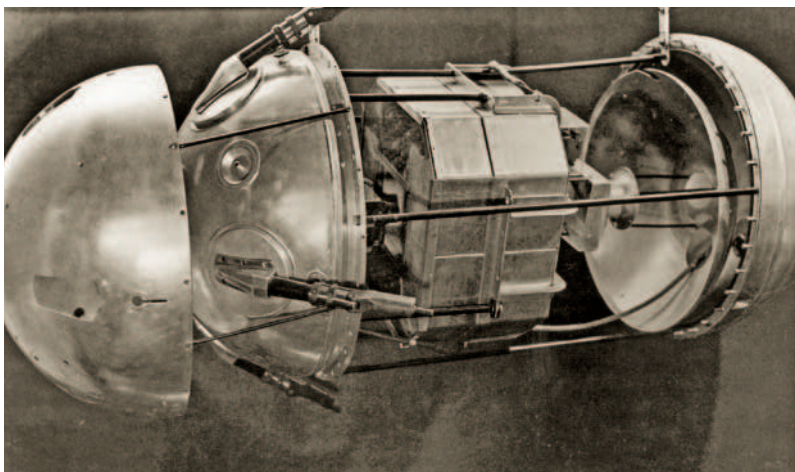
A TIROS-, a Kosmosz- és a Landsat-program úttörőnek számított a műholdas földmegfigyelés szempontjából. A kezdeményezések bebizonyították, hogy bolygónk és

**2. ÁBRA.**  
Az Amerikai Egyesült Államok légereje által alkalmazott SR-71 Blackbird kémrepülőgép [6]

3. ÁBRA.

A Szputnyik-1 műhold belső felépítése.

A Szputnyik-1 sikeres fellövésével és műholdpályára állításával elkezdődött az űrkorszak, és az űrverseny a Szovjetunió és az Amerikai Egyesült Államok között [7]



kozmosz környezetünk megismeréséhez rendkívül nagy mértékben képesek ezen űreszközök hozzájárulni. Az 1960–70-es évek földmegfigyelő műholdprogramjait számos további program követte, amelyek egyre fejlettebb és fejlettebb műholdas, felvételezési és kommunikációs technikai megoldásokat alkalmaztak, növelve a műholdképek felszíni felbontását. Az egyre fejlettebb felvételezési műszerekkel lehetségessé vált a képpalkotás az optikai és az infravörös spektrum további hullámhossztartományain is. A rakéatechnológia fejlődésével egyre gazdaságosabbá vált a műholdak Föld körüli pályára állítása, így idővel a földmegfigyelő műholdak száma is növekedésnek indult. Mára már kb. 1000 db-ra tehető a Föld körül keringő földmegfigyelő

műholdak száma, ha ideszámítjuk az ún. CubeSat<sup>10</sup> típusú műholdakat is. Az Európai Bizottság által felügyelt és az Európai Unió tagállamok, illetve az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) által megvalósított Kopernikusz (Copernicus) program a modern földmegfigyelés egyik legsikeresebb kezdeményezése. [11] A Kopernikusz programban pályára állított Sentinel elnevezésű műholdak adatai teljesen szabadon hozzáférhetőek bárki számára. A Sentinel műholdcsalád által szolgáltatott gigászi adatmennyiség (naponta 12 terabyte adat keletkezik) nagymértékben elősegíti a különböző alaputatásokat, továbbá számos startup és hagyományos földmegfigyelési adatokra támaszkodó cég szükségleteit szolgálja ki.

### MAGYAR TÁVÉRZÉKELÉSI ÉS ŰRTECHNIKAI FEJLESZTÉSEK

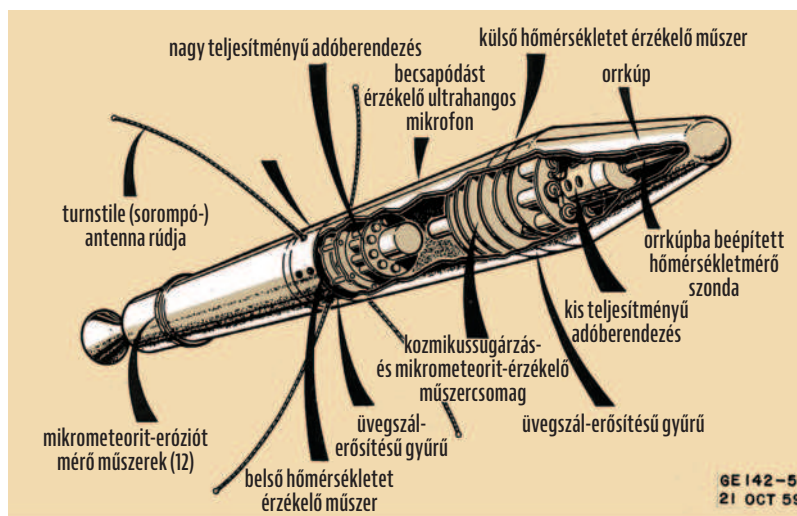
Tanulmányunk további részében azokat a távérzékelés és űrtechnológia történetéhez kapcsolódó magyar tudományos kutatásokat és technikai fejlesztéseket mutatjuk be, amelyek nem kapcsolódnak közvetlenül a földmegfigyelés történetéhez.

A magyar távérzékelés egyik legkiemelkedőbb eseménye a Bay Zoltán vezetésével végrehajtott első sikeres európai holdradarkíséret volt. 1946. február 6-án a Bay Zoltán által vezetett kutatócsoport saját fejlesztésű radarberendezéssel rádióhullámokat bocsátott ki a Hold felé. Az égitestről visszaverődött hullámokat regisztrálva és a kétutas futási időt kiszámítva meghatározták a Föld–Hold távolságot. [12] Ez a sikeres kísérlet tekinthető a magyar űrtevékenység kezdetének. Ugyanezt a kísérletet – a Föld és a Hold közötti távolság megmérést – sikeresen megismételte a HM Technológiai Hivatal elektronikai fejlesztési osztálya – Balajti István mk. alezredes javaslatára – egy P–18 típusú lokátorral, Bay Zoltán születésének századik, és a Haditechnikai Intézet (MH HTI) megalakulásának nyolcvanadik évfordulója alkalmából, 2000. október 12-én, Budapesten. [13]

1957-ben, Almár Iván vezetésével összesen négy optikai megfigyelő-állomás létesült Magyarországon (Baján, Budapesten, Miskolcon és Szombathelyen) a mesterséges holdak (szputnyikok) pályájának megfigyelése érdekében. Ezzel párhuzamosan a Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) is elkezdődött a műholdak rádiós megfigyelése. 1961-ben Ferenc Csaba vezetésével megalakult a BME hallgatókból álló Rakéatechnikai Tudományos Diákkör (TDK). A TDK tagjai (Bechtold Béla, Beöthy Mihály, Drahos Dezső, Ferenc Csaba, Gschwindt András, Horváth Ferenc, Major László, Pap László, Pápay Zsolt, Tarcsai György, Tarkovics Sándor) rakétakíséretek hajtottak végre, és aktívan vettek részt űreszközök tervezésében, a műholdak rádiós megfigyelésében. 1966-ban saját fejlesztésű vevőműszerrel

4. ÁBRA.

Az első sikeres amerikai műhold, az Explorer-1 szerkezeti ábrája (A szerző szerkesztése a [16] alapján)

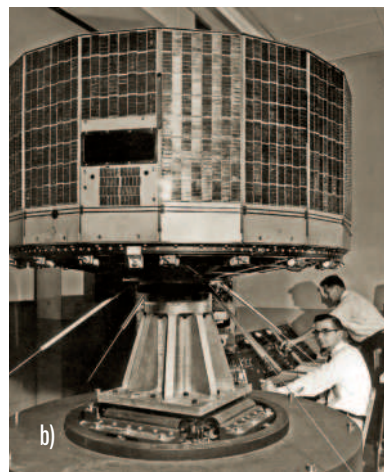


## EXPLORER I

<sup>10</sup> Cubesat: Kis méretű (10 cm élhosszúságú) kocka alakú, rendkívül olcsón elkészíthető műhold, amelyet nagy számban lehet pályára állítani.

kezdték el fogni és feldolgozni a meteorológiai műholdak képeit, útjára indítva a magyar műholdas meteorológiát. [14]

Magyarország 1967-ben írta alá a szerződést, amely biztosította a magyar mérnökök és kutatók részvételét a szocialista országok összefogásával létrejövő Interkozmosz programban, amelyben a Magyar Tudományos Akadémia több intézete is részt vett. A program keretében 1979-ben megkezdődött Magyarország egyes területeinek űreszközökkel és repülőgépekkel történő megfigyelése is. [15]



5. ÁBRA. 1960. április 1-én a TIROS-1 műhold által készített felvétel a Földről a) és a TIROS-1 műhold a laborban b) [9]

### ÖSSZEFOGLALÁS

A műholdas földmegfigyelés történetének főbb mérföldköveinek és technikai hátterének összefoglalása során talán sikerült rávilágítanom arra, hogy ezen távérzékelési technikával alapvető információhoz juthatunk az emberiség bolygónkon végzett számtalan tevékenységéről. A műholdas képek alapján becslés adható egy adott

terület várható hozamára, azonosítható egy erdő valamilyen betegséggel sújtott területe, vizsgálhatók a bányászat miatt végbemenő felszíni folyamatok. A műholdas földmegfigyelés lehetőséget nyújt továbbá a Földön végbemenő folyamatok mélyebb megismerésére is, segítségével pontosabban előrejelezhető az időjárás, de vizsgálható a Föld élővilága is,

pl. megbecsülhető az óceánban vagy tengerben élő fitoplanktonok tömege. A 20. század (űr)technológiájának és technikai fejlesztéseinek köszönhetően a 21. századra a műholdas földmegfigyelés az emberiség egyik alaptevékenységévé vált, amely alapvető – és adott esetben rendkívül részletes – adatokat szolgáltat a bolygónkról és a civilizációnkról.

6. ÁBRA. Budapestről készült Landsat-8 hamis színezésű kompozit kép [10]

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Skolnik, M. I. (1962). Radar handbook;
- [2] „Az óceánfenék megismerése és térképezése.” 2008.09.14., [ishm.elte.hu/hun/dolgozo/marton/tevil/tevil.htm](http://ishm.elte.hu/hun/dolgozo/marton/tevil/tevil.htm) (Letöltve: 2023.11.21.);
- [3] „Ground Penetrating Radar (GPR).” US EPA. 2023.05.30., [www.epa.gov/environmental-geophysics/ground-penetrating-radar-gpr](http://www.epa.gov/environmental-geophysics/ground-penetrating-radar-gpr). (Letöltve: 2023.11.21.);
- [4] Verőné Wojtaszek, Malgorzata. Fotointerpretáció és távérzékelés 3., A lézer alapú távérzékelés. Nyugat-magyarországi Egyetem (2010);
- [5] Forrás: „Radio window – Wikipedia.” [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Radio\\_window&oldid=1183265195](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Radio_window&oldid=1183265195) (Letöltve: 2023.11.23.);
- [6] „The SR-71 Blackbird: The Super Spy Plane That Outran Missiles.” 2016.10.21. <https://nationalinterest.org/blog/the-sr-71-blackbird-the-super-spy-plane-outran-missiles-18142> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [7] A Szputnyik-1 műhold belső felépítése. „How Sputnik 1 launched the space age.” Cosmos, 2021.04.20., [www.cosmosmagazine.com/space/how-sputnik-1-launched-the-space-age](http://www.cosmosmagazine.com/space/how-sputnik-1-launched-the-space-age) (Letöltve: 2023.11.21.);
- [8] Almár Iván, Horváth András (1981) Űrhajózási lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest (1981). ISBN 963-05-2348-5;
- [9] A TIROS-1 műhold által készített felvétel a Földről (balra) és a TIROS-1 műhold a laborban (jobbra) 1960. április 1-én. „Observing Weather From Space | METEO 3: Introductory Meteorology.” [www.e-education.psu.edu/meteo3/15\\_p2.html](http://www.e-education.psu.edu/meteo3/15_p2.html). (Letöltve: 2023.11.21.);
- [10] „Budapest, Hungary - Image of the Week - Earth Watching.” <https://earth.esa.int/web/earth-watching/image-of-the-week/content/-/article/budapest-hungary> (Letöltve: 2023.12.18.);
- [11] „Copernicus Programme - SentiWiki - Confluence” <https://omcs.atlassian.net/wiki/spaces/CSWK/pages/407404661/Copernicus+Programme> (Letöltve: 2023.11.24.);
- [12] Péter N. (2021) 75 éve végezte Bay Zoltán holdradarkísérlését – a magyar űrtevékenység kezdetei és jelene. Ludovika Egyetemi Kiadó. <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/18544> (Letöltve: 2023.11.22.);
- [13] Prokob Tibor – Buza Tibor. A Föld-Hold-távolság megmérése: Bay Zoltán születésének 100. és a HTI megalakulásának 80. évfordulójára – Az 1946-os Holdradar-kísérlés megismétlése mai eszközökkel. Fizikai Szemle, LI. évf. 2001/3. pp. 94–96.;
- [14] „A magyar űrkutatás kezdetei.” <https://mek.oszk.hu/02100/02185/html/630.html> (Letöltve: 2023.11.23.);
- [15] „Magyar részvétel az Interkozmosz programban, a fontosabb magyar kutatási eredmények.” <https://mek.oszk.hu/02100/02185/html/631.html> (Letöltve: 2023.11.27.);
- [16] Forrás: NASA/Marshall Space Flight Center gyűjtemény. <https://www.nasa.gov/history/stories-of-missions-past-early-explorers/> (Letöltve: 2023.11.27.).





KOVÁCS PÉTER\*

# LÁNCTALPAS BULDÓZEREK A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

SPECIÁLIS KIKÉPZÉS AZ MH II. RÁKÓCZI FERENC 14. MŰSZAKI EZREDNÉL

1. ÁBRA.  
CASE 1650M  
lánctalpas  
buldózer [9]

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A gépesítés, a munka egyszerűsítése mindig is fő szempont volt mind a civil, mind a katonai területen. Manapság számos olyan technikai újítás, modern eszköz került hadrendbe, amelyek lényegesen meggyorsítják a feladatok végrehajtását, sőt a munkagépek kezelése, működtetése is a kezelő kényelmét szolgálja. A régi eszközök közül ugyan sok még ma is hadra fogható állapotban van, az idő múlásával azonban a korábbi eszközparkot fokozatosan felváltják a kor elvárásainak megfelelő, modern műszaki eszközök. Ez utóbbiak immár egy korszerű, új értékrendet képviselnek.

**KULCSSZAVAK:** Szentes, lánctalpas bulldózer, gépkezelői tanfolyam, gyakorlótér

**ABSTRACT:** Mechanization, automatization, work-simplification have always been main aspect and approach in civilian and military scope as well. Nowadays many technical development and modern device has been regularized what speeds the assigned work up, even handling and functions are to serve the comfort of the operator. It is not an exaggeration to say that these technologies represent a higher level of value. Old fashioned vehicles – many of them are still operational in the system – get less and less attention, they are being replaced progressively with state-of-the-art equipment which meets age expectations over time.

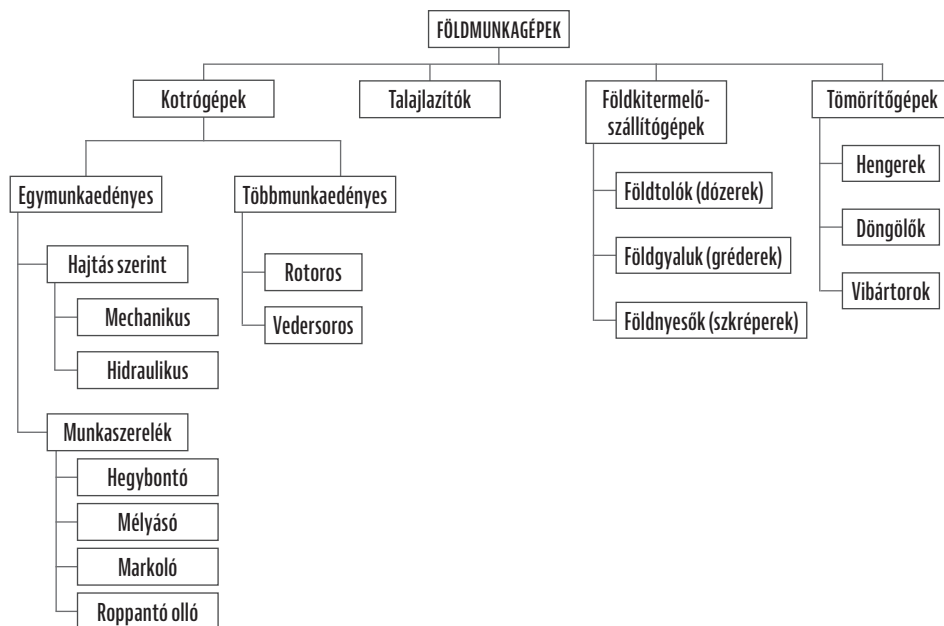
**KEYWORDS:** Szentes, tracked bulldozer, operator course, training field

## A FÖLDMUNKAVÉGZÉS CÉLJA

A civil életben a földmunkavégzés legfőbb célja a minőség és a termelékenység, összegezve: a teljesítmény növelése. Katonai vonatkozásban a földmunkavégzés célja a katonai feladatok sikeres végrehajtása, a csapatok túlélőképességének fokozása. Ennek egyik alapvető eszköze a korszerű, gazdaságosan üzemeltethető a technika és a műszaki környezet. A gépek alkalmazása mindig is egyszerűsítette a termelési, kivitelezési folyamatokat, csökkentette és megkönnyítette az emberek fizikai munkáját, és ezáltal racionalizálta a szükséges emberi erőforrásigényt. A feladat nagyságához és pontos végrehajtásához minden

\* Főhadnagy,  
MH II. Rákóczi Ferenc  
14. Műszaki Ezred  
Műszaki Támogató  
Zászlóalj, Műszaki Építő  
Század. ORCID: 0009-  
0001-6477-1897





talajlazítók, földkitermelő-szállítógépek és tömörítőgépek. (2. ábra)

Definíciójuk szerint földmunkagépeknek nevezzük azokat a motorikus hajtással ellátott vagy vontatott munkagépeket, eszközöket, amelyek a talajjal kapcsolatos kitermelő, rakodó, szállító és elhelyező vagy beépítő tevékenységet végzik. [1] [2]

Katonai területen az út- és állásépítő gépek a mozgástámogatás, az erődítési munkálatok és az erők védelme szempontjából fontos eszközök. Eredményesen használhatók a csapatok által elfoglalt vagy számukra kijelölt állások, terepszakaszok, körletek, vezetési pontok különböző építményei alapgödreinek, valamint fegyverek és technikai eszközök tüzelőállásainak, fedezékeinek földkitermelési és kőzetmunkái során. Ezen gépek többségét az építőipari gépek és a nagy teljesítményű, katonai célra kifejlesztett gépek alkotják. [3] [12]

Az út- és állásépítő gépek mindkét feladatkörben alkalmazhatók. Ezek a típusok elsősorban hadiutak építésére, javítására, karbantartására, megrongált közforgalmi utak helyreállítására szolgáló műszaki gépek, amelyek állásépítő kotrógépként földkitermelésre és rakodásra, alapgödörök, árkok, fedezékek készítésére alkalmasak. A ladás földgyalu a vonalas földmunkák – például útépités, gátépítés – alapgépe. Az útépitő gépekhez sorolhatók még az útprofilozók, az út-

hengerek és a talajszaggatók. Katonai szempontból fontos követelmény a nagy teljesítmény és a nagyfokú mozgékonyosság. [4] [12]

A hatékony, gazdaságos munkavégzés érdekében – legyen szó akár civil területen végzett munkafolyamatokról, akár a katonai műszaki területen végrehajtott feladatokról – elsődleges fontosságú, hogy a részfolyamatokat egymással összehangolva hajtsák végre, valamint ezen részfolyamatokat sorozatos utóellenőrzés kövesse a művelet sor folytonossága érdekében. A földmunkagépek tevékenységük során a következő munkafolyamatokat képesek elvégezni, amely az eszközök kialakítását tekintve specifikusan egy-egy típusra értendő munkafolyamatokat takarnak. A földmunkagépek a munkavégzésük során képesek a föld kitermelésére, amelynek műveletelei a lazítás, bontás, kiemelés, nyesés, munkaeszköz-megtöltés, szállítóeszközbe töltés vagy depóniába halmozás, amelyet kitermelő géppel, vagy egyéb szállító járművel képesek a célterületre szállítani. A folyamat sorrendiségét tekintve képesek a szállított anyag (törmeléken, szemcsés, porított) lerakására, annak beépítésére, valamint az utómunkák elvégzésére, amelyek elsősorban a profil kialakítását, egyengetését foglalják magukba.

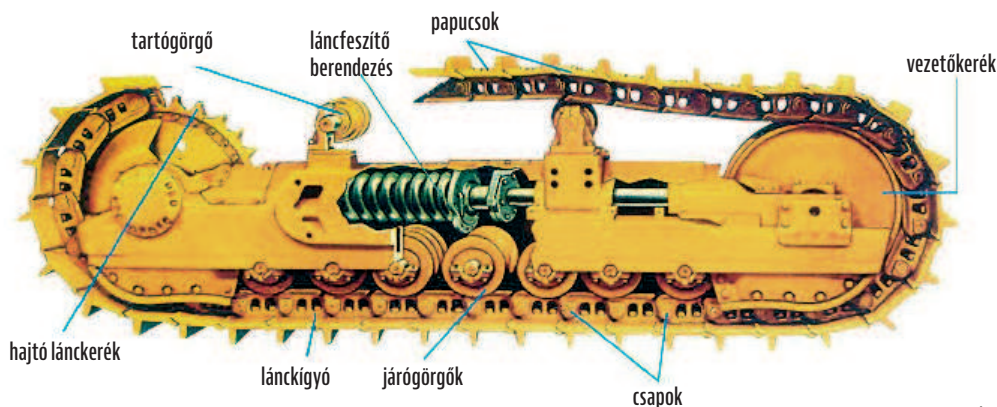
Jelen tanulmány címében említett munkagép, a lánctalpas buldózer a földkitermelő-szállítógépek csoport-

2. ÁBRA.  
Földmunkagépek  
rendszerinti  
csoportosítása  
[1, 20. o.]

esetben a legmegfelelőbb adottságú gép kiválasztása szükséges. Az építőipari gépesítés jól kapcsolódó gépláncok alkalmazását és optimális szervezését igényli. Az idő- és munkaigényes tevékenységek gépesítése akkor válik gazdaságossá, ha az a korábbi technológiánál gyorsabban és hatékonyabban végezhető, miközben az így felszabaduló munkaerőt más feladatok végrehajtására lehet felhasználni.

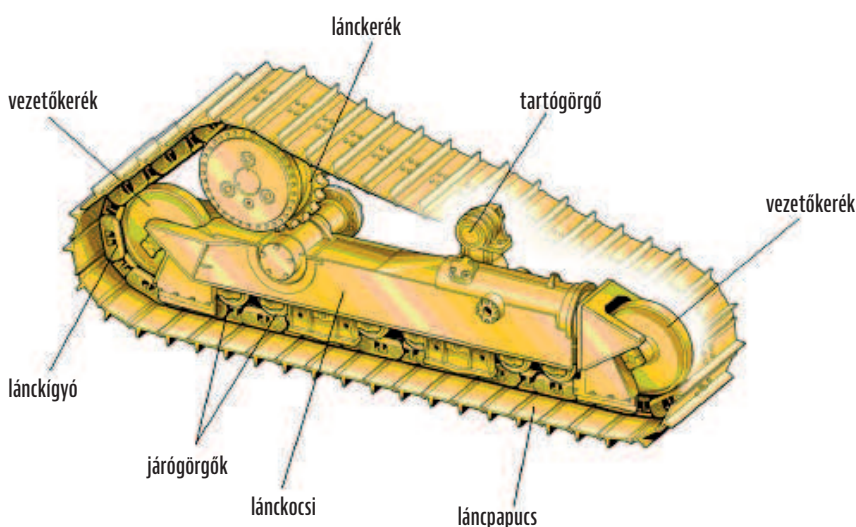
### RENDSZERTANI BESOROLÁS, OSZTÁLYOZÁSI ALAPELVEK

A tanulmány az építőipari gépek csoportjába tartozó mélyépítőipari gépek alcsoportján belül, a földmunkagépek részcsoportjára fókuszál. Ez a részcsoport a mélyépítőipari alcsoport legnépesebb családját alkotja. [1] A részcsoport 4 fő típusból áll: kotrógépek,



a)

b)



3. ÁBRA. Az ovál és a delta hajtású lánctalp felépítése [1; 96-98.o.]

jába tartozik. A csoport definíciója szerint a munkagép vagy munkaeszköz mozgása során a fejtés, nyesés a gép haladása közben, azzal azonos sebességgel történik, a gépre me-reven szerelt munkaeszköz, vágóél segítségével. [1, 83. o.] [6] Rendszer-tani szempontból további alcsoportokra tudjuk bontani a földkitermelő-szállító eszközöket. A puttonyos, ládás gépek, azaz szkréperek (angolul: scraper), amelyek a lenyesett földet a szállítódobozukban a beépítés helyére képesek szállítani. A csoportba tartoznak továbbá a vágóéllal ellátott gépek, amelyek a lenyesett földet rövid távolságon a beépítés helyére képesek tolni, ezek a földtológépek, más néven dózerek, illetve a finomabb munkálatok elvégzésére alkalmazott földgyalugépek, más néven gréderek (angolul: grader).

Munkaszervezés szempontjából az alábbi előnyök szólnak a csoport tagjait képező munkagépek igénybevétele mellett: néhány kivételtől el-

tekintve önjáró kivitelben készülnek, amely egyben a gépek nagyobb mozgékonyágát is jelenti, ezért a földtolók és ládás földgyaluk használatok egyszerűbb a munkához való előkészület. Különösen fontos szempont, hogy aránylag magas teljesítőképességgel rendelkeznek, a kezelőszemélyzet viszonylag csekély igénybevétele mellett.

A földtológépek, dózerek traktorra, vagy más speciális vontatóra függesztett kivitelben készülnek. A dózerek önállóan is képesek földmunkát végezni, vagy géplánccban más gépekkel együtt dolgozni. A földtológép munkavégzése közben lenyesí, szállítja és elteríti a talajt. A talajnyesési művelet végrehajtásakor a tolólap vágóéle belemélyed a talajba, miközben a gép folyamatosan előrehalad. A tolólap süllyesztését hidraulikus rendszer biztosítja. A hidraulikus működtetés egyik előnye, hogy a vágóél bemélyítését a tolólap tömegén kívül a munkahengerek segítségével a gép töme-

ge is elősegíti. [1, 85. o.] A lenyesett talaj a vágóél előtt torlódik, eközben torlasztási prizmat képez. A nyesési folyamat addig tart, amíg a prizma el nem éri a tolólap legfelső szélét. Ekkor a vágóélt kiemelik a talajból, és a dózer előrehaladása közben a gép a talajprizmat az ürítési helyig mozgatja, közben elteríti. A munkavégzés közben fellépő negatív következmény lehet, hogy a gépek földszállítási tevékenysége rossz hatásfokú, mert nagy a szállítási ellenállás, és a talajvesztés. Ennek ellenére kisebb földszállítási távolság (100 m távolságig) esetén ez a földmunkamódszer is gazdaságosnak tekinthető.

A járószerkezet kialakítása szerint megkülönböztetünk lánctalpas és gumikerekes kivitelben készült gépeket. Mindkét típus rendelkezik előnyös és hátrányos tulajdonságokkal. A lánctalpas járószerkezet előnyeikhez tartozik a nagy felfekvő felület, ezáltal a kis fajlagos talajnyomás előidézése. Az ilyen eszközök – a járófelület kialakításának köszönhetően – viszonylag nagy vonóerőt képesek kifejteni, továbbá nem elhanyagolható tény a jó stabilitás elérése. Alkalmazásuk korlátozó tényezőit tekintve a lánctalpas kialakítás kizárólag a terepen történő munkavégzést teszi lehetővé, de a munkagép ott is csak korlátozott sebességgel képes közlekedni. Önálló közúti forgalomba nem vonható, szállítása kizárólag a hatályos szabályzóknak megfelelő kapacitással bíró szállítószervelettel lehetséges.

A lánctalpas járószerkezetek felépítésük alapján az ovál és a delta csoportba sorolhatók. (3. ábra) Dózerek esetében – előnyeik és hátrányaik mérlegelésével – mindkét típust alkalmazzák.

A gumikerekes kivitel előnyeikhez tartozik a nagyobb sebesség elérése, ezáltal a munkavégzés intenzitása is magasabb. Munkavégzés közben kevésbé roncsolódik a talaj felső felülete. Hátrányai közé sorolható azonban, hogy a gumikerekek hatására nagyobb a munkagép fajlagos talajnyomása, továbbá a munkavégzés során nehezebb terepen csökkenhet a gép stabilitása.

A földtolók, vagy más néven dózerek tovább osztályozhatók az eszközök teljesítménye alapján. [5] Ennek megfelelően öt osztályt különböztetünk meg:



4. ÁBRA. D-493/A lánctalpas bulldózer [7]

- Kis méretű dózerek (25 kW teljesítményig);
- Könnyű dózerek (25–60 kW teljesítményig);
- Közepes dózerek (60–120 kW teljesítményig);
- Nehéz dózerek (120–250 kW teljesítményig);
- Különösen nehéz dózerek (250 kW teljesítmény felett).

További osztályozási módszer a munkaszerv rögzítési módja szerinti csoportosítás. [2; 9. o.] Ennek megfelelően megkülönböztetünk:

- nem elfordítható munkaszerveket (fix rögzítésű);
- elfordítható munkaszerveket (univerzális tololapú).

Az eddigiekben elsősorban a dózerek tololapjára, mint munkaszerelekre fókuszáltunk, azonban számos típusuk rendelkezik egy úgynevezett talajlazító szereléssel is, amelynek elsődleges feladata a kötött, kemény vagy fagyos talaj megbontása, fellazítása, amelyből következik, hogy kisebb nyelési erőttel kell kifejtene a munkagépnek a tololap vágóélére, így a fellazított anyag mozgatása könnyebbé válik. A talajszaggató munkaszervek függesztett kiegészítő eszközök. [1; 111. o.] A szerelék alapja egy hegesztett keret vagy váz, amelyre típustól függően rögzítik fel a talajszaggató késeket. A kések végén – a fokozott igénybevételből adódó kopás csökkentése érdekében – erősített körmök találhatóak. A keretre szerelt

kések mozgatása hidraulikusan történik. Osztályozási szempontból a talajszaggatók behatolási mélységének függvényében megkülönböztetünk sekély (300 mm alatti), közép mély (300–500 mm közötti) és mély (500 mm feletti) lazítókat. Dózerek esetében túlnyomórészt az utóbbi két típus fordul elő, amelynek fő oka a nagy munkamélység elérése, és a minél nagyobb átlazított talajkeresztmetszet. A közép mély és mély megmunkálás miatt a legtöbb típust 1–3 talajszaggatókéssel szerelik fel. Ebben az esetben a kések osztástávolsága viszonylag nagy. A talajszaggató kések a folyamat során megemelik, felszakítják a talajt, amelynek következtében a rögzződés esélye megnő, a fellazított terület egyenletlenné válik. A fellazított terület felülete, a talajemelés és a rögzződés esélyének növekedése nagyban függ a kések alakjától.

### A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN RENDSZERESÍTETT FÖLDMUNKAGÉPEK

A következőkben három olyan típust – a D-493/A lánctalpas bulldózert, a TG 220B lánctalpas bulldózert, valamint egy új típust, a CASE 1650M típusú lánctalpas bulldózert – hasonlítunk össze, amelyek jelenleg is megtalálhatók a Magyar Honvédség technikai állományában. Az első két típus bemutatása során csak a legfontosabb műszaki és teljesítményadatokat ismertetjük. Ezen eszközök ugyan hadra fogható állapotban vannak, de



5. ÁBRA. TG-220B lánctalpas bulldózer [8]

egyre kevesebb figyelmet kapnak, mert az új típusú, a közelmúltban rendszeresített CASE 1650M lánctalpas bulldózerek a Magyar Honvédség több szervezetében is hadrendbe álltak. Az utóbbi típusból három eszköz 2019 nyarán, a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében érkezett a MH II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred jogelőd szervezetéhez, az MH 37. II. Rákóczi Ferenc Műszaki Ezredhez. Az eszközöket elsősorban mozgástámogatási feladatok végrehajtása során alkalmazzák. Az ezred legnagyobb gépparkkal rendelkező alegységei a hídépítő zászlóalj és a műszaki támogató zászlóalj. A két régi típus megtalálható a hídépítő zászlóalj állományában, míg a műszaki támogató zászlóalj rendelkezik D-493/A, valamint CASE 1650M típusú lánctalpas bulldózerekkel is.

A D-493/A lánctalpas bulldózer (4. ábra) rendeltetésének megfelelően útépítési feladatok során a durva

1. TÁBLÁZAT.  
A D-493/A lánctalpas  
bulldózer műszaki- és  
teljesítményadatai  
(A szerző szerkesztése  
[7] alapján)

D-493/A		
Hosszúság [mm]	5500	
Szélesség [mm]	3940	
Magasság [mm]	3060	
Tömeg [t]	13,985	
Motor teljesítménye [kW]	80 (108 LE)	
Üzemanyagtartály térfogata [l]	420	
Közepes üzemanyag-fogyasztása [l/h]	12	
Teljesítmény	talajegyengetés, tereprendezés során [m <sup>2</sup> /h]	15 000–30 000
	alapgödörök, fedezékek estében földtoláskor [m <sup>2</sup> /h]	30–50

TG-220B		
Hosszúság (munkaszervvel és talajszaggatóval) [mm]		6650
Szélesség [mm]	merev tolólappal	3660
	elfordítható tolólappal	4200
Magasság [mm]		3310
Tömeg [t]	tolólappal	20,880
	tolólappal és talajszaggatóval	21,340
Motor teljesítménye [kW]		154,5 (210,12 LE)
Üzemanyagtartály térfogata [l]		475
Közepes üzemanyag-fogyasztás [l/h]		12
Talajszaggató tüskék száma [db]		1-3
Talajszaggató tüskék közötti távolság [mm]		900
Teljesítmény	talajgyengetés tereprendezés során [m <sup>2</sup> /h]	15 000-30 000
	alapgödörök, fedezékek estében földtoláskor [m <sup>3</sup> /h]	30-50



6. ÁBRA. A CASE 1650M lánctalpas bulldózer talajszaggató munkaszerve [10]

**2. TÁBLÁZAT.**  
A TG-220B típus műszaki-  
és teljesítményadatai  
(A szerző szerkesztése  
[7] alapján)

földmunkák elvégzésére (földtolás, anyagáthelyezés rövid távon, mintegy 100 m-ig), talajgyalulás, útkarbantartási munkálatok, tereprendezés során talajgyengetési feladatok végrehajtására alkalmas. A típus képes átjárók létesítésére bombatölcsérek, omladékokon, árkokon, nehezen járható terepen munkagödörök (alapgödörök, fedezékek) kialakítására és azok betemetésére. Az alapgép egy, a Szovjetunióban (Cseljabinszki Traktorgyár) gyártott T-100 MGP típusú lánctalpas vontató dízelmotor meghajtással, amelyet egy hidraulikusan vezérelhető, állítható tolólappal láttak el. A gép kezelőszemélyzete 2 fő, egy gépparancsnok és egy gépkezelő. (1. táblázat)

munkák elvégzésére (anyagáthelyezés rövid távon, körülbelül 100 m-ig), talajgyalulás, útkarbantartási munkálatok, tereprendezés során talajgyengetési feladatok végrehajtására alkalmazható. A típus alkalmas átjárók létesítésére bombatölcsérek, omladékokon, árkokon, nehezen járható terepen munkagödörök (alapgödörök) kialakítására, azok betemetésére. A TG-220B esetében az alapgép a 14. október szerb nehézgép- és gépgyártó vállalatnál (székhelye: Kruševac, Szerbia) készült lánctalpas vontató, dízelmotor meghajtással, amelyet egy hidraulikusan vezérelhető merev tolólappal láttak el. [7] A gép kezelőszemélyzete 2 fő, egy gépparancsnok és egy gépkezelő. (2. táblázat)

során a durva földmunkák elvégzésére (földtolásra 100 m-ig), útkarbantartási munkálatok, tereprendezés során talajgyengetési feladatok végrehajtására. A típus alkalmas átjárók létesítésére bombatölcsérek, omladékokon, árkokon, nehezen járható terepen munkagödörök (alapgödörök, fedezékek) kialakítására, azok betemetésére.

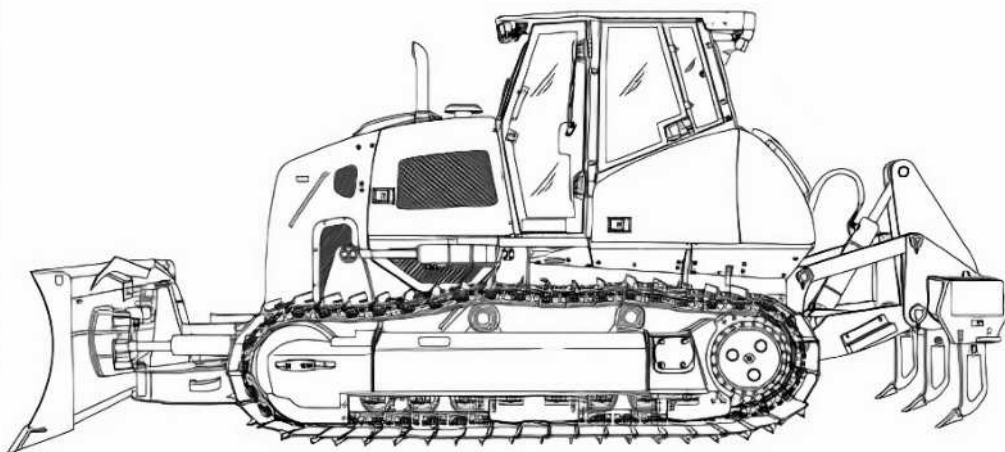
A Jerome Increase Case által 1842-ben Wisconsin államban (USA) alapított gépgyár terméke a hathengeres, turbódízel motorral ellátott, hidraulikus hajtású, elektromosan vezérelt, hat irányban dönthető hidraulikus tolólappal és hidraulikus talajszaggatóval felszerelt CASE 1650M lánctalpas bulldózer. (3. táblázat)

A műszaki munkagép kezelőszemélyzete 1 fő gépkezelőből áll. Egyes munkafolyamatok során, amikor a gép kezelője különböző természetes és mesterséges tereptárgyak közvetlen közelében hajt végre feladatot, ahol finom irányítás szükséges vagy nehezen járható, roncsolt terepen történik a munkavégzés, valamint, ha a feladat végrehajtása során a kezelő csak korlátozottan láthatja a megmunkálendő területet, igényelheti egy segítő, irányító személy közreműködését. A segítő személy a műszaki gép szakutasításában foglalt jelzéseket és jeleket alkalmazva irányítja a gépkezelőt. Ez a közlési forma csak akkor vezet eredményre, ha a jelzést adó személy és a gépkezelő egységesen képes megérteni az alkalmazandó jelzéseket. A munkagép biztonsági tá-

A TG-220B lánctalpas bulldózer (5. ábra) rendeltetésének megfelelően útépitési feladatok során a durva föld-

A CASE 1650M lánctalpas bulldózer (1., 6-7. ábrák) rendeltetésének megfelelően alkalmas útépitési feladatok

**7. ÁBRA.**  
A CASE 1650M típus  
lánctalpas bulldózer  
szerkezeti ábrája  
[11; 7. o]



volságán kívül elhelyezkedő személy csupán egyszerű kézjelekkel utasítja a gépkezelőt, aki a jelzésnek megfelelően tevékenykedik. Ezek a jelek lehetnek egyszerű utasítások, mint például „Indítsa be a motort”, vagy „Állítsa le a motort”, a mozgás irányát meghatározó jelzések, úgymint „Jöjjön felém” vagy „Távolodjon tőlem”. Finom munka esetén a kezelőfülkéből a gépkezelő által nehezen becsülhető vagy be nem látható távolságok meghatározására szolgálnak az „Eddig menjen” az „Emelje fel az eszközt”, vagy „Engedje le az eszközt” kézjelek. Amennyiben a tevékenység beszüntetésére kerül sor, alkalmazandó a „Mindennel állj, maradjon mozdulatlan” vagy az „Állj” jelzés. [11; 37–39. o]

#### GÉPKEZELŐI KÉPZÉS AZ MH II. RÁKÓCZI FERENC 14. MŰSZAKI EZREDNÉL

Ahogy fentebb megállapítottuk, a földmunkák végzésénél a legfontosabb cél a minőség és a termelékenység együttese, ennek eléréséhez az egyik legfontosabb eszköz a korszerű, üzemeltetését tekintve gazdaságos kivitelezést eredményező műszaki technikai eszköz. Azonban a legmodernebb, minden igényt kielégítő munkagép is csak a műszaki gép üzemeltetésére, használatára megfelelően kiképzett és alkalmas kezelőszeméllyel működtethető. Az alkalmas személyek folyamatos képzése, továbbképzése, továbbá az utánpótlás kiválasztása, kiképzése és integrálása is fontos feladat.

A honvédség felkészítési rendszerében a műszaki munkagépek kezelőinek képzése nem újkeletű dolog. Az MH több alakulata már korábban is képzett – és jelenleg is képez – gépkezelőket az egyes alegységek rendeltetésének megfelelően, a feladatok hatékony végrehajtása érdekében. A továbbiakban az MH azon földmunkagépekre tervezett tanfolyamainak anyagát mutatjuk be röviden, amelyeket a II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred, Műszaki Támogató Zászlóaljánál rendszeresítették.

A gépkezelők elméleti és gyakorlati képzését összefogó képzést gépkezelői tanfolyamnak nevezzük, amelyet az MH kihelyezhet alakulatokhoz vagy feladatorientáltan, a kiképzés jellegénél

fogva, azt helyben tarthatja meg a kijelölt szervezetenél. A gépkezelői tanfolyamok tervezéséért és lebonyolításáért a szentendrei székhelyű MH Altiszti Akadémia (MH AA) a felelős szervezet, amely előírja, hogy a jelenleg érvényben lévő szabályzóknak megfelelően hogyan épüljön fel egy-egy gépkezelői tanfolyam, meghatározza az oktatás módszerét, annak helyes végrehajtását, majd kihelyezheti azt a felelős alakulatokhoz. Ennek oka alapvetően az, hogy az érintett alakulatoknál rendelkezésre áll az a technikai eszközpark, amellyel a tanfolyam végrehajtható, továbbá az esetek túlnyomó többségében ott található az oktatás elméleti és gyakorlati végrehajtásáért felelős oktató, kiképzőállomány is.

A gépkezelői tanfolyamok képzési idejének meghatározására – a munkagépek teljesítmény alapú osztályozását alapul véve – négy kategóriát különböztetünk meg. A jelenleg érvényben lévő szabályzóknak megfelelően megkülönböztetünk nehéz műszaki gépeket, amely csoport tagja a lánctalpas bulldózer is; közepes műszaki gépeket; műszaki kisgépeket és egyszerű műszaki kisgépeket. A képzési idő a nehézgépek esetében 197 kiképzési óra, amely körülbelül 6 hétnek felel meg; közepes gépek esetén 132 óra, amely 4 kiképzési hétből áll; műszaki kisgépek esetén 72 óra, a tanfolyam teljes hossza 2 hét; míg az egyszerű műszaki kisgépek kezelésének elsajátítására 22 kiképzési óra, azaz körülbelül 3 nap áll rendelkezésre. Az ezred műszaki támogató zászlóalja rendelkezik mind a négy osztályhoz tartozó egyes típusokkal – amelyek többsége a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében érkezett az alakulathoz –, ezért lehetőség nyílik a kezelői állomány kompetenciáinak megfelelő géptípusra történő képzésére és beiskolázására.

A nehéz műszaki gépekre történő beiskolázáshoz szükséges a „B” kategóriás jogosítvány, a tanfolyam csak a vezetői engedély megléte esetén kezdhető meg. Közepes gépekre történő beiskolázás előfeltételeinél – többnyire – szintén felsorolható a „B” kategóriás jogosítvány, mint szükséges kompetencia. Az ezt követő osztályokba tartozó műszaki kisgépekre és egyszerű műszaki kisgépekre történő beiskolá-

CASE 1650M	
Hosszúság – munkaszervvel és talajszaggatóval [mm]	6660
Szélesség [mm]	3039
Magasság [mm]	2971
Tömeg [t]	19,698
Motor teljesítménye [kW]	129 (173 LE)
Üzemanyagtartály térfogata [l]	322
Közepes üzemanyag-fogyasztás [l/h]	10–15
Talajszaggató tüskék száma [db]	3
Talajszaggató tüskék közötti távolság [mm]	944,8
Behatolási mélység [mm]	570
Tolólap magassága [mm]	1176
Tolólap szélessége [mm]	3974

zás feltételei nem minden esetben írják elő a fenti vezetői engedély meglétét.

Nehéz földmunkagépekre a műszaki támogató zászlóalj a korábbi és jelenlegi időszakban az év teljes szakaszában szervezett, illetve szervez gépkezelői tanfolyamokat, típusonként általában egyet. A lánctalpas bulldózerre szervezett kiképzés az eddigi tapasztalatok alapján az év második felében, őszszel hajtották végre, 2019 októbertől folyamatosan. A tanfolyam elméleti képzéssel kezdődik, amelynek két eleme a szerkezetten és az üzemeltetési ismeretek, azután következik a gyakorlati blokk, amelynek megkezdése csak az előző két részelem sikeres teljesítése után lehetséges. A gyakorlati végrehajtás során a kezelőjelöltek megismerik, megtanulják a gépek üzemeltetésének már elméletben átvett legfontosabb ismérveit, megtanulják hogyan közlekedhetnek a munkaterületen, milyen kötelező munkavédelmi szabályokat kell betartaniuk a munkavégzés során, majd megkezdik a valós munkavégzésre előkészítő gyakorlatokat, annak érdekében, hogy folyamatában ismerjék meg a munkagép teljesítőképeségét, és folyamatos legyen a géphez történő szokatás is. A tanfolyam résztvevői az oktatók jelenlétében kezelik a munkagépeket. Lánctalpas bulldózerek esetében talajnyesési, anyagáthelyezési, terítési feladatok begyakorlását végzik kijelölt területeken. Amikor a gépkezelők már biztonsággal képesek kezelni a munkagépeket, oktatóik összetettebb feladatok végrehajtását írják elő, amely során két, vagy több gép egymás munkáját elősegítve, közös munkaterületen végez munkát. (8. ábra)

3. TÁBLÁZAT.  
A CASE 1650M lánctalpas bulldózer műszaki és teljesítményadatai  
(A szerző szerkesztése [11; 303–311. o.] alapján)



8. ÁBRA.  
Lánctalpas buldózerek a gépkezelői  
tanfolyam gyakorlati időszakában [9]

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Stark, [1] Balpataki Antal, Benkő Gábor. Földmunkagépek, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar, Egyetemi tananyag, 2012. ISBN: 978-963-279-651-2;
- [2] 40/2009. (VIII. 31.) KHEM rendelet 2. melléklete a gépek gépcsoportba sorolása. <https://njt.hu/jogszabaly/2009-40-20-2M>
- [3] Nagy István György (Szerk.). Haditechnikai Lexikon Zrínyi Katonai Kiadó Budapest, 1976.
- [4] Berkáné Danesch Marianne, M. Szabó Miklós, Mező András (Szerk.). Zrínyi Kiadó Budapest, 2015. ISBN 978-963-327-646-4
- [5] Építőipari földmunkagépek [https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki\\_anyagok/Mernoki\\_Ismeretek\\_Tanszek/Dr.%20F%FCredi%20Bal%Elzs/M%E9rn%F6ki%20%E9tes%EDtm%E9nyek%20megval%F3s%EDt%E1sa/04%20F%F6ldmunk%E1k,%20F%F6ldmunkag%E9pek/F%F6ldmunkag%E9pek%20III.pdf](https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Mernoki_Ismeretek_Tanszek/Dr.%20F%FCredi%20Bal%Elzs/M%E9rn%F6ki%20%E9tes%EDtm%E9nyek%20megval%F3s%EDt%E1sa/04%20F%F6ldmunk%E1k,%20F%F6ldmunkag%E9pek/F%F6ldmunkag%E9pek%20III.pdf) (Letöltve: 2023.9.18);
- [6] Tóth László. Földmunka- és mélyépítés gépei, azonosító száma és célcsoportja: SZT-004-10, (Letöltve: 2023.9.14.);
- [7] Honvédség az orosházi helyőrségben <http://mn5581oroshaza.lapunk.hu/kikepzes-geptipusai-i-1190362> (Letöltve: 2023.10.29.);
- [8] MH Összhadronemi Parancsnokság, Fényképes adattár, Székesfehérvár, 2010. p. 127.;
- [9] Műszaki gépkezelői kiképzéseket tartottak Szentesen 1. rész Fotók: Király Róbert Sándor hadnagy, Janó Miklós őrmester <https://honvedelem.hu/hirek/muszaki-gepkezeloi-kikepzesekeket-tartottak-szentesen.html> (Letöltve: 2023.10.29.);
- [10] Farkas Anita hadnagy: Lánctalpas buldózer és önjáró útprofilozó Fotó: Szabó Bálint hadnagy <https://honvedelem.hu/galeriak/lanctalpas-buldoyer-es-onjaro-utprofilozo.html> (Letöltve: 2023.11.02.);
- [11] 1650M Stage IIIB Lánctalpas földtoló, Kezelési útmutató; CASE CONSTRUCTION, 1. kiadás, 2018; Cikkszám: 51553139;
- [12] Hadtudományi Lexikon Új kötet (Krajnc Zoltán szerk.) Dialóg Campus Budapest, 2019.

A 2020-as tanfolyam gyakorlati szakaszának végén, az addig csak két lánctalpas dózerből álló csoport az oktatók segítségével először tapasztalhatta meg a gépláncban történő munkavégzést is. (9. ábra) Azon időszakban a lánctalpas buldózer tanfolyammal egyidőben, egy másik, a CASE 695 közepes teljesítményű univerzális munkagép műszaki gépkezelői tanfolyam résztvevői is a gyakorlati időszakukat töltötték.

Az akkor megtapasztaltakat, a 2022. évi lánctalpas buldózer gépkezelői tanfolyamon más típusú gépekkel ködtötték össze. A folyamat, illetve a tanfolyam lényege, hogy a kiképzendők megtanulják mire kell odafigyelniük a közös munkaterületen, hogy betartsák a korábban elsajátított biztonsági előírásokat, és odafigyeljenek mind a környezetükben dolgozók, mind a saját testi épségükre, továbbá a munká-

ba vont technikai eszközök állapotának megóvására.

A gyakorlati oktatás végén a kiképzendők vizsgabizottság előtt adnak számot a tudásukról először szóban, majd gyakorlatban. Sikeres szóbeli és gyakorlati vizsgát követően a gépkezelői gépkezelői igazolványt kap, amely további 3 évig feljogosítja az adott típus kezelésére. A gépkezelő azt követően immár önállóan, önképzés formájában gyakorolja a tanfolyamon elsajátítottakat. A betanulás folyamata gépkezelőnként változik, egyeseknek több, másoknak lényegesen kevesebb időre van szüksége, hogy kellő tapasztalatot szerezzenek a gépkezelés gyakorlatában. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a gépkezelői igazolvány megszerzését követő 1–1,5 év szükséges a kezelői állomány jelentős része számára ahhoz, hogy megbízható és jó színvonalú gépkezelővé váljon. ■



9. ÁBRA. Lánctalpas buldózerek és közepes teljesítményű univerzális gépek géplánca gyakorlatban [9]



RESTÁS ÁGOSTON\*

# A LÉGI TÜZOLTÁS HATÉKONYSÁGÁNAK TÜZOLTÁSTAKTIKAI MEGKÖZELÍTÉSE

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A nagy kiterjedésű és intenzív tüzek elfojtásához rendszeresen alkalmazunk repülőgépeket, amelyek bár gyakran hasznosak, de bevetésük sajnos nagyon költséges is. A hatékonyság növelése érdekében, a repülőgépek képességeinek ismerete mellett érdemes a tűzoltástaktikai jellemzőket is megismerni. A szerző áttekintést nyújt a hatékonyságot befolyásoló tényezőkről, valamint bemutat egy olyan hazai fejlesztést, amely jelentősen növelheti a repülőgépek alkalmazásának előnyeit.

**KULCSSZAVAK:** légi tűzoltás, tűzintenzitás, szóráskép, hatékonyság, IAF technológia

**ABSTRACT:** We regularly use aircrafts to fight large-scale and intense fires, which, although often useful, are unfortunately also very expensive. In order to increase efficiency, in addition to knowing the capabilities of the aircraft, it may also be worthwhile to learn about the tactical characteristics of firefighting. The author provides an overview of the factors affecting effectiveness and presents a Hungarian development that can significantly increase the efficiency of the use of aircraft.

**KEYWORDS:** aerial firefighting, fire intensity, spray pattern, effectiveness, IAF technology

## A JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET MAGYARORSZÁGON

Hazánkban kifejezetten légi tűzoltásra szakosodott szervezet nincs, az eddigi gyakorlat alapján azt magánvállalkozásban, valamint a Magyar Honvédség kötelékében lévő repülőgépekkel hajtják végre. Ez utóbbi jogszabályi kereteit a 2011. évi CXXVIII. törvény 82. § (3) bekezdés a)–d) pontjában [1] kapott felhatalmazás alapján kiadott 26/2021. (XII. 17.) HM rendelet teszi lehetővé, amely a honvédelmi ágazat katasztrófák elleni védekezésének irányításáról és feladatairól szól. [2] A Magyar Honvédség béke időszaki képességéről és feladatrendszeréről, annak fejlesztési lehetőségeiről, valamint a jelenlegi és esetleges jövőbeni eszközparkjáról a közelmúltban már olvashattunk e lap hasábjain. [3] Ennek kapcsán döntően a meglévő Mi-8/17 típusok eddigi alkalmazásának tapasztalatairól, az új H145M és H225M helikopterek lehetőségeiről, a külső függesztményként szállított Bambi Bucket család előnyeiről, korlátairól, valamint, a beszerzés alatt lévő KC-390-es repülőgép tűzoltási

képességét növelő MAFFS II<sup>1</sup> rendszerről kaphatott műszaki, technikai jellegű információkat az olvasó.

A fentiek alapján, a légi tűzoltást hajlamosak vagyunk kifejezetten csak repüléstechnikai szempontból megközelíteni és az egyre korszerűbb légi járművek imponáló paraméterei alapján azt gondolni, hogy már csupán ettől is hatékonyabbak vagyunk, vagyis, a tüzeket gyorsabban, rövidebb idő alatt, esetleg kisebb költséggel, vagy kevesebb oltóanyaggal tudjuk eloltani. Sajnos a tapasztalatok azt mutatják, hogy ez egyáltalán nincs így (2. ábra). Ennek egyik oka, hogy a repülőtechnika, illetve annak képességei csupán egy szeletét adják a hatékony tűzoltás több összetevőből álló, és igencsak bonyolult rendszerének. A hatékony tűzoltáshoz a pilótáknak ismerniük kellene néhány alapvető tűzoltástaktikai sajátosságot is, és ugyanígy, a tűzoltásvezetőknek is tisztában kellene lenniük a repülőgépek képességeivel és korlátaival. A szakmai jellegzetességek kölcsönös ismerete nélkül a szinergiák helyett sem az egyik, sem a másik oldal előnyeit nem tudjuk kihasználni, népi-

1. ÁBRA. Beriev Be-200-as tűzoltó repülőgép bemutatórepülésen. Az oltóanyag kibocsátása igen látványos, ám jelentős a kibocsátási veszteség (Forrás: Shutterstock)

\* Prof. dr. ny. mk. t.ú. alezredes PhD., PhD. NKE Rendészetudományi Kar, Katasztrófavédelmi Intézet Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék tanszékvezető, egyetemi tanár. ORCID: 0000-0003-4886-0117

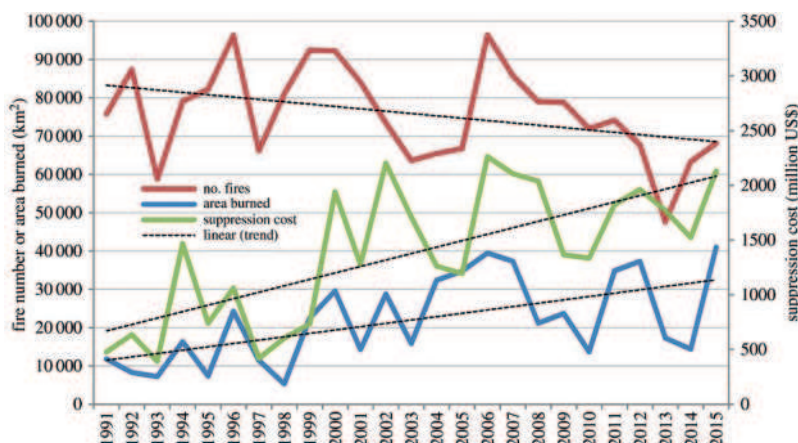
<sup>1</sup> MAFFS – Modular Airborne Fire Fighting System (moduláris légi tűzoltó rendszer). A továbbfejlesztett változata a MAFFS II, amelynek kapacitása akár 3000 gallon (11 000 liter) is lehet.



2. ÁBRA.

A vegetációtüzek számának (piros), a leégett terület nagyságának (kék) és az oltási költségeknek (zöld) összefüggései, trendjei, valamint időbeli alakulása.

A bal oldali függőleges tengely a tüzek számát és a leégett terület nagyságát, míg a jobb oldali az oltás költségeit mutatja millió dollárban (USD). Jól látható, hogy az oltás költségei arányában gyorsabban nőnek, mint a leégett területek nagysága az Egyesült Államokban 1991 és 2015 között [4]



es hasonlattal, a két szék között a pad alá ülünk, miközben az erőforrások pazarlása történik.

A légi tűzoltás hatékonyságát számos tényező befolyásolja. Ezek közé tartoznak természetesen az alkalmazott légi járművek műszaki jellemzői, repülési tulajdonságai, képességei, fel- és leszállási követelményei, a szállítható oltóanyag mennyisége, feltöltésének módja, valamint időigénye, és nem utolsósorban a repülőeszköz üzemeltetési költségei. Az oltáshoz kapcsolódó tényezők közé tartozik az oltóanyag kibocsájtási formája, a repülés sebessége és magassága, a felszíni szóráskép, a különböző veszteségek, valamint az átlagos fordulóidő. A tűzhez kapcsolódó tényezők közé sorolhatók a helyi meteorológiai jellemzők, a domborzat, a tűz intenzitása, a frontvonal égésének homogenitása, a terjedési sebesség, a növényzet jellemzői. A fentiek túl a hatékonyságot befolyásoló tényezőként említhetjük az oltóanyagot, amelyen többnyire vizet értünk, de a nemzetközi gyakorlat előszeretettel alkalmaz ún. retardánsokat, (égéskésleltetők) és olykor habokat is. A légi tűzoltás tehát számos tényezőtől függ, kizárólag a repülőgép képességeinek szem előtt tartása – pl. a produktivitás, vagyis egységnyi idő alatt mennyi vizet juttatunk ki a hely-

színre – aligha elegendő a hatékony oltáshoz.

### A TŰZ FIZIKAI JELLEMZŐINEK AZ OLTÁSI HATÉKONYSÁGOT BEFOLYÁSOLÓ HATÁSA

Az oltási frontvonal legfontosabb jellemzője a tűzintenzitás. [5] Ez az adott helyen és pillanatban nehezen mérhető, az erős korreláció miatt azonban jó becslést ad a lánghosszúsággal történő összevetés [6], amely a légi jármű fedélzetéről is aránylag könnyen megítélhető. A hatékony tűzoltásnak alapvetően két feltétele van, amelyek a tűzintenzitásból, illetve – a fentiek alapján – a lánghosszúságból levezethetők. Az egyik, hogy egységnyi felületen elegendő mennyiségű oltóanyag (fedettségi szint), a másik, hogy a nedvesített felület megfelelő szélességű legyen. [7] Ez utóbbira, tapasztalatok alapján a gyakorlat elfogadja, hogy a nedvesített szélességnek a lánghosszúság legalább dupláját kell elérnie. [8] A szükséges oltóanyag-mennyiség tűzintenzitástól függő, lánghosszúsággal korreláló értékei, valamint a nedvesíteni szükséges sáv szélesség az 1. táblázatban láthatók.

Fontos megismételni, hogy mindkét hatékonysági feltétel a tűzintenzitástól függ, de akár alul-, akár felülteljesítés történik, veszteségekkel számolhatunk. Alulteljesítést jelent, ha

a fedettségi szint, és/vagy a nedvesített sáv szélessége nem elegendő, és ugyanígy, felülteljesítésről beszélünk, ha a két érték jelentősen több, mint amennyire az oltáshoz szükség van. Alulteljesítés esetén a tűz intenzitása egy darabig lecsökken, majd a nedvesített sáv átégése után a tűz ugyanolyan intenzitással tovább ég, mint korábban. Vagyis, a sikertelen oltás miatt tulajdonképpen fölöslegesen szállítottuk ki az oltóanyagot, tehát pazaroltuk az erőforrásokat. Felülteljesítés esetén is pazarlásról beszélhetünk, mivel mind a szükségesnél nagyobb fedettségi szint, mind a szükségesnél szélesebb nedvesített felület csökkenti az oltási ciklusonként rendelkezésre álló oltóanyaggal eloltható frontvonal hosszát. A geometrikus veszteség levezetése más tanulmányban részletesen is megtalálható. [7]

A fentiek szerint azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a lánghosszúságtól függően a hatékony tűzoltáshoz mind a szükséges oltóanyag-mennyiség, mind az elégséges nedvesített sáv szélessége megadható. Ennek alapján a hatékony szóráskép 3 dimenziós formája szabályos téglatestet mutat, amelynek keresztmetszetét a fenti két paraméter, míg a hosszúságát a kiszállított oltóanyag mennyisége határozza meg. Ez egyébként az elérhető maximális oltási képesség (Available Maximum Extinguishing Capacity – AMEC), amely egy ún. box model (doboz modell) segítségével szemléletesen is ábrázolható (3. ábra). Ezek alapján nem is tűnik bonyolultnak a tűz eloltása. Nézzük meg azonban, hogy ez hogyan valósul meg a gyakorlatban.

### A JELENLEGI GYAKORLAT JELLEMZŐI

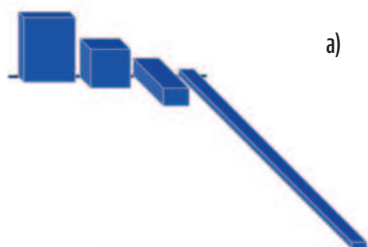
A légi tűzoltás jelenlegi gyakorlatának kritikus elemzése során – mint látni fogjuk – nagyon sok probléma merül fel, a számbavételük is nehéz, így ez a tanulmány sem térhet ki valamennyire. A pilóták által elkövetett tipikus hibákat más tanulmányban részletesebben is elemeztem [9], itt inkább a tűzoltástaktikai tényezőkre kívánom felhívni a figyelmet. A fejlettebb országokban a légi tűzoltásnak egyre több ellenzője és kritikusa akad, hiszen, aki a hatékonyságot inkább

1. TÁBLÁZAT.

A lánghosszúság és a tűzintenzitás összefüggései az oltáshoz szükséges fedettségi szinttel, és a nedvesített sáv szélességével (A szerző szerkesztése)

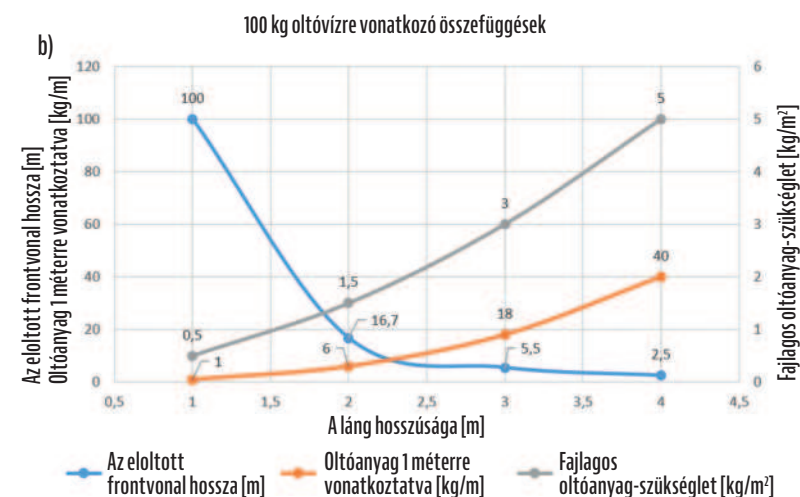
Lánghosszúság [m]	Tűzintenzitás [MWm <sup>-2</sup> ]	Szükséges oltóanyag [kgm <sup>-2</sup> ]	Szükséges sáv szélesség [m]	1 m hosszú frontvonal eloltásához szükséges oltóanyag [kg]
1	0,5	0,5	2	1
2	1,5	1,5	4	6
3	2,5	3	6	18
4	3,5	5	8	40





a számokra, a valós eredményekre alapozza, annak erről bizony ellentétes véleménye lehet, mint amit a közvélekedés gondol. [10]

Az egyik ok, hogy helikopteres oltás esetén a függesztményként szállított külső tartályok eleve nem teszik lehetővé a szállítási képesség maximális kihasználását. Egyrészt azért, mert a tartályok merítése során a helikopter a párnahatás<sup>2</sup> zónáján kívül üzemel, másrészt azért, mert a tartályok kapacitása is jelentősen kisebb a lehetségesnél. Sőt, a tapasztalatok azt mutatják, hogy már a merítésnél sem sikerül a teljes rendelkezésre álló térfogatot kihasználni. A szállítás során további veszteséggel számolhatunk, a nyitott tetejű, puha falu tartály a repülési sebesség és távolság függvényében jelentős mennyiségű vizet veszít, ráadásul alsó részének tökéletlen záródása miatt szinte mindig felfedezhető csöpögés, csorgás is. Hazai mérések alapján a fenti veszteségek elérhetik akár a teljes szállítási kapacitás 50%-át is. [12] Ennek megítélésére példa lehet az az eset, amikor egy 4 t teherbírású helikopter egy 2500 l-es tartállyal üzemel, és csupán kb. 1250 kg vizet képes a helyszínre juttatni. Szerencsére nem ez az általános tapasztalat, mégis jól szemlélteti a lehetőségek és a valóság közötti jelentős különbséget. A fentiek miatt a nyitott tartályok elhúzódó beavatkozásoknál egyértelműen kerülendőek, noha alkalmazásuk kezdeti tüzek, vagy helyi fellángolások esetén kétségtelenül hasznos, illetve kifejezetten indokolt. Ez utóbbi azzal magyarázható, hogy közgazdasági szempontból a kezdeti tüzek bármilyen veszteséggel történő eloltása is kedvezőbb (olcsóbb), mint a később kialakuló hosszú frontvonalak ideális, de időben elhúzódó oltása. [9] A fenti



veszteségeket együttesen a szállítási veszteségek csoportjába soroljuk, amelyeket csak nyitott tartályok, vagyis a helikopteres tűzoltás során veszünk figyelembe. (4. ábra)

További probléma – főleg merevszárnyú repülőgépeknél –, hogy kibocsájtáskor, a nagy repülési sebesség miatt az oltóanyag a levegővel ütközve szinte szétrobban, amelynek több negatív következménnyel is jár. Egyike ezeknek, hogy sok olyan apró vízcsepp is keletkezik, amelyet a szél elsodor még azelőtt, hogy az az égő zónába kerülne, vagyis, az oltóanyag ezen része a hűtőhatását nem tudja kifejteni, tehát a szállítási kapacitást fölöslegesen foglalta. Ezt kibocsájtási veszteségnek nevezzük, amelynél – döntően a repülési sebességtől, kisebb mértékben a magasságtól függően – kb. 5–10% körüli mennyiség mindenképpen számításba vehető. [14]

A következő nagy probléma az oltóanyag földön kialakuló ún. szórásképe, amelyet döntően szintén a repülési sebesség és a kibocsájtás magassága befolyásol. [15] (1., 5. ábra) A korábban vázolt, és a hatékony oltáshoz idealizált téglatest formájú helyett a valós szóráskép meglehetősen hektikusan alakul, amelynek egy véletlenszerűen kiválasztott példáját az 6. ábra mutatja. [16]

A nedvesített felület – az oltóanyag „lábnyoma” – leegyszerűsítve koncentrikus ellipszisekhez hasonlítható, ahol az egyes „ellipszisek” színezése az oltóanyag egységnyi felületen mérhető eloszlásának diszkrét értékeit

mutatják. (7. ábra) Ahogyan arról már korábban szó esett, ahol a mennyiség, vagy más néven a fedettségi szint nem éri el a tűzintenzitáshoz szükséges értéket, ott alulteljesítésről beszélhetünk, míg, ha a fedettségi szint jelentősen több, úgy felülteljesítéssel találkozunk. Ez az alul- és felülteljesítési veszteség még inkább szemléletes, ha azt a szóráskép egyszerűsített formájára, vagyis a koncentrikus ellipszisekre vonatkoztatjuk. Az „ellipszis” két végénél, ahol a nedvesített zóna szélessége még nem éri el a lánghosszúság dupláját, ott az oltás nem lesz hatékony. Itt egy ideig a tűz terjedése lelassulhat bár, de elaludni nem fog, így a száraz részt elérve, újra ugyanúgy terjed majd, mint korábban. Az ellipszis azon szakasza azonban, ahol a szélesség meghaladja a lánghosszúság dupláját, szintén veszteség, mivel a tűz sokkal korábban elalszik, minthogy elérte volna a nedvesített zóna szélét. Vagyis, fölöslegesen juttattunk ki oda annyi vizet, a szállítási kapacitás erre jutó része veszteség-



3. ÁBRA. A box model (doboz modell) grafikus ábrázolása a), valamint tűzoltástaktikai összefüggések 100 kg oltóanyagmennyiségre vonatkoztatva, és a lánghosszúsághoz viszonyítva b) (A szerző szerkesztése)

4. ÁBRA. A szállítási veszteség igazolása. A szállítóedény tetején és alján folyamatos az oltóanyag-veszteség [13]

<sup>2</sup> Párnahatás: a helikopter földközeli függésekor ( $H_{rep} < D_{FSZ}$ ) a forgószárny leáramlásának megváltozása (az általa indukált sebesség nagyságának csökkenése) miatt megnő annak vonóereje. [11]



5. ÁBRA. A kibocsátott oltóanyag a levegővel ütközve szétporlad, az apró cseppek a légmozgással eltávoznak és nem vesznek részt az égéstér hűtésében. Noha a kibocsátás meglehetősen látványos, a hatékonyság sajnos nem az elérhető legjobb [9]

ként értékelhető. Ebben az esetben geometrikus alul- és felülteljesítéssel találkozunk. A valóság természetesen sohasem ennyire szabályos, ettől függetlenül a leírtak alapján bizonyosan érzékelhető a probléma jelentősége. A szóráskép geometrikus elemzése azt mutatja, hogy a helyszínrre szállított oltóanyagoknak kevesebb, mint a 20%-a hasznosul hatékonyan. [7]

A fentieket tetézi, hogy a növényzet felülete csak korlátozottan képes a vizet megtartani, egy kifejlett erdő lombozata kb. 5 kgm<sup>-2</sup> mennyiséget. [18] Amennyiben ettől több kerül a felszínére, úgy az 5 kg-on felüli mennyiség lecsorog a talajra, és nem vesz részt az égéstér hűtésében, vagyis – függetlenül az égés intenzitásától – fölöslegesen foglalta le a szállítási kapacitást, így az arra fordított erőforrások veszteségként értékelhetők. A másik probléma, hogy a tapasztalatok alapján 5kgm<sup>-2</sup> vízzel csak kb. 3,5MWm<sup>-1</sup> tűzintenzitásig tudunk hatékonyan oltani. [15] Amennyiben a tűz ennél nagyobb intenzitású, úgy más tűzoltástaktikát kell választani, pl. oltóanyagként a sokkal drágább és környezetszennyezőbb retardánsok használata szükséges. Ezek alkalmazására eddig Magyarországon még nem került sor, épp úgy, mint az oltóhabokéra sem.

$$E_{mozgási} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} 1 \text{ kg } (40 \text{ ms}^{-1})^2 = 800 \text{ J}$$

$$E_{helyzeti} = mgh = 1 \text{ kg } 10 \text{ ms}^{-2} 30 \text{ m} = 300 \text{ J}$$

$$E_{mozgási} + E_{helyzeti} = 800 \text{ J} + 300 \text{ J} = 1,1 \text{ kJ}$$

$$T_{20^\circ\text{C víz}} \rightarrow T_{100^\circ\text{C víz}} \quad Q_1 (E_1) = c_{v\text{íz}} m \Delta T = 4,2 \text{ kJkg}^{-1}\text{C}^{-1} 1 \text{ kg } 80^\circ\text{C} = 336 \text{ kJ}$$

$$T_{100^\circ\text{C víz}} \rightarrow T_{100^\circ\text{C gőz}} \quad Q_2 (\Delta E_2) = L_{v\text{íz}} m = 2256 \text{ kJkg}^{-1} 1 \text{ kg} = 2256 \text{ kJ}$$

$$T_{100^\circ\text{C gőz}} \rightarrow T_{400^\circ\text{C gőz}} \quad Q_3 (\Delta E_3) = c_{g\text{őz}} m \Delta T = 2,1 \text{ kJkg}^{-1}\text{C}^{-1} 1 \text{ kg } 300^\circ\text{C} = 630 \text{ kJ}$$

$$Q_1 (E_1) + Q_2 (E_2) + Q_3 (E_3) = 336 \text{ kJ} + 2256 \text{ kJ} + 630 \text{ kJ} = 3222 \text{ kJ}$$

A gyakorlat azt mutatja, hogy a pilóták elszeretettel használják a víz ún. ütőhatását is. Ekkor, nagy sebességgel és alacsony repülési magasságon történik a kibocsátás, így az oltóanyag kinetikus energiájával sokszor le lehet szakítani a lángot az égő felületről. Ez a taktika kezdeti tüzek esetén, illetve lokális fellángolásoknál – mint az az előzőekben olvasható – kifejezetten előnyös és indokolt lehet, azonban kiterjedt tüzeknél ez a módszer – a vízben rejlő hűtési kapacitás kihasználatlansága miatt – egyértelműen pazarlást jelent. Egy 30 m magasságból 40 ms<sup>-1</sup> sebességgel kibocsátott, 1 kg tömegű víz ütési energiája a helyzeti és a mozgási energiájából számítva ideális esetben kb. 1,1kJ-nak vehető. A víz fajhője azonban – ebben az esetben nyilvánvalóan a hőelvonó képességet értjük alatta – 4,2kJkg<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup>, amely azt jelenti, hogy ugyanakkora tömegű víz 20°C-ról 100°C-ra történő felmelegedése – azaz, 80°C-os hőmérsékletemelkedés – 336kJ energiát lenne képes elvonni az égéstér környezetéből. Elpárolgás esetén, a párolgáshő miatt további 2256kJ hőelvonással számolhatunk, amelyhez a kb. 400°C-on távozó égési gázokban található vízgőz – a gőz 2,1kJkg<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup> fajhőjével számolva – még további 630kJ hőelvonási többletet jelenthet. Összességében 1kg tömegű víz esetén közel 3,222MJ potenciális hőelvonó képességgel kalkulálhatunk, és ezt kell szembe állítani a példában bemutatott 1,1kJ ütési

energiával. (8. ábra) Az ismertetett példát a következő (a keretben látható) képlettel írhatjuk fel, ahol:

$c_{v\text{íz}}$ : a víz fajhője,

$L_{v\text{íz}}$ : a víz párolgáshője,

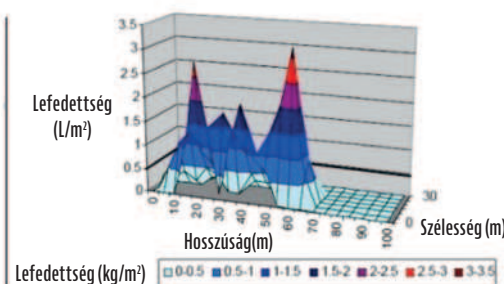
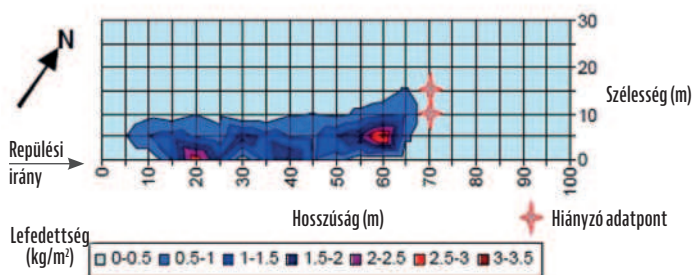
$c_{g\text{őz}}$ : a vízgőz fajhője.

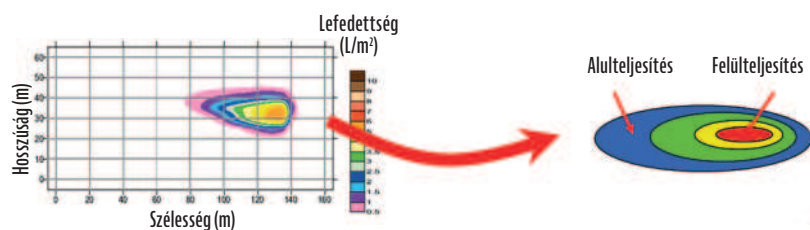
Természetesen az ütési energia használata során a víz hőelvonó képessége is jelentősen érvényesül, azonban ebben az esetben a fedettségi szint rendszerint már sokkal több 5kgm<sup>-2</sup>-nél, így az ebben rejlő potenciál miatt egyértelmű, hogy időben elhúzódo oltásoknál az előbbivel szemben az utóbbi kihasználására kell törekedni. A víz hőelvonási képessége gyakorlatilag erőforrásként értékelhető, így a hatékonyság növelése érdekében az a cél, hogy ezt minél jobban érvényesíteni tudjuk.

A fentiek talán segítenek annak megértésében, hogy – a közhiedelemmel ellentétben – a légi tűzoltás miért olyan alacsony hatékonyságú. Egyes mérések szerint még kedvező esetben is a kibocsátott oltóanyag csak csupán a 40–60%-a hasznosul hatékonyan [19], más szerző munkája kevesebb, mint 10%-os értéket mutat. [20] Saját vizsgálataim alapján – a szóráskép eloszlási geometriájának figyelembevételével – a légi tűzoltás jelenlegi hatékonysága legfeljebb 20%-os. [7]

Feltehető a kérdés, hogy miért ennyire fontos a veszteségekről, vagy a hatékonyságról beszélni, azt ilyen

6. ÁBRA. A bal oldalon egy véletlenszerűen kiválasztott szóráskép kiterjedését és felületi eloszlását ábrázoló sík látható, amelynek rácsozása 5 m-es osztással készült. A jobb oldalon ugyanez a szóráskép 3 dimenzióban jelenik meg, a függőleges tengelyen az oltóanyaggal való lefedettség értékeivel (kgm<sup>-2</sup>). A különböző színek a lefedettség értékeit mutatják (0 ÷ 3,5 kgm<sup>-2</sup>). Látható, hogy a szóráskép szabálytalan formájú, és a lefedettsége is hektikus [16]





7. ÁBRA. Egy valós szóráskép kiterjedését és felületi eloszlását ábrázoló sík, amelynek rácsozása a vízszintes tengelyen 20 m-es, a függőlegesen 10 m-es osztással készült (bal), valamint annak egyszerűsített formája az alul- és felülteljesítés zónáival (jobb). A különböző színek a lefedettség értékeit mutatják ( $0,5 \div 10 \text{ kgm}^{-2}$ ) (A szerző szerkesztése [17] alapján)

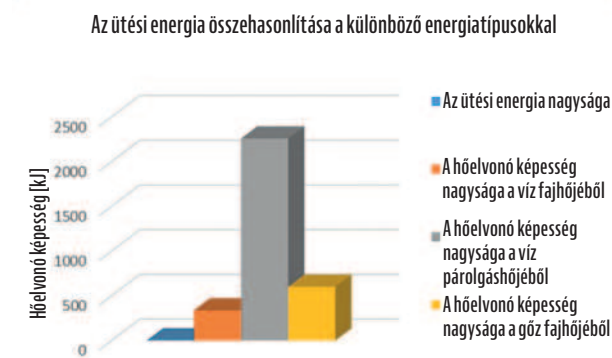
részletesen elemezni, vagy annak javításán fáradozni. Ausztráliában úgy számolnak, hogy minden 1 km frontvonal repülőgépes oltása kb. 200 ezer ausztrál dollárba kerül, vagyis, átszámítva minden 1 m frontvonalszakasz kb. 40 ezer forintot emészt fel. Ebben az összegben a repülőtechnika üzemeltetési költsége mellett már az oltóanyag ára is szerepel. Ebből adódóan, egy tűzoltásvezető a légi egységek kérésekor csupán egyetlen alkalommal is több 10 millió forint sorsáról dönt, amelyet naponta többször is megismétel. Belátható, hogy a döntéshozónak mekkora a felelőssége, amikor egy több napig tartó oltás esetén naponta akár 6–12 kibocsájtást is kér, különösen, ha azt nem a lehető leghatékonyabban használják fel. Figyelembe véve az oltási potenciál jelenlegi kb. 20%-os kihasználását, igazoltnak vehetjük, hogy a hatékonyságról beszélni, azt javítani a szakemberek számára nem pusztán csak egy lehetőség, hanem már sokkal inkább erkölcsi kötelesség. Ez akkor is igaz, ha a magyarországi, valamint az ausztrál, a kanadai, vagy az amerikai egyesült államokbeli költségek közvetlenül nem összevethetők.

### A HATÉKONYSÁG NÖVELÉSÉNEK EGY LEHETSÉGES MÓDJA: AZ I4F TECHNOLÓGIA, A MAGYAR FEJLESZTÉS

Az előzőekben bemutatott helyzetkép alapján jól látható, hogy a légi tűzoltás hagyományos módszere milyen sok nehézséggel jár, és milyen jelentős veszteségekkel működik. A bemutatott hazai fejlesztés a fenti problémák jelentős részét képes lehet megoldani, és így a veszteségeket is a jelenlegi töredékére csökkenteni.

A technológia az I4F nevet viseli, amely az Instant Foam Fighting Forest Fires (azonnali habbal oltás az erdőtüzek ellen) angol elnevezés kezdőbetűiből alkotott rövidítés. (9. ábra)

A fejlesztési projekt is ezt a nevet viselte, amelynek költségeit az EU Horizon 2020 program biztosította, közel 900 ezereuró támogatással. [21] Ennek a fedélzetre kerülő részéért, a tartályokért és az azokhoz kapcsolódó kiegészítőkért az R-Fire Kft. volt a felelős. A nyitott tetejű szállítási formák jelentős veszteségei miatt a fejlesztés már a kezdetektől a repülőgépek és helikopterek belső terében elhelyezhető tartály irányába indult el. A kutatócsoport már a projekt elején megfogalmazta, hogy a víz korlátozott oltási képességét meg kell növelni. Ezt úgy sikerült elérni, hogy habképző adalékanyag hozzáadásával a kibocsájtott oltóanyag már nem pusztán víz lesz, hanem olyan hab, amely a tapasztalatok alapján háromszor nagyobb, azaz kb.  $5 \text{ kgm}^{-2}$  helyett akár  $15 \text{ kgm}^{-2}$  mennyiségben képes a lombzat felszínén maradni. [22] Ezáltal, a víz oltási képességét, amely tiszta formában kb.  $3,5 \text{ MWm}^{-1}$  tűzintenzitásig képes hatékonyan oltani, kb.  $10,5 \text{ MWm}^{-1}$  értékig sikerült emelni. A hab alkalmazása egyéb előnyöket is nyújthat. Tudjuk, hogy a tűzoltó haboknak létezik ún. szigetelő hatása is, amelyet a fejlesztés során laboratóriumi mérésekkel is sikerült meghatározni. Ennek lényege, hogy a tűzoltó habbal védett felületek kb. kétszer olyan hosszú ideig állnak ellen a meggyulladásnak, mintha csak ugyanolyan tömegű víz hőelvonó-képességével védenénk azokat. [23] A fenti adatokat összeszorozva azt kaptuk, hogy az I4F technológia eredményeként



8. ÁBRA. Az ütési energia nagyságának összehasonlítása a víz hőelvonó képességével (A szerző szerkesztése)

akár  $20 \text{ MWm}^{-1}$  tűzintenzitásig is lehetséges az oltás, amely mintegy hatszorosa a vízének, így eléri a szakma által eddig a leghatékonyabbnak tartott, de sokkal költségesebb és környezetszennyezőbb retardánsok értékét. Összehasonlításként, egy fenyő lombkoronája kb.  $8 \text{ MWm}^{-1}$  tűzintenzitással ég, a heves égésű frontvonalak intenzitása elérheti a  $14 \text{ MWm}^{-1}$  értéket, de a  $18 \text{ MWm}^{-1}$  tűzintenzitást már csak kevés tűz haladja meg. A fentiek alapján, az I4F technológia alkalmazása a vízzel oltás korlátait jelentősen túllépi, és képes lehet a jelenlegi tüzek döntő többségét megszüntetni.

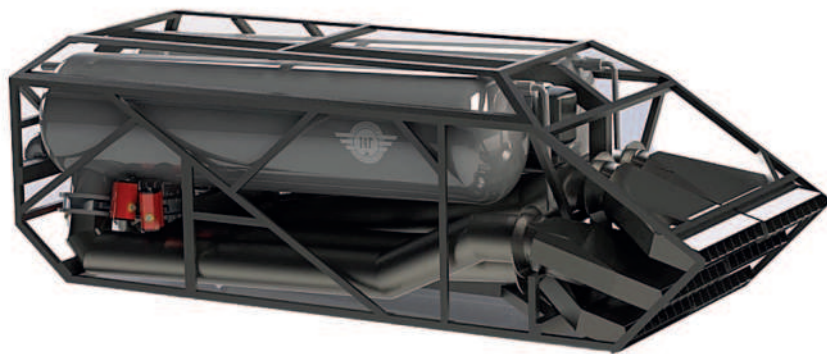
A habbal oltás technológiáját választva a kutatócsoport elérte, hogy az a kibocsájtott oltóanyaggal magas intenzitású tüzek oltására is alkalmas legyen, a kibocsájtási veszteségek ezzel azonban még nem csökkentek. (10. ábra) Ahogyan korábban bemutattam, az egyik legnagyobb problémát a kiáramló oltóközeg és a környező levegő sebessége közötti különbség okozza, vagyis emiatt „robban” szét az oltóanyag, és okozza mind az erőteljes porladást, mind



9. ÁBRA. Az I4F technológia földi tesztjének egyik eredménye a) és egy légi teszt drónnal készített képe b) (A szerző felvétele)

## HIVATKOZÁSOK

- [1] 2011. I. 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról;
- [2] 26/2021. (XII. 17.) HM rendelet a honvédelmi ágazat katasztrófák elleni védekezésének irányításáról és feladatairól;
- [3] Szerényi-Salamon, T., Somogyi, Z. (2023) A Magyar Honvédség légi tűzoltó képességének fejlesztési lehetőségei, *Haditechnika*, 57 (5) pp. 51–56.;
- [4] Xanthopoulos, G., Leone, V., Delogu, G.M. (2020) The suppression model fragilities: The “firefighting trap”, *Extreme Wildfire Events and Disasters*, 2020, pp. 135–153. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815721-3.00007-2>;
- [5] Byram, G. M. *Combustion of Forest Fuels*, In: *Forest Fire: Control and Use* (1959) pp. 61–89. New York: McGraw-Hill, United States;
- [6] Alexander, M. E., Cruz M. G. (2012) Interdependencies between flame length and fireline intensity in predicting crown fire initiation and crown scorch height, *Int’l Journal of Wildland Fire*, 21, pp. 95–113. <https://doi.org/10.1071/WF11001>;
- [7] Restas, A. (2023) Examining the Effectiveness of Aerial Firefighting with the Components of Firebreak Requirements and Footprint Geometry—Critics of the Present Practice. *Fire*, 6, 351. <https://doi.org/10.3390/fire6090351>;
- [8] Simon B; Crowley C.; Franco F. (2022) The Costs and Costs Avoided From Wildfire Fire Management—A Conceptual Framework for a Value of Information Analysis. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.804958/full>;
- [9] Restas, A. (2020) Hungarian - Slovakian Cooperation Making Aerial Firefighting More Effective: Error Analysis. In: Makovicka O, L., F., Zelinka, S. (eds) *Wood & Fire Safety*. WFS 2020. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41235-7\\_54](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41235-7_54);
- [10] Christopher, B. (2016) Does Using Airplanes to Put out Forest Fires Actually Work? *Priceconomics*, 11.07.2016, <https://priceconomics.com/does-using-airplanes-to-put-out-forest-fires/> (Letöltve: 2022.8.22.);
- [11] Szelestey, Gy. (1974) Áramlástan IV. Helikopter aerodinamika, Tankönyv, Szolnok, Kilián György Repülő Műszaki Főiskola p.130.;
- [12] Jambrik, R. (2007) Légi támogatás nélkül nehéz lett volna, *Védelem*, 14 (6) pp. 51–53., Budapest, ISSN: 1218-2958;
- [13] „Super Puma Fire Fighting Routine Training Mission Swiss Air Force at Axalp 2012,” <https://www.youtube.com/watch?v=Shn5ChpOHGs> (Letöltve: 2015.12.6.);
- [14] Restás, Á. (2012) Légi tűzoltás instant habbal: I4F technológia, *Repüléstudományi Közlemények* 24 (2) pp. 490–501.;
- [15] Hardy, C. *Chemicals for Forest Fire Fighting*. Study (1985) NFPA, National Fire Protection Association, Boston, United States;
- [16] Plucinski, M. P.; McCarthy, G.; Gould, J. (2005) *Aerial Suppression Experiment*. Ensis Technical Report No: 153, Ensis, Bushfire Research CSIRO, Cambridge, Tasmania, Australia, 21-23.02.2005;
- [17] Tomé, M.; Borrego, C. (2002) Fighting wildfires with retardants applied with airplanes. *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*, Viegas (ed.) Millpress, Rotterdam, p. 133, ISBN 90-770117-72-0;
- [18] Csontos, P., Cseresnyés, I. (2007) Feketefenyvesek tűzveszélyességi viszonyainak elemzése. In: Csontos P. (ed.) *Feketefenyvesek ökológiai kutatása*. Scientia Kiadó, Budapest, pp: 57–79.;
- [19] Satoh, K., Maeda, I., Kuwahara, K., Yang, K.T. (2005) A Numerical Study of Water Dump in Aerial Fire Fighting. *Fire Safety Science*, 8 pp. 777–787. <http://doi:10.3801/IAFSS.FSS.8-777>;
- [20] Pekić, Z. (2007) High rate spray technique – a new way for effective aerial wildfire suppression. *Wildfire 2007 Conference Seville, Spain*, 14-17.05.2007;
- [21] I4F – Instant Foam for Fighting Forest Fires, EU Cordis, Horizon 2020, Grant agreement ID: 711160 <https://doi.org/10.3030/711160>;
- [22] Restás, Á. (2014) Suppression capability of foams used fighting against forest fires with the test of weight rate remained on the crown surface R-10A Method - weight effectiveness experiment, In: Domingos, X.V. (ed.) *Advances in Forest Fire Research*, Coimbra, Portugália, 1529–1536. [https://doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6\\_168](https://doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6_168);
- [23] Restás, Á. (2014) Results of the R-20F Method for Measuring the Water Equivalence of the Isolation Effect of Foams Used in Fighting Forest Fires, In: Domingos, X.V.(ed.) *Advances in Forest Fire Research*, Coimbra, Portugália, 1485–1495. [https://doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6\\_163](https://doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6_163)



10. ÁBRA. Az R-Fire Kft. közreműködésével fejlesztett I4F technológiájú fedélzeti tartály első prototípusáról készült grafika. A kompozit anyagból készült nyomástartó edényt a légi járművek fedélzetére installálják (Forrás: fejlesztői csoport)

a szabálytalan szórás képét a felszínen. Ennek kiküszöbölésére a kutatók olyan nyomástartó edényt terveztek, amelyből az oltóanyag közelítőleg olyan sebességgel távozik a helikopterből, mint amilyen sebességgel a légi jármű előre felé repül. Így a kiáramló hab és a levegő között nincs jelentős sebességkülönbség, ezért annak szerkezete egyszerűen nem roncsolódik, másrészt az áramlását szabályozó sugárcsövek biztosítani tudják, hogy a korábbi ellipszisforma helyett a szükséges szélességű, geometriai veszteségektől mentes habtakaró jöjjön létre. A számítások azt mutatják, hogy a tűz jellemzőitől függően ugyanannyi oltóanyaggal az I4F technológia akár ötször olyan hosszú védelmi vonalat is létrehozhat, mint a jelenleg alkalmazott hagyományos technológia. [7]

Bár a fejlesztés során elkészített prototípus eredményei sokkal jobbák, mint az a kezdetekben várható volt, az I4F jelenlegi állapotában még nem piacépes termék. Az oltás folyamatát rendszerben elképzelve szükség van egy földi töltőállomás megépítésére, amely lehetővé teszi, hogy a jelenlegi egyedi tartályfeltöltések helyett, ez sorozatban történjen. Ezzel a megoldással egyszerre legalább két helikoptert lehet váltásban kiszolgálni, óránként akár 8 felszállással. A fejlesztők

szeretnék továbbá a tartály és az oltóanyag jelenlegi 1:2 tömegarányát 1:3-ra javítani, amely további jelentős hatékonyságnövekedést jelentene. A hab jellemzőin is javítani kívánnak. A hagyományos habképzéssel már sikerült a stabilitást időben közel megháromszorozni, azonban az I4F technológia esetében ehhez még némi fejlesztés, kísérletezés szükséges.

## ÖSSZEGZÉS

A légi tűzoltás egy több összetevőből álló komplex folyamat, amelynél a repülőgépek technikai jellemzői mellett a tűzoltástaktikai sajátosságokat is figyelembe kell venni. A hatékonyság kérdésénél nem elég csupán szállítási mennyiségeket vizsgálnunk, az oltóanyagban rejlő oltási képességeket is számításba kell vennünk. Az oltóanyagra, még ha az víz is, másként kell gondolnunk, mint korábban, hiszen a tartályba, fedélzetre kerülve már csak korlátozottan rendelkezésre álló erőforrásként vehető figyelembe. A hatékonyság növelése érdekében a repülőgépek lehetőségei mellett az oltóanyagban rejlő képességeket is maximálisan ki kell használni. A bemutatott I4F technológia egyszerűen a víz hűtőhatásának optimális kihasználására, másrészt, a hagyományos szórás kép geometrikus hibáinak megoldására törekszik. ■



11. ÁBRA. A hagyományos (bal) és az I4F technológia (jobb) kibocsájtási képe közötti különbség. [9] Az eltérő módszer 2,4 kgm<sup>2</sup> fedettségi szint esetén 35 m (bal) és 175 m (jobb) hosszú hatékony oltási sáv kialakítását teszi lehetővé, jelentős előnyt biztosítva az új technológiának



HAJDU PÉTER\*

# A MAGYAR PHÖNIX C.I-ES REPÜLŐGÉPEK TÖRTÉNETE

## II. RÉSZ

5. ÁBRA.  
A mátyásföldi hangárban  
álló aszódi gyártású  
Phönixeket még a Lloyd-os  
géppuskakörssínnel  
szerelték fel  
(Forrás: Winkler Aero Archiv)

**A szerző cikksorozata első részében bemutatta a Phönix C.I repülőgép fejlesztését – annak részeként a Sparmann szárnyat – és a fronttaszlatok alapján végrehajtott módosításokat. Ismertette az első Magyarországra került Phönix C.I-es bevetéseit.** A tanulmány második részében az aszódi gyártású, és a Nemzeti Hadsereg által vásárolt osztrák Phönixek történetét mutatja be.

### A VÖRÖS CSILLAGOS LLOYD PHÖNIXEK

Az aszódi Magyar Lloyd Repülőgép és Motorgyár Rt.-t Heinrich Bier alapította, aki egyben a lipcsei Deutsche Flugzeug Werke (DFW) műszaki igazgatója is volt. A DFW leányvállalata-

ként, a magyar cég 1914 májusában az aszódi állami nevelőintézet karos-széria- és asztalos üzemébe települt [29] [41]. Kezdetben az intézet lakóival és néhány lipcsei munkással indult el a gyártás. A háború első felében a saját fejlesztésű Lloyd felderítő repülőket (C. I.–V. szériákat) gyártották, amely példányok vegyes fogadtatásra találtak a frontokon. 1917-től Aviatik C.I-es felderítő és D.I-es vadászrepülőgép licencgyártására tértek át, de meglehetősen nagy munkaráfordítással, amit az [29] [41] elkészült alacsony darabszám bizonyított (a háború alatt 400 munkás 279 repülőgépet adott át). A gyárban<sup>12</sup> jelentős repülőgép-fejlesztés is folyt: 20 darab prototípust építettek az évek során, de azok többnyire nem voltak sikere-

sek, ezért tértek át a bevált licencképző gyártására [29] [37] [41] [44]. A termelést budapesti telephelyű beszállítók is segítették, köztük a benzintartályokat és a jellegzetes motorhűtőt készítő Automobil Hűtőgyár (Hefa), a Daimler-motorokat is gyártó Magyar Általános Gépgyár (MÁG) vagy a jó hatásfokú, korszerű légcsavarkat szállító Első Magyar Légcsavargyár. [29] [37] [41] [44]

A háború végén az aszódi Lloyd gyárban két típust gyártottak, az egyik a 225LE-s Daimler-motorral felszerelt Aviatik-Berg D.I-es vadászgép volt. A 348-as sorozatszámú gépből 70 db készült el 1918. október 31-ig, de ezek többsége motor nélkül állt a gyárban, és idővel átkerült a cinkotai repülőszertárba. Csak 10 db motoros

<sup>12</sup> Az aszódi Lloyd gyárról, és az ott készült repülőgépekről bővebben: Horváth Fruzsina, Moharós István, Pokorádi László, „A Magyar Lloyd Repülőgép és Motorgyár Rt. története” Haditechnika LII. évf. 2. szám (2018): 65–71. o. DOI: 10.23713/HT.52.2.14

\* Repüléstörténelmi kutató, szakíró. ORCID: 0000-0002-8841-4173



példány került a vörös repülőcsapatokhoz 1919. áprilisában. [28] [29]

A másik repülőgép a Phönix C.I fel-derítő volt 49-es sorozatszám- mal, amelyből 100 darabot rendeltek, és 1918. december és 1919. március között kellett volna elkészülniük. [24] [29] Ok- tóber 31-én 20 darab gyártásáról je- lentették, hogy „folyamatban” volt, de a rendelkezésre álló forrásokban nem lelhető fel, hogy ezek közül mennyi készült el [29]. A Lloyd gyárat 1919. áp- rilis 20-án be akarták olvasztani a má- sik két magyarországi repülőgyárba, ennek elkerülése érdekében nyers- anyagokat szereztek, és felpörgették a gyártást. A Bergek mellett további 15 új Phönixet szereltek össze. Masson

Tivadar üzemvezető visszaemlékezé- sében összesen 35 befejezett gyors- felderítőt említ [29]. Az eredeti 121-es osztrák Phönixektől a Lloyd-os 49-es sorozatúak több eltérést is mutatnak. Hiero motor helyet kisebb teljesít- ményű Daimler-motorokat használtak. A motorburkoló lemezek is eltértek<sup>13</sup>, azokat az osztrák gyártásúakkal ellen- tétben felül is takarólemezrel látták el. [24] A megfigyelőülés géppuska- tartó körsínje is különbözik a két gyártás között [24], az aszódi oldalról is zárt lett, a légáramlást segítő rések- kel ellátott eredeti („kései”) verzióval szemben. Nem maradt fenn azonban adat arról, hogy hány példányt láttak el ténylegesen 200 vagy 225 LE-s Da-

imler-motorral [29]. Mivel néhány da- rab került ki a csapatokhoz, valószínű, hogy a Phönixek egy része is motor nélkül állhatott a gyárban vagy Cinko- tán. A rendelkezésre álló fényképeken azonban kizárólag 225 LE-s motorral voltak felszerelve.

Amivel még kitűntek a Phönixek az 1919-ben épült magyar repülőgé- pek közül, az a tereptarka festés volt [41]. Az alapszín két fajta szürke volt, a faroknál sötétebb árnyalattal, lásd 49.11-est [10. ábra]. Erre mázoltak két tónusú kamuflázst, az egyik vélemény szerint szürke-sötétszürke<sup>14</sup> színűt, más vélemények szerint világossá- ga-középszöldet. [24] Az utóbbit erősí- ti az a vászondarab, amit egy hasonló mintázatú Phönix roncsról vágtak le az olasz fronton. [24] Az anyag zöld színű volt. Érdekeség, hogy a vörös csillag felségjelet nem fehér négyzet- be mázolták – ahogy a többi gépen –, hanem a csillagot csak egy párcentis fehér színű sávval keretítették.

Néhány írott forráson kívül csak fotókra támaszkodhatunk a „vörös” Phönixek alkalmazásával kapcsolat- ban. Először a Kaposvári 1. Vörös Re- pülőszázad 1919. május 12-ei jelentésé- ben [35; 111. o.] szerepel a 49.01-es és a 49.02-es lajstromú Phönix. Ez való- színűleg csak terv volt, mert se előtte és utána sem szerepelnek a nyilván- tartásokban Phönix C.I-esek Kaposvá- ron, és a visszaemlékezők sem tesznek róluk említést.

A Rákosi 3. Vörös Repülőszázad azonban bizonyíthatóan repülte a tí- pust. Az oda beosztott Troján Gyula memoárjában [31] írja, hogy a rákosi repülőtéren „három nagy pony- va-hangár állott, tele U.C.I., Phönix és Brandenburgi típusú gépekkel”. Írásos jelentésben [30] egyszer sze- repelt, a század fényképésze, Üve- ges József által készített fotókon azonban legalább négy Phönixet használt az egység. A 49.02, 49.03, 49.05 és egy ismertelen azonosító számú „másfélszárnyú” látható a ké- peken. Az ismertelen lajstromszámú (amivel Szopkó Jenő és Bencze Ist-



6. ÁBRA. Szopkó Jenő és Bencze István által repült és balesetet szenvedett, orra állt, ismeretlen lajstromszámú gyorsfelderítő gép a rákosi repülőtéren, amit tévesen a 49.03-asként azonosítottak. A szárnyak felső részén téglalap formájú utólagos javítások a). A rákosi repülőtéren szintén orra állt a 49.03-as. Jól látható, hogy a foltozása, a csillagok nagysága eltér az a) képen látható Phönix C.I-estől b) (Forrás: Winkler Aero Archív)



<sup>13</sup> A felső szárnyak törzs feletti része és a motor karbantartó nyílásai is különbözök, de az aszódiakról hiányoznak olyan „apróságok”, mint pl. az áramvo- nalas burkolatú iránytű a pilótafülke külső jobb oldalán.

<sup>14</sup> A korabeli festéssel kapcsolatban csak egyetlen megbízható forrással rendelkezünk: a bécsi Technisches Museumban kiállított Aviatik-Berg D.I típusú 101.37-es jelzésű repülőgéppel. A megmaradt eredeti festést szerteágazó és alapos műszeres vizsgálatnak vetették alá. Az eredmények alapján a 1918- as színek hasonlítanak a következőkre, a német RAL színskála szerint: RAL 7036 platinaszürke; RAL 7012 bazaltszürke; RAL 1015 világos elefántcsont (sárga).



7. ÁBRA. A 225 LE-s Daimler-motorral felszerelt 49.05-ös. A rendelkezésre álló fotók alapján a vörös csillagos Phönixeket ezzel a motorral látták el (Forrás: Winkler Aero Archiv)

ván balesetezett) repülőgép több hazai és külföldi kiadványban [24] tévesen 49.03-asként szerepel, pedig a két gépnek eltérő a foltozása. Nem is beszélve arról, hogy a Szopkó-Bencze-féle gép a jobb szárnyára fordult (6.a ábra), míg a 49.03-as a balra (6.b ábra). A 3. század kimutatásában a Szopkó-Bencze páros csak egyszer repült együtt: 1919. 04. 29-én, Rákos – Vác – Ipoly-völgye – Pálmonostor – Rákos útvonalon felderítés-propaganda feladattal, de a repülő típusát és számát nem adták meg [31; 45. o.]. (Összehasonlításként, a konkurens UFAG C.I-ből akár 16-17 bevetésre alkalmas példány is volt egyszerre a vörös repülő századoknál, jelezve, [25] hogy a gyorsfelderítőknél melyik típus dominál.)

Május 25-én Miskolcot súlyos légitámadás érte [28], a bombázásban öt halott és nyolc sérült maradt a város utcáin. A környéken repült a csehszlovákok 27.19 jelzésű Brandenburg gépe, a 2. Letecká Setnina<sup>15</sup> állományából. A repülőt Miskolc felett váratlanul lövedékek érték, a cseh legénység szerint a lövések egy „bolsevik Phönix típusú gépről” jöttek. [28] A megfigyelő géppuskatüzének fedezete mellett sikerült elmenekülniük. A csehszlovákok jól ismerték a 121.50 jelzésű<sup>16</sup> Phönix C.I-est, ami az egyetlen ismert „másfél szárnyú” repülőgépként harcolt

a magyarok ellen. [28] [43; 22–27 o.] Magyar részről egyetlen bevetés [31] ismert a környéken, éppen a vörös 3. repülőszázadtól, de ismét nem jelentették le a gép lajstromszámát. Skokán János pilóta, Erthner (?) Lajos megfigyelővel 06:45-kor szállt fel és repült Rákos – Tiszaluc – Szikszó – Sajószentpéter – Miskolc – Mezőtárkány útvonalon, és végzett felderítést, valamint repülőtér-keresést. Mezőtárkányon motorhiba miatt leszálltak, javítás után, 09:45-kor ismét felszálltak, és ott landoltak 11:55-kor. Ha a bombázás időpontját – 09:15 körül – figyelembe vesszük, megvan a kokárdás Brandenburg lehetséges támadója. A Rákosi század, végül egy



8. ÁBRA. A háttérben egy nem azonosítható aszói gyorsfelderítő áll. A század fotográfusának, Üveges Józsefnek köszönhetően, kizárólag a felvételekről tudható, hogy ezek a repülők egyáltalán léteztek (Forrás: Winkler Aero Archiv)



különítménnyel Pásztóra, majd Losoncra települt [31; 40–46. o.], onnan támogatta a földi csapatok harcait.

Július 20-án a Tiszai offenzíva támogatására a [31][36][40] század nagy része – négy üzemképes repülővel – a mezőtárkányi leszállóhelyre települt, ott az egyik nem azonosított Phönixről fénykép [27] is készült. Onnan hamarosan Ongára repültek [30] át. Július 28-án történt az egyetlen dokumentált [30; 16. o.] vörös Phönix-bevetés: Kremo Ambrus pilóta és Nagy-Józsa György megfigyelő, a 49.02-sel 11:00-kor startolt Ongáról és Tiszafüred térségében végeztek felderítést, majd 12:05-kor landoltak. A megfigyelő szerint ellenséget nemigen láttak. A Tiszai front napokon belül összeomlott [36][40], a repülős

9. ÁBRA. A mezőtárkányi leszállóhelyen álló ismeretlen Lloyd Phönix. Onnan hamarosan Ongára települtek, itt a 49.02-es bevetést repült a Tisza felett (Forrás: Winkler Aero Archiv)

<sup>15</sup> A csehszlovák 2. repülőszázad. Általában 2-4 bevethető repülővel rendelkeztek. 1919. 04. 12-én érkeztek a kassai repülőtérre, 06. 03-án visszatértek feltöltésre Maraticébe. Június közepén Igló repülőtérre költöztek, de 06. 20-án a vihar megrongálta a hangárt és a repülőgépeket, így gyakorlatilag kiestek a hátralévő harcokból. 33 bevetést végeztek, főleg Miskolc – Putnok – Csap térségében. [24][28][40]

<sup>16</sup> Az 50-es az első a „kései gyártású” 121-esek közül, és abban ugyancsak első, hogy az új kétszínű, felhőszűrő árnyékolású kamuflázssal festették le (mint az aszói gyártásúakat). Rögtönözve egy régi csövázás géppuska körsínnel szerelték fel a gépet, amely 1918 decemberétől a prágai repülőszázadhoz tartozott, onnan helyezték át 1919 májusában a 2. repülőszázadhoz. Ott a V. 27., VI. 09., VI.17. állományjelentésekben szerepelt. [24][28]



**10. ÁBRA.**  
Román tiszt áll  
a 49.11-es számú gép előtt.  
Megfigyelhető az üzemi  
alapozó festés,  
és a kis gyári szám  
(Forrás: Winkler Aero Archiv)

**11. ÁBRA.**  
A titokban vásárolt osztrák  
gyártású 121.82-es a Nemzeti  
Hadsereg állományában  
a H-HP.2 lajstromszámot  
kapta. Gyári világosszürke  
vászonnal burkolták, és  
Priesel géppuskakörsínnel  
szerelték fel  
(Forrás: Winkler Aero Archiv)



alakulatok is igyekeztek visszavonulni a Dunántúlra [28].

A július végi vesztes tiszai ütközetek után a Tanácsköztársaság Kormányzótanácsa augusztus 1-jén lemondott, majd a románok augusztus 4-én bevonultak Budapestre. Aszódon négy üzemképes repülőgép állt a gyár hangárjában [38]. A román dzsidások érkezése előtt a csillagokat fehérre festették, és az egyik gépnek sikerült az ágyútűzben felszállnia és elrepülnie. „A repülőteret átvették Olario főhadnagy vezetésével. A megmaradt három gépet lefoglalta és útrakész állapotba rendelte. Az első gépet berepülésnél a pilóta fejre állította, légcsavartöréssel, szárny sérüléssel nem mehetett útra. A második gépen a tér közepén a motorindításnál a gázosító visszavágott, a benzin meggyulladt...” [38] és csak a harmadiknak sikerült a kilátásba helyezett botozás miatt elrepülnie.

A gépek típusára nem volt utalás, de az nem életszerű, hogy magyar pilótát román kísérő nélkül engedték volna felszállni. A hivatalos HM kárjelentés [46, 45. o.] alapján az aszódi repülőgyárban 4 db kész, motorral ellátott Phönixet zsákmányoltak a románok, egyenként 190 000 korona értékben. A cinkotai anyagszertárból elvittekről nincs pontos [45] [47] adat, mert a repülőgéptípusokat nem jelölték. Román források [47; 40. o.] szerint a 49.03, 49.05, 49.10, 233.32 (?) Phönixeket zsákmányolták. Fénykép alapján tudjuk, hogy a gyári festésű 49.11 is (10. ábra) román kézbe került. Napjainkban a dokumentumok és források hiánya miatt nem tudunk pontos választ adni arra a kérdésre, hogy a közel három tucat magyar Phönixnek többségének mi lett a sorsa.

Továbbá arról sincs információ, hogy a Dunántúlra menekült repülők között voltak-e Phönixek. A vörös repülőcsapatok közül a mátyásföldi 8. harci repülőszázad (121.53-as üzemeltetője) és a győri 4. repülőszázad teljesen, a kaposvári 1. repülőszázad kis mértékben, a kecskeméti 5. repülőszázad nagyrészt át tudta menteni repülőanyagát<sup>17</sup> és vonatját Szombathelyre [28] [46]. A rákosi 3. repülőszázad vonatszerelvényét a románok Gödöllőnél [38] [46] elfogták, de a repképes repülőket korábban sikerült [46; 41. o.] a Dunántúlra biztonságos helyre<sup>18</sup> átrepülni. A néhány nappal korábban [27] bevetést repülő 49.02-es se szerepel a zsákmánylistában, egyike lehetett azoknak az eszközöknek, amelyeknek sikerült az átrepülés. Azt is tudjuk, hogy a rákosi repülőtéren feltöltés alatt álló 7. repülőszázad pilótái is parancsot kaptak a működőképes repülő átrepülésére [31]. Hány László parancsnok 20 évvel később [28] harminc repülőgépre emlékszik Szombathelyen, de csak kevés volt bevethető a jelentések [32] alapján.

### AZ ELLENFORRADALMI ERŐK 121-ES PHÖNIXEI

A szervezkedő emigráns magyar ellenforradalmi erők – Anti Bolsevista Comité (ABC) – három helyen gyü-

lekezett 1919 nyarán: Bethlen István gróf arisztokratákból, politikusokból álló köre Bécsben, Lehár Antal ezredes különítménye a feldbachi hadifogolytáborban (Grazi csoport), és a francia megszállású Szegeden, a Károlyi Gyula ellenforradalmi kormánya által felállított, Horthy Miklós vezette Nemzeti Hadsereg. [40] Repülőgépekkel csak a szegediek rendelkeztek [33][43], itt volt Magyarország legnagyobb repülőállomása a volt 5. (Flek- Fliegerersatzkompanie) repülőpótszázaddal, és egy repülőgép-javító műhellyel. Ide sikerült részben átmenteni a korábbi Flek 9. és 15. aradi repülőit is, és további néhány gép átmenekült a lugosi és az újvidéki repülőterekről is [34]. Kiképző alakulatokról lévén szó, a repülőgépek kis teljesítményű kiképzőrepülőgépek voltak. A háború vége felé használták a frontról kivont, de ezektől némileg modernebb Brandenburg B.I-es és C.I-es repülőket is. Ez az eszköz- és pilótaállomány kiegészült a vörös uralom elől átmenekített repülőekkel, és személyzetükkel. [33][43] A június 6-án felállított szegedi 1. repülőszázad 8 db kétüléses repülővel alakult meg. A franciák engedélyével június végétől felderítő és propaganda bevetéseket végeztek az Alföld felett [33][43], nemzeti háromszínű jelzéssel, de töltetlen géppuskákkal. [39] A javítóműhely üzemszünete miatt, egyes jelentések szerint 50 db gép [33] várt javításra.

A katonai vezetés július 27-én azzal a kéréssel fordult a hadügyminiszterhez, hogy Bethlen grófon keresztül Bécsből szerezzenek be gépeket, mivel „a jelenleg rendelkezésünkre álló, illetve a közeljövőben Szegeden elkészülő csekély számú géppel (összesen 10 gép) a repülő csapatok nem lesznek képesek a rájuk háruló feladatoknak (propaganda, felderítés, harcban való részvétel, bombatámadások, összeköttetés a csapatok között stb.) megfelelni”. [33; 47. o.] Öt repülőszázad felállítását tervezve, 40-45 repülőgép megvásárlását

<sup>17</sup> Ezekből 3 db átrepült Szombathelyre, a nem repképeseket vasúton szállították. (Népszava, 1979. 03. 21).

<sup>18</sup> Bár augusztus 4-én Budapestet elfoglalták a román csapatok, Vácon és Nagymaroson még augusztus 6-án is keltek át a Dunán jelentős magyar csapatrészek, és lehettek köztük a repülő alakulatokhoz tartozó személyek, illetve alegységek is. Csak a Székely Dandár 3600 fővel, 8 üteggel, 1200 málhás állattal érte el a Dunántúlt [38] (Visegrádrol távirón kapcsolatba léptek a Nemzeti Hadsereggel).





12. ÁBRA.  
A miskolci repülőterre telepített H-OP.19-esről már leszerelték a géppuskakörsínt. A repülőállomást a politikai helyzet alakulása miatt építették ki (Forrás: Winkler Aero Archiv)

tartották szükségesnek. Egy héttel később már csökkentek az igények, eszerint: „...a közeljövőben bekövetkező hadműveletek végrehajtásához Bécsből sürgősen Szegedre küldendő ... lehetőleg nagyszámú, de legalább 12 repülőgép, 600 km-t felülmúló akciórádiusszal, a gépek nagyobb részének a pilótán kívül megfigyelő befogadására is alkalmasnak kell lennie...”. [33;47. o.] Az anyagi források rendelkezésre álltak, ugyanis korábban az ABC-hez tartozó tisztek egy csoportja Magyarország (Tanácsköztársaság) bécsi nagykövetségéről 1919. május 2-án jelentős mennyiségű pénzt rabolt el [40]. Ebből a pénzből finanszírozta Bethlen köre az ABC működési és propagandatevékenységét (röplapok, Pester Lloyd újság) és a fegyvervásárlásokat. A szervezkedő ellenforradalmi katonai erőknek puskákat, löszert, teherautókat, rádióállomásokat, repülőket vásárol-

tak, amely eszközöket titkos raktárakban tároltak [40].

Szeptember 1-jén Vogt Valdemár ezredes, a szegedi kormány bécsi katonai megbízottja jelentette, hogy nyolc – indulásra kész – repülőgép áll a Bécs melletti Hengersdorf magánrepülőterén további utasításra várva, és két javítás alatt álló együléses<sup>19</sup> repülőgépet a Phönix repülőgépgyártól megvásároltak [32]. A Hengersdorfban álló repülőgépek osztrák gyártású, Phönix C.I kétüléses gyorsfelderítők voltak. [26] [35] Ezek hazahozatalára azonban csak 1920 elején került sor, valószínűleg a fehérterrortól érkező hírek hatására a szociáldemokrata osztrák vezetés visszatarthatta a gépeket. [35]

A Dunántúlra 1919 augusztus elején bevonuló Nemzeti Hadsereg szétverte az ellenálló vörös alakulatokat<sup>20</sup>, de a katonák többsége – köztük a megmaradt repülőegységek –, átállt hozzájuk. Szombathelyen a repülőgépek

csillagait fehérre mázolták, rájuk pedig fekete „H” betűt festettek. [28] [35] [40]. Augusztus 13-án a fővezérség Siófokra<sup>21</sup> költözött, ahol 2-3 egykori győri repülőgépből, a szegediekkel való kapcsolattartás céljából repülőkülönítményt alakítottak. A gépek néhány röpcédulaszóráson kívül főleg futárszolgálatot végeztek a különböző repülőterek között [33].

November 14–16. között a Nemzeti Hadsereg bevonult Budapestre. Siófokról és Szombathelyről nyolc repülőgépet Bicskére telepítettek át, a művelet légi támogatására. [36] Ezekkel a gépekkel töltötték fel a korábban megalkotott budapesti repülőszázadot. A Szombathelyen maradt század további két működőképes Fokkert jelentett decemberben. [36] A siófoki különítmény és a szegedi két század (egyik kiképző) is hasonlóan csak néhány bevethető géppel rendelkezett [33]. Egy 1919. december 28-i keltezésű ki-

<sup>19</sup> A Phönix D.I-es vadászrepülőkről bővebben: Czirók Zoltán. „A póttankos haditengerészeti vadászgépek rejtélyei” Haditechnika LVI. évf. 1. szám (2022): 72–75. o. DOI: 10.23713/HT.56.1.15

<sup>20</sup> Több településen polgárháborús helyzet alakult ki, például Székesfehérváron csak páncélvonatok bevetésével tudták a helyi vöröskatonákat lefegyverezni. Harci repülőik bevetéséről nem tudunk, ennek egyik oka lehet, hogy szigorú repülési tilalmat rendelt el a Nemzeti Hadsereg parancsnoksága.

<sup>21</sup> A Nemzeti Hadsereg vonulását Szegedről repülőgépek is biztosították: augusztus 3-án, 4-én és 5-én Haág Ágoston pilóta és Sanweber József megfigyelő a Dél-Alföld felett végzett felderítéseket, majd augusztus 13-án Cserich Ferenc egy Brandenburg repülőgéppel Horthy Miklóst repülte át Siófokra.

13. ÁBRA.

A festése és a betűk formája alapján a H-HP.3-aszódón polgárisították. A jobbra lévő korábbi 121-es azonban Szegeden alakíthatták át, a kis „H” felségjele egyik ismert „javított” Phönixszel megegyezik  
(Forrás: Winkler Aero Archiv)



### HIVATKOZÁSOK

- [24] Varriale, Paolo. Phönix C.I [Windsock Datafile 150], Albatros Productions Ltd., Berkhamsted UK. 2011.;
- [25] Czírók Zoltán. „Az UFAG C.I felderítőgép I. rész”, Haditechnika 2012. 4. sz. pp. 16–21.
- [26] Bonhardt Attila, Sárhídi Gyula, Winkler László. A Magyar Királyi Honvédség fegyverzete Budapest: Zrínyi Kiadó, 1992;
- [27] Czírók Zoltán. Katonai repülő Mezőtárkányon – 1919. A Heves Megyei Levéltár közleményei 19., Eger 2010. pp. 177–190.;
- [28] Czírók Zoltán. „Az első légi háború Magyarországon felett – 1919.” Hadtörténelmi Közlemények 124. évf. 2. sz. (2011). pp. 335–364.;
- [29] Czírók Zoltán. „A magyar repülőcsapatok 1918–1919. évi történetéhez” Hadtörténelmi Közlemények, 122. évf. 3. sz. (2009) pp. 603–634.;
- [30] Czírók Zoltán. „Repülőszázadok Ongán – 1919” 4. rész. Ongai Kékdaru. 2010. február pp. 10–11. <http://www.okeonga.hu/kekdaru/1002> (Letöltve: 2020.2.12);
- [31] Czírók Zoltán. „Hadirepülő Rákoson (1918–1919).” Magyar Repüléstörténelmi Társaság évkönyve, 2011. pp. 33–48.;
- [32] Czírók Zoltán. „Az „E-akció”, avagy kísérlet a magyar katonai aviatika megmentésére – 1920–1921.” Hadtörténelmi Közlemények 126. évf. 3. sz. (2013) pp. 791–801.;
- [33] Czírók Zoltán. A szegedi katonai repülés első világháború utáni történetéhez. Belvedere Meridionale, 2006. 7–8. sz. pp. 43–51.;
- [34] Czírók Zoltán. A Monarchia öröksége. Repüléstörténelmi Konferencia Közleményei, 2006. pp. 5–14.;
- [35] Csanádi Norbert, Nagyváradai Sándor, Winkler László. A magyar repülés története. Budapest: Műszaki, 1977;
- [36] Hajdu Péter. „A magyar Fokker D.VII-es vadászrepülőgépek története II. rész” Haditechnika, 2020/4. <https://doi.org/10.23713/HT.54.4.14>;
- [37] Gellért Tibor. Adalékok a magyar polgári demokratikus forradalom és a Tanácsköztársaság légierjének történetéhez. Hadtörténelmi Közlemények, 1965. 3. sz. pp. 502–523.;
- [38] Horváth Lajos. Katonák a Rákos és a Galga mentén 1918–1919-ben. Gödöllő: műv. kp., 1989.;
- [39] Magyar Sándor. Álmodni mertünk. Aero & Rádió Kft. Bp. 1991.;
- [40] Magyarország az első világháborúban. Lexikon. Budapest Petit Real, 1999.;
- [41] Nagyváradai Sándor, M. Szabó Miklós, Winkler László. Fejezetek a magyar katonai repülés történetéből, Budapest: Műszaki, 1986.;
- [42] Olasz Lajos. „Lépések a honi légvédelem kiépítésére Magyarországon az 1920-as években.” Hadtörténelmi Közlemények, 122. évf. 3. sz. (2009) pp. 635–676.;
- [43] Pusztai János. A szegedi repülés története. Belvedere, Szeged 2002.;
- [44] Vajdáné Csizmarik Irén. A Magyar Tanácsköztársaság légierje. Hadtörténelmi Közlemények, 1969. 2. sz. pp. 350–387.;
- [45] 100 éves a Mátyásföldi repülőter, Szerk. Czigler Klára. Kertvárosi Helytörténelmi és Emlékezet Központ, Bp. 2017.;
- [46] Bernád D., A Román Királyi Légierő első magyarországi hadjárata 3., Aero História, Közl. Múzeum, Bp. 1991/aug.,
- [47] Valerin Avram. A román V. repülőosztály 1919-es tevékenysége Magyarországon felett, Aero História, Közl. Múzeum, Bp. 1992/okt.

mutatás szerint, amely közölte a román megszállás utáni „visszamaradt repülőanyagok” mennyiségét, a következők álltak a magyar repülőcsapatok rendelkezésére: 55 használt repülőgép (sárkány) javításra szoruló állapotban, 11 használt repülőgépmotor javításra szoruló állapotban, 36 repülőgéproncs, 12 motorroncs, valamint különböző mennyiségű propellerek, szárnyak, repülőgép-alkatrészek. [32][42] A kis számú bevethető repülőgép létszámát növelni kellett, hiszen a Tiszántúl román, a Dél-Dunántúl (a Pécs – Baja vonal) még szerb megszállás alatt volt. [40]

1920. január 20-án Kenese Valdemár százados jelentette, hogy a Hengersdorffban tárolt repülőgépeket el lehet hozni. Mivel Ausztria blokád alatt tartotta Magyarországot, és a két országban jelentős számú antant katonai misszió is tartózkodott, ezért csak illegális úton lehetett a gépeket hazarepíteni. A pilóták hamis útlevéllel utaztak ki és csempészték haza a Phönix repülőgépeket. Cserich Ferenc főhadnagy egymaga 3 gépet repült át Szombathelyre. A beérkezett nyolc darab 230 LE-s Hiero motoros Phönix C.I-es a 121-es széria kései gyártású példányai voltak. A repülő megfigyelésén a géppuska körsíne még felszerelt állapotban volt, a törzsét világosszürke22 vászonnal burkolták. Nincs pontos adatunk a gyári azonosító számokról, de azt tudjuk, hogy a gépek nem egymást követő gyártási számúak voltak. A 121.82 számú, ami a magyar H-HP.2 számot kapta, azt feltételezi, hogy a 121.81-től kaptuk a gépeket. Ennek azonban ellentmond, hogy a 121.81 és a 121.85 számúak még korábban, az olasz fronton semmisültek meg. [24] Arra sem található utalás

a 121.82 számúról, hogy miért a korai gyártásúakra jellemző Priesel géppuskakörsínnel szerelték fel [24; 28. o.]. Az osztrák eredetű Phönixek egy ideig Szombathelyen állomásoztak. Az elkövetkező néhány hónapban – amíg a repülőgépgyárakat újra üzembe tudták helyezni –, ezek a „másfél szárnyúak” alkották a bevethető gépek gerincét.

Az 1919 szeptemberi osztrák, és az 1920 januárjában a Németországot sújtó rendelkezések híre eljutott a magyar kormányhoz, nyilvánvalóvá vált, hogy a teljes katonai repülés és gyártás megszüntetésével kell számolni. [32][35][42][45] Ennek nyomán a Honvédelmi Minisztérium 37. (légügyi) osztálya megkezdte a várható békediktátum kijátszásának szervezését. A repüléssel kapcsolatos ügyeket sürgősen a Kereskedelmi Minisztérium hatáskörébe utalták. A katonai repülőgépeket polgárisították, fegyvereiket leszerelték, néhányba például sportülést is szereltek, míg a repülőkre civil betűlajstromozást festettek (fehér sávra feltűnően nagy betűket, számokat). [24][26][35] Az osztrák eredetű Phönix repülőgépeket H-HP.1-től – H-HP.8-ig vették nyilvántartásba. [24] Idővel az aszódi gyárban a megfigyelő géppuskakörsínjét leszerelték, a hátsó ülést is utasülésre cserélték, és az aszódi gyártásúakhoz hasonló polgári festést kaptak. [35] Aszódi átépítésről árulkodik az újra festett lajstromszám formája is – ami megegyezik a Lloyd építésűekkel –, közös sablont használtak rajzolták fel a repülőkre. (13. ábra) ■

*(Folytatjuk)*

*Köszönet ifj. Winkler Lászlónak, hogy hozzájárult a képek publikálásához.*

<sup>22</sup> A festés nem hasonlít a 121-es korai példányok foltos álcafestésére, és a kései gyártásúak kétszínű, felhőszerű árnyékolású kamuflázsára se. Akkoriban több országban is a szürke színt kezdték használni a polgári repülőgépek festéseként.

SOMKUTAS RÓBERT\*

# A NÉMET ALÁRENDELTSÉGBE LÉPTETETT MAGYAR KIRÁLYI I. GYORSHADTEST TEVÉKENYSÉGE VII. RÉSZ

## ÁTJUTÁS A SZTÁLIN VONALON (1941. 7. 18–19.)

1941-BEN – AZ ÚN. BARBAROSSA HADMŰVELET KERETÉBEN – A MAGYAR KIRÁLYI I. GYORSHADTEST KÉT (PÁNCÉLOZOTT) FELDERÍTŐ-ZÁSZLÓALJA – JÚLIUS 9-TŐL A NÉMET DÉL HADSEREGCSOPORT ALÁRENDELTSÉGÉBEN – RÉSZT VETT A SZOVJETUNIO ELLENI HADMŰVELETBEN. JÚLIUS 16-TÓL A GYORSHADTEST A NÉMET 17. HADSEREG TELJES ALÁRENDELTSÉGÉBE KERÜLT, ÉS – MINT ANNAK GYORSAN MOZGÓ EGYSÉGÉT – A HADSEREG DÉLI SZÁRNYÁN VETETÉK BE. Az I. gyorshadtest az előretörésre vonatkozó részletesebb parancsot már másnap megkapta. Ennek értelmében a gyorshadtest csapatainak Sarograd (*Szarograd*) helységen keresztül – Braclavra (*Brazlaw*) történő gyorsütemű előretöréssel – tehermentesíteni kellett a Dnyeszteren Mohiljevnél (*Mohylów*), és az attól keletre átkelt német seregeket.

Július 18-án a várakozást felderítés követte, majd a 2. gépkocsizó dandár déltől – hat menetlépcsőbe csoportosítva – besoroltatta az egységeket Kamenyec-Podolszki irányába, és felkészült az előrevonás végrehajtására. A menetoszlop élére a 2. felderítő-zászlóalj és a 2. gépkocsizó zászlóalj – egy üteggel és egy légvédelmi gépágyús szakasszal megerősítve – Szatavánál sorolt be. Este 18 órakor tájékoztatták a dandárt, hogy a Barnál a híd leszakadt, és a menet csak másnap, a 257. hadosztály elvonulása után indulhat el. Így a dandár az elfoglalt körzetben töltötte az éjszakát.

Az 1. lovasdandár csapatai Zvanicsikból Sarograd, Dzsurin irányába tervezték előretörést. Az egységeket



az 1. lovasdandár alárendeltjeiből kijelölt felderítő szervek biztosították. A gyorshadtest további előretörésének érdekében a felderítési feladatokat a Kalus folyó terepszakaszán hajtották végre. [48] A kiküldött felderítő szervek Szkazince (*Skazince*), Berezovo (*Berezowo*) vonalában erős szovjet ellenállásba ütköztek, és megállapították, hogy a Zvan patak mögött szovjet erődök helyezkednek el. [50; 129. o.]

Az első lépcsőben lévő 3. huszárezred Olhovicen át előrenyomulva estére felvette a szoros harcrintkeztést az előretolt állásokban a védő szovjet csapatokkal. A védők a kiépített tüzelőállásaikból erős tüzérségi tüzellel akadályozták a szétbontakozó dandár tevékenységét. A kerékpáros zászlóalj, a páncélos zászlóalj és a gépvontatású tüzérosztály csak kerülő úton

– elsősorban Dunajovcin keresztül – tudta végrehajtani az előrevonást. A fázasztó menet után estére érkeznek be Struga keleti körzetébe. [51; 22. o.]

A 4. huszárezred elővédjét az előrevonása során támadás érte, vesztesége 1 halott, 1 sebesült és 2 eltűnt katona. Az erődvonalon való átjutásra – a dandárparancsnok parancsa alapján – Pongrácz Pál ezredes parancsnoksága alatt egy harccsoportot hoztak létre, amely a 3. és a 4. huszárezredből és az 1. lovas tüzérosztályból állt. [50; 129. o.]

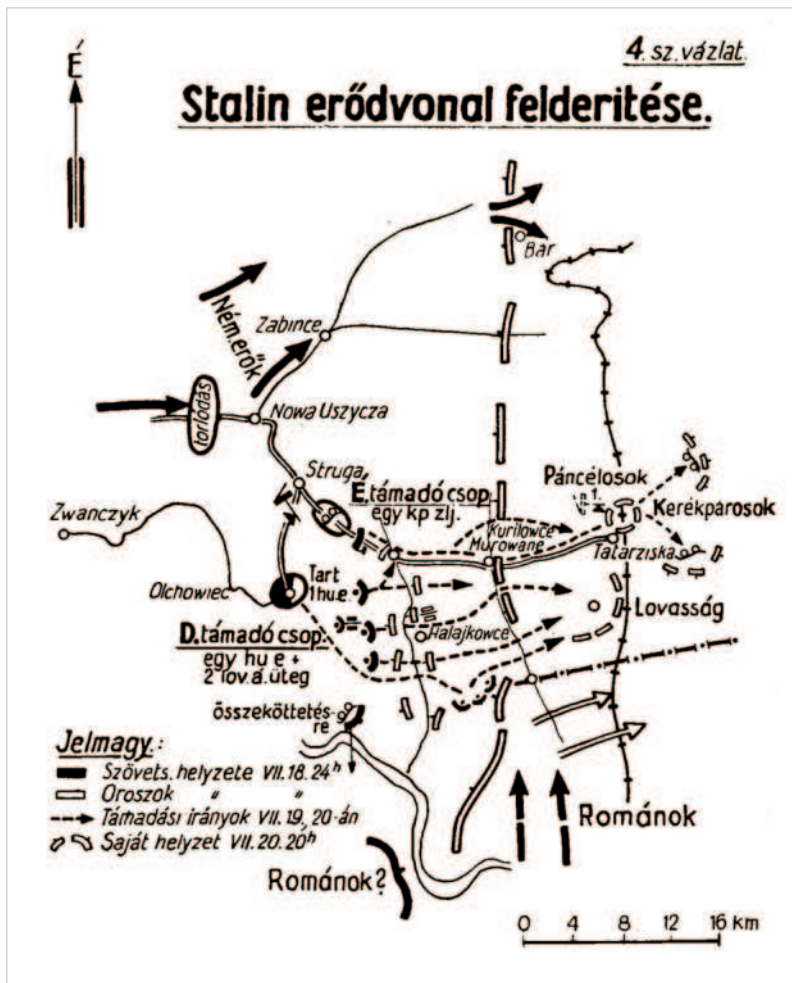
A hadtest intézkedett, hogy az 1. gépkocsizó dandárnak még aznap éjszaka fel kell zárkóznia Barra, és onnan csak a Zmerinkára (*Zmerynka*) vezető út felderítését követően indulhat tovább. Az aznap este kiadott parancs szerint az 1. lovasdandár egyik

20. ÁBRA.  
A magyar katonák egy csoportja a leküzdött Sztálin-vonal egyik erődjénél (Fortepan / Hajdú Fedő Károly/ 129116)

\* Nyá. alezredes. ORCID  
0000-0002-3746-9588



21. ÁBRA.  
A Sztálin-erődvonal  
felderítése  
[51; 23. o.]



22. ÁBRA.  
Raszputyica, avagy „Sár  
tábornok” besegít a védőknek.  
Magyar katonák egy 29.M  
Bofors 8,0 cm-es légvédelmi  
ágyút és vontatóját próbálják  
kimozdítani a tengelyig erő  
sárból  
(Forrás: Tolnai Világlapja  
1941. 8. 43. évfolyam,  
32. szám, 4. o.)



részének a Dnyeszter mentén, a másik csoportosításának a Kurilowce-Murovanye (*Kurylowce-Murowane*), Sarogrod, Dzsurin útvonalon kellett előre nyomulnia.

A 2. gépkocsizó dandár bevetését nem tervezték, így továbbra is az elfoglalt körletében maradt.

A hadtestparancsnokság Nova Usicán települt. A hadtestközvetlenek közül a VI. gépvontatású közepes tarrackos üteg bevonult a 2. gépkocsizó dandárhoz.

A magyar csapatok ezekben a napokban első alkalommal ismerhették meg az ukrainai, illetve oroszországi időjárás igazi „titkos fegyverét”, a „raszputyica”<sup>19</sup>-t. Ez tulajdonképpen az esőből (majd később a hóolvadásból) adódóan, az utak gépjárművekkel való járhatatlanságát idézi elő a térségben található agyagterhelésű talajok rossz vízvezetése miatt. Ezt a terepadottságot a védők nagy védelmi előnyként tartották számon, és az állapotot nemes egyszerűséggel „Sár Generálisnak” titulálták.

Ezen a napon a VII. közelfelderítő század befejezte frontszolgálatát, katonáit kivonták a harcvonalból és hazai repülőtérré vezényelték őket. [50; 130. o.] A század 9 db WM-21 közelfelderítő repülőgéppel rendelkezett, ebből 1941. 06. 21-én az F.242 jelű gépet Zielene mellett a szovjet légvédelem lelőtte, a kétfős személyzet eltűnt.

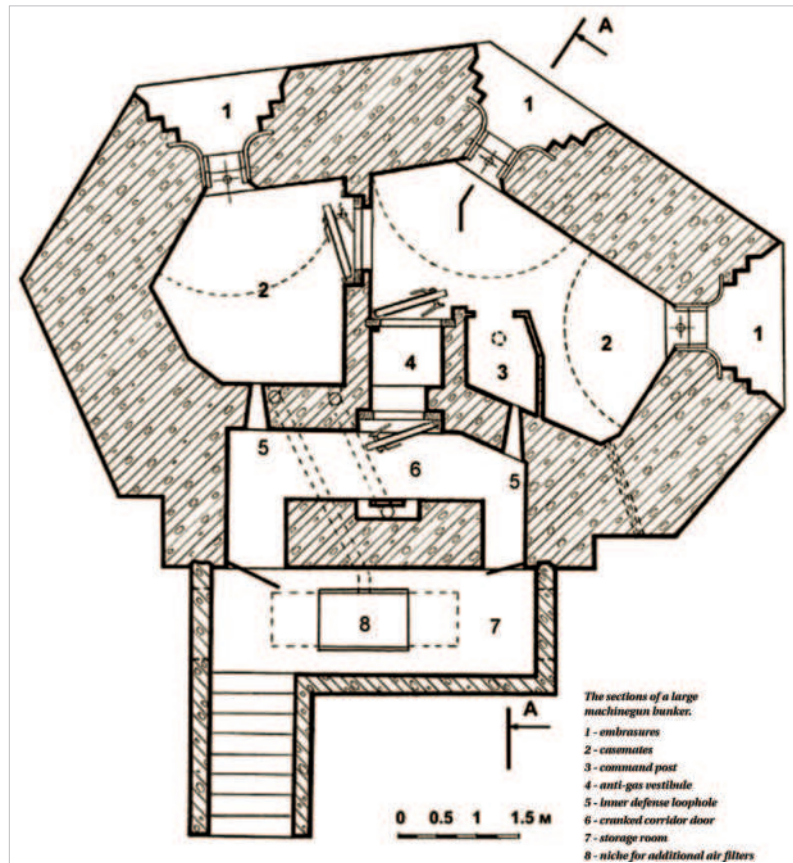
Július 19-én, a német III. hadtest 100. könnyű hadosztályának arcvonalszakaszán – az előző napi heves harcok után –, viszonylag nyugodtabb időszak következett. A foglyok vallomása alapján azonban várható volt a 47. harcokosztály megjelenése, amely a német vonalakat észak-északkelet irányban akarta átvágni. A hajnalban kezdődő támadást visszaverték a német csapatok, de a szovjetek a német hadosztály elővédjét bekerítették. A további bekerítést csak a bal szárny védelmi vonalának megrövidítésével tudták elkerülni. A kritikus helyzetbe került hadosztály lőszerutánpótlása már csak légi úton volt lehetséges. Szerencséjükre a további páncélos támadás elmaradt. A harc során a szovjetek 40 harcocsit veszítettek. [50; 130. o.]

<sup>19</sup> A raszputyica (распутица) azon jelenség orosz elnevezése, amikor az év két periódusában a burkolatlan utakon az utazás országszerte az esőből adódó sár vagy a hóolvadás miatt nehézségekbe ütközik.

A németek – bár a Sztálin-vonalat áttörték és megtörték a szovjet csapatok ellenállását –, támadásuk azonban Vinnyica térségében elakadt, és nem tudtak további sikert elérni. A térségben összpontosított szovjet erők arra készültek, hogy a 17. német hadsereg jobb szárnyára csapást mérve, visszavessék őket az erőd mögé. Ennek megakadályozása érdekében a hadsereg parancsnoka módosította elhatározását. Új terve szerint a jobb szárnyra átdobott erőkkel elhárítja az ellencsapást, délről bekeríti és megsemmisíti a vinnyicai csoportosítást, majd Baron át Braclav irányába, tovább nyomul délnyugat felé.

Az 1. lovasdandár is július 19-én kezdte meg az erőd megközelítését. Az előttük lévő számos folyó által át-szegdelt terep elkerülése érdekében – az egyetlen járható úton – a Zvancsik, Dunajovce, Nova Usica útvonalon kezdtek meg előrevonásukat. Már Zvancsik előtt szívósan védekező ellenségbe ütköztek, és a felderítő szervek jelentették, hogy egy harcokcsival támogatott, ezrederejű támadás bontakozik ki ellenük. A lovasdandár első lépcsőjét az ellenséges tüzérségi tűz alá vette, és megtámadták őket. A dandárparancsnok azonnal védelembe rendelte a csapatait, és a jól megszervezett tűzrendszerüknek köszönhetően rendre elhárították a rohamokat. Amikor már láthatóvá vált, hogy a szovjetek támadása kifulladásig tart, a parancsnok támadásra adott parancsot, ami elől az ellenség – a rohamot be sem várva – az erőd mögé vonult vissza.

Július 19-én az 1. lovasdandár lovas- és kerékpáros csoportjainak kölcsönös támogatása mellett sikerült az ellenséget az előretolt állásaiból kivetni. A felderítő erők megközelítették a Sztálin-erődvonalat. A lovasdandár estére felzárkózott a Sztálin-vonalra, és megszervezték az áttörést. Ennek érdekében két támadó csoportosítást hoztak létre, és megerősítésként megkapták a 2. lovas gépágyús üteget. A gépesített és kerékpáros csapatrészeket a műút mentén, a nehezen járható területen vonták össze. Az 1. huszárezred Ha-



23. ÁBRA.  
Egy szovjet, három géppuskával ellátott erőd felülnézeti metszete (1. lőrés, 2. tüzelőállás, 3. parancsnoki állás, 4. gáz elleni előtér 5. belső védelmi lőrés, 6. zárható folyosóajtó, 7. raktár, 8. fülke a kiegészítő légszűrőknél) [52; 31. o.]

lajkocvenél (*Halajkowce*) érte el Sztálin-vonalat. A Sztálin-erődök részeit – egyes beton- és páncélos erődökből álló elemei között –, a hézagokat rejtett tábori elemekkel egészítették ki. Ezek a tábori elemek nagyon keskeny és mély lövészárkokból, óvóhelyekből és géppuskafészekből álltak. Dróttakadályokat csak egyes fontos közlekedési vonalak mellett húztak fel.<sup>20</sup>

Az 1. lovasdandár parancsnoka a felderítő-járőrök jelentései alapján – a korábbi tervtől eltérően – megindította a támadását. A 4. huszárezred megkerülő támadásával elfoglalta Halajkocvét, azt követően a 4/ I. huszárosztály és a 13. kerékpáros zászlóalj támogatására – amely szovjet utóvédekkel harcolt – előrenyomult. A nehezen járható terepen végrehajtott, merész [48] támadásukkal elérték, hogy a váratlanul feltűnő huszárok láttán a meglepett védők szinte ellenállás nélkül feladták állásaikat. A 4. huszárezred ezen a napon esett át a tűzkeresztségen. [51; 22. o.]

Vesztesége 3 halott, 2 súlyos, 2 könnyebb sebesült, 2 eltűnt huszár és 1 sebesült tiszt volt. A nap során az ezred 400 szovjet foglyot ejtett. A lovasdandárnak sikerült átjutnia a Sztálin-vonalon. Az 1. lovasdandár felderítő-zászlóalj egyes részei Berezovonál, a többségük Huta Str. Olhovic között tartózkodott. [49; 130–131. o.] Az 1. lovasdandár azt követően kétnapos harccal esett át a tűzkeresztségen. [49; 129 o.]

(Folytatjuk)

## HIVATKOZÁSOK

- [47] Lovik Károly, Jagits József, Dr. Kapy Rezső, Hunt Béla, Dr. Gábor Áron, Koroda Miklós. 6 haditudósító a vörös fronton, *Stádium Sajtóvállalat Részevnyrtársaság*, Budapest, 1942;
- [48] Zsedényi Zoltán. A gyorshadtest hadműveletei Oroszországban 1941 / Előadás az Országos Tiszti kaszinóban/ Budapest, 1942. III. 20, Kézirat, HIM HL 6577.;
- [49] Erdeős László. A magyar honvédelem egy negyedszázada 1919–1944. II., Attraktor, 2007, Máriabesnyő – Gödöllő;
- [50] Várhalmi Iván. 2012. A m. kir. honvédség erőfeszítése a gépesítés területén 1920-tól 1941. 06-ig. A Kárpát-csoport, majd az I. gyorshadtest hadműveletei a Szovjetunióban 1941-ben Magánkiadás;
- [51] Vattay Antal (vitéz) 1942. Az 1. lovasdandár a Szovjet elleni háborúban. Magyar Katonai Szemle 12. évf. 7. szám;
- [52] [http://www.worldatwarmagazine.com/waw/wp-content/uploads/2012/03/WaW\\_23-article.pdf](http://www.worldatwarmagazine.com/waw/wp-content/uploads/2012/03/WaW_23-article.pdf) World at War 23, Apr-May 2012, The Stalin Line: Fortification of the USSR's Western Border. By Ivan Volkov and Evgany Khitryak, (Letöltve: 2023.5.15.).

<sup>20</sup> A dróttakadályokat az új Molotov-Ribbentrop paktum által megállapított új határ létrejötte után felszámolták, és a háború kirobbanása után már nem volt idő a teljes műszaki zárendszer újratelepítésére.



## STUDIES

- Long-period diverging oscillations generated by UAV operators 2
- History of the development of the 'Gepárd' large-calibre rifle, *Part 7* 7
- Armoured Recovery Vehicles, *Part 2* 12

## INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- Arctic warfare, *Part 2* 12
- The Hamas terrorist organisation's drone developments 22
- The effectiveness of passive drone defence on armoured combat vehicles 27
- UBIM, the Russian scorpion 35

## SPACE ACTIVITIES

- Rocket engineering students at the Budapest University of Technology 41
- The historical and technical background of satellite Earth observation 48

## DOMESTIC SURVEY

- Tracked bulldozers in the Hungarian Defence Forces 54
- A firefighting tactical approach to aerial firefighting effectiveness 61

## MILTECH HISTORY

- History of the Hungarian Phönix C.I airplanes, *Part 2* 67
- The activities of the 1st Royal Quick Reaction Corp subordinated to Germany, *Part 7* 73

**A címlapképünkön:** Háromfős személyzettel dinamikus bemutatót tart a bakonykúti gyakorlótéren a Magyar Honvédség egyik PzH 2000 típusú önjáró lövege (Fotó: HM Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Kertész László)

**B2:** A kumulatív töltetű páncéltörő UAV-eszközök elleni védekezés különböző megoldásait szemléltető grafika: egy T-72B3M alapharcos Triton drónzavaró rendszerrel, valamint Nakidka hő- és elektromágneses hullámok kibocsátását csökkentő álcázóeszközzel felszerelve az ARMY-2023 haditechnikai kiállítás statikus bemutatóján. A harcospoli tornyára szerelt drónvédő hálón jól látható a beépített Triton elektromágneses drónzavaró rendszer egyik antennája. Oroszország a Triton rádióelektronikai védelmi zavarórendszert a páncélozott harcjárműveket támadó harci drónok elleni elektronikus védekezés érdekében fejlesztette ki. A Triton rendszer a drónok vezérlőjeleit elnyomó modulokat, valamint egy – esetleg kettő, a páncélozott harcjárművekre integrálható – antennát tartalmaz.

A Nakidka (Köpeny) elektromágneses hullámokat elnyelő álcátakaró infravörös és optikai álcázást tesz lehetővé.



## STUDIEN

- Langperiodische divergente Schwingungen, die von UAV-Betreibern erzeugt werden 2
- Die Entwicklungsgeschichte der Großkalibergewehre von Gepárd, *Teil VII.* 7
- Bergepanzer, *Teil II.* 12

## INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

- Arktische Kriegsführung, *Teil II.* 12
- Die Drohnenentwicklungen der Terrororganisation Hamas 22
- Wirksamkeit der passiven Drohnenabwehr auf gepanzerten Kampffahrzeugen 27
- UBIM, der russische Skorpion 35

## RAUMFAHRTTECHNIK

- Studenten der Raketenentwicklungstechnik an der Technischen Universität Budapest 41
- Historischer und technischer Hintergrund der Satelliten-Erdbeobachtung 48

## HEIMATSCHAU

- Kettendozer der Ungarischen Streitkräfte 54
- Ein feuertaktischer Ansatz zur Wirksamkeit der Brandbekämpfung aus der Luft 61

## GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Die Geschichte des ungarischen Flugzeugs Phönix C.I, *Teil II.* 67
- Die Aktivitäten unter deutscher Befehlsführung des 1. Königlich Schnelle Korps, *Teil VII.* 73

A páncéltestet és a löveg tornyot beborító hő- és rádiójel-elnyelő köpeny erősen megnévezheti a harcjárművek felderítését a radarok, a hőképképező kamerák és a hőkereső rávezető fejjel rendelkező rakéták számára. Így az optikai és éjjellátó kamerákkal történő felderíthetőségük valószínűsége mintegy 30%-kal, míg a radarok esetében 15%-ra csökken (Fotók: Vitalij Kuzmin; Forrás: www.armyrecognition.com; https://en.topwar.ru)

**Poszter:** A Magyar Honvédség első Embraer KC-390 típusú katonai szállító repülőgépe (Fotó: Embraer) *A Braziliában gyártott repülőgéptípust, valamint főbb harcászati-műszaki adatait ismertető tanulmány lapunk 2021/2. számában jelent meg. Nagy, László és Szabó, Miklós (2021), „A harcászati légi szállító képesség fejlesztése a Magyar Honvédségben – Bemutatkozik a KC-390 Millennium repülőgép” Haditechnika, 55 (2), 27–33. o. <http://doi.org/10.23713/HT.55.2.05>*



## 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 tiszteletdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra.

A cikkeket a [haditechnika@hmzrinyi.hu](mailto:haditechnika@hmzrinyi.hu) e-mail-címre várjuk. A Haditechnika folyóirat cikkeket 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, kézbesítőknél, 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, Fillér 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, Récsi 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., Fillér u. 14.

Nyitvatartás: H-P 9.00–16.30  
[ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu](mailto:ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu)



**KEDVENC LAPJAIT – KÖZTÜK A HADITECHNIKÁT – A LAPTAPÍR SZOLGÁLTATÁSÁVAL OLVASSA ONLINE ASZTALI VAGY TÁBLAGÉPEN, ILLETVE OKOSTELEFONON. BÁRHO, BÁRMIKOR ELÉRI: LAPTAPIR.HU**



# HADITECHNIKA FIATALOKNAK

shop.hmzrinyi.hu



**KÖNYV- ÉS TÉRKÉPBOLT**

1024 Budapest, Fillér u. 14. • Telefon: 06-30/388-4034

## A Gamma–Juhász-lőelemképző

A magyar innováció nem szűkölködik nagyszerű eredményekben. A Gamma–Juhász-lőelemképző olyan időszakban született, amely korántsem volt ideális, mégis az alkotó energiák olyan együttállásának eredménye lett ez a készülék, amikor találkozott az alkotó elme (*Juhász István, a zseniális mérnök*), a hadiipari háttér (*a korát megelőző Gamma és annak alkotó szellemisége*) és egy páratlan találmány (*Gamma–Juhász-lőelemképző*), hogy örökre beírja magát a magyar haditechnikai fejlesztések történelmébe.

Szerzők:

Miklauzič István, Varga József, Zsitnyányi Attila

Megjelenés éve: 2022

keménytáblás

260 oldal

Kedvezményel



**6300 Ft 4725 Ft**

A könyv megvásárolható a Zrínyi Kiadó könyv- és térképboltjában (1024 Budapest, Fillér utca 14.), megrendelhető a kiadó webshopjában (shop.hmzrinyi.hu). Az eredeti árból mindkét módon **25%-os kedvezményt** biztosítunk.



HONVÉDELMI  
MINISZTERIUM



# ÉS TE KÉSZEN ÁLLSZ?



## IRANYASEREG.HU

KERESS  
MINKET!



mhkiknyp

katonai\_toborzas

