

HADITECHNIKA

2026/2.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI LX. ÉVFOLYAM • ÁR: 990 Ft



MAGIRUS DRAGON X6 REPÜLŐTÉRI TŰZOLTÓ GÉPJÁRMŰ



POSZTER-
MELLÉKLETTEL



AZ ÉJSZAKAI
HARCKÉPESSÉGEK
JELENTŐSÉGE
A HARCMEZŐN



VÉRREL, VASSAL, EKÉVEL, KARDDAL I–III.

Facsar Mihály háromkötetes műve az 1920-ban alapított Vitézi Rend világát tárja fel előttünk, bemutatva a rend szellemiségét, szervezeti rendszerét és helyét a társadalomban. A szerző átfogó, gazdagon illusztrált kutató- és rendszerező munkával nyújt betekintést a vitézek mindennapi életébe, anyagi kultúrájába, jelképhasználatába és szertartásába.



ZRÍNYI KIADÓ

A Zrínyi Kiadó újdonságai



A Magyar katonai híradás története sorozat harmadik kötete a magyar katonai híradás második világháború utáni történetét dolgozza fel egészen az 1970-es évek végéig. A szöveg mellett illusztrációk, képek, szervezeti ábrák és táblázatok tárják elénk az új Magyar Honvédség, majd a Magyar Néphadsereg híradószervezeteinek és -csapatainak történetét. (1918–1945)

Könyvesbolt: 1024 Budapest, Filler utca 14.



A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LX. évfolyam 2026/2. szám

A szerkesztőbizottság elnöke:

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

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárany Zoltán Gábor dandártábornok
(NATO JFIC parancsnokhelyettes)

Főszerkesztő:

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

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Both Előd (Magyar Asztronautikai Társaság)

Dr. habil. Daruka Norbert alezredes (MH TP)

Dr. Ember István alezredes (NKE HHK)

Dr. habil. Gyarmati József ezredes (NKE HHK)

Prof. dr. Haig Zsolt ezredes (NKE HHK KMDI)

Dr. Hajdú Ferenc (MHTT, TÜK)

Prof. dr. Kiss Péter (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)

Prof. dr. Kovács László vezérőrnagy (NKE HHK)

Dr. Koller József dandártábornok

Könczöl Ferenc dandártábornok (MH SZD 101. rep. dd.)

Dr. Lippai Péter dandártábornok (NKE HHK dékán)

Magyar Ferenc (ZalaZone)

Dr. Németh András alezredes (NKE HHK)

Prof. dr. Rohács József CSc. (BME)

Solymosi Ferenc dandártábornok (MH THP)

Dr. Trembeczki László András

(HM El Zrt., HM ARMCOM Zrt.)

TANULMÁNYOK

▪ Lukács László

A köszőró aknáktól az intelligens

szárazföldi aknáig *VI. rész*

Oldal elleni harcokciaknak

4

▪ Farkas Zoltán

Logisztikai szaktechnikai eszközök

egykor és napjainkban *VI. rész*

10

▪ Gulyás Attila

Nyelvi modellek alkalmazása

a kibervédelemben *II. rész*

17

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

▪ Ocskay István

A termobárikus hatás és az azon alapuló

fegyverek története *III. rész*

24

▪ Kiss Roland

Az A2/AD hadviselés

az orosz–ukrán háborúban

Területtagadás a szárazföldön III.

30

ŰRTECHNIKA

▪ Ujhegyi Bence – Molnár Krisztián:

Egy Mars-misszió technikai és emberi

kihívásai

37

HAZAI TÜKÖR

▪ Tóth Sándor

A katonai repülőterek tűzoltó-gépjármű-

állományának megújítása

44

▪ Terjék Miklós

Az éjszakai harcképességek fontossága

a modern harcmezőn *II. rész*

53

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

▪ Ott István Dániel

Atom-tengeralattjárók az Ausztrál Királyi

Haditengerészet kötelékében *IV. rész*

Az Ausztrál Királyi Haditengerészet

tengeralattjáró-fegyverne

57

▪ Hajdu Péter A magyar kétüléses Fokker

D.VII-esek története

66

MAKETTROVAT

▪ Zsubrits Gábor

Egy sokszínű egymotoros

– A Dornier Do 27

74



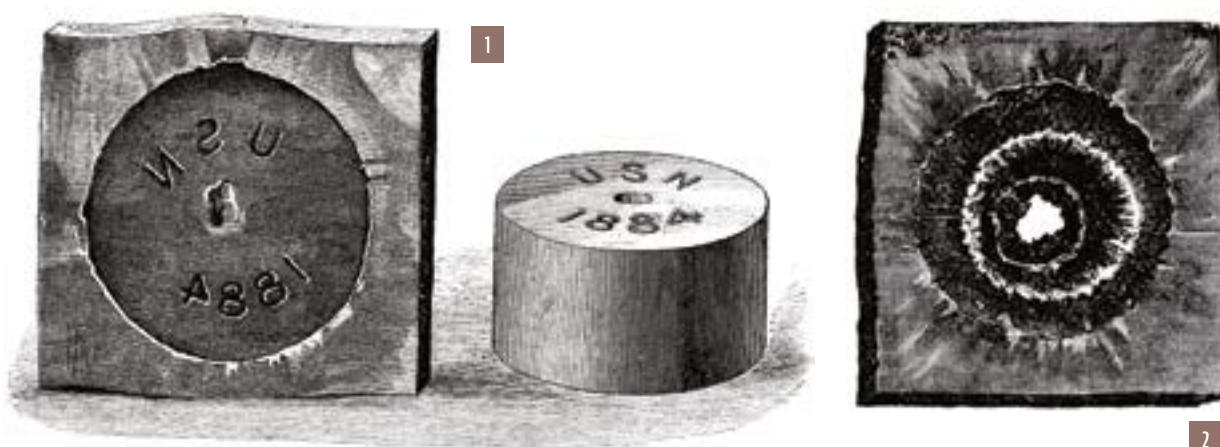
A KŐSZÓRÓ AKNÁKTÓL AZ INTELLIGENS SZÁRAZFÖLDI AKNÁKIG

VI. RÉSZ

OLDAL ELLENI HARCKOCSIÁKNÁK

1. ÁBRA. Munroe első kísérletének eredménye [20; 574.]

2. ÁBRA. Munroe kumulatív töltete átlukasztotta a fémlemez [20; 575.]



A cikksorozat ötödik részében a II. világháború után a gyakorlati és hagyományos harckocsi elleni aknák terén történt főbb fejlesztési irányokkal foglalkoztunk. Ebben az időszakban jelentek meg azonban azok a páncélos eszközök ellen kifejlesztett műszaki harcanyagok is, melyek a robbanás hatásának koncentrálhatóságát kihasználva, az addigiaktól eltérő módon, oldalról támadták meg a célpontjaikat.

AZ IRÁNYÍTOTT HATÁSÚ ROBBANTÁS – KUMULATÍV TÖLTETEK

Bármilyen hihetetlen is, a robbanás irányított hatásának felfedezése III. Napóleon császár – a brit tengeri uralom megtörésére szánt – új hadihajója 1859-ben történt vízre bocsátásához köthető. A La Gloire fa hajótestét – a világon először – kívülről 12 cm vastag acéllemezekkel borították be a vízvonaltól, hogy ezzel hatástalanítsák a korabeli hajóágyúk lövedékeit. Egy ilyen munkát már abban az időben sem lehetett titokban tartani, így a négy hónappal később vízre bocsátott, immár tisztán fémtestű brit hajó, a Warrior a világ akkori leggyorsabb, legnagyobb, legütőképesebb és legerősebben felfegyverzett hadihajója lett, és testvérhajójával, a Black Prince-szel megerősítették Nagy-Britannia helyét a tengerek uraként. Egyúttal ezek jelentették a hajózásban az átmenetet is a vitorlázásról a gőzmeghajtásra.

A vastag páncéllal és hatalmas tűzérési erővel rendelkező hadihajók ellen új lövegekre és tűzérési löszerekre lett volna szükség, de ezek kifejlesztéséhez és tömeges gyártásához idő kellett. Ezért egy azoknál sokkal olcsóbb, mégis hatékony fegyver fejlesztése is elkezdődött világszerte: ez volt a Fiumében született Giovanni Biagio Luppis¹ és az angol Robert Whitehead² által 1866-ban bemutatott torpedó.³ Az első modellben lévő 8 kg robbanóanyag azonban csak kb. 30-40 mm vastag lemez tudott átrobbantani. Az egyre vastagabb páncélzatú hadihajók miatt tehát világszerte lázas kutatások kezdődtek a minél nagyobb hatóerejű robbanóanyagok terén, hiszen a töltetet célba juttató torpedók mérete nem volt korlátlanul növelhető. Ne feledkezzünk meg arról, hogy a nitrocellulózon kívül ebben az időben még nem álltak rendelkezésre a később kifejlesztett nagy hatóerejű robbanóanyagok. A trotilt 1891-ben fejlesztették ki Németországban, de első harci alkalmazására csak az 1905-ös orosz–japán háborúban került sor; a nitropenta 1891-ben, az ammónium-nitrát + faszén + alumíniumpor keverékéből álló ammonál 1899-ben, a tertil 1906-ban, a hexogén pedig csak 1920-ban jelent meg. Mint már annyiszor a technika történetében, a kutatás során itt is egy véletlennek köszönhetően „talált fel” valaki valami váratlan újdonságot.

* Professor emeritus, a hadtudomány kandidátusa, ny. tanszékvezető egyetemi tanár. ORCID: 0000-0001-8569-5013

¹ Császári–királyi fregattkapitány (1813–1875).

² Angol mérnök, vállalkozó (1823–1905).

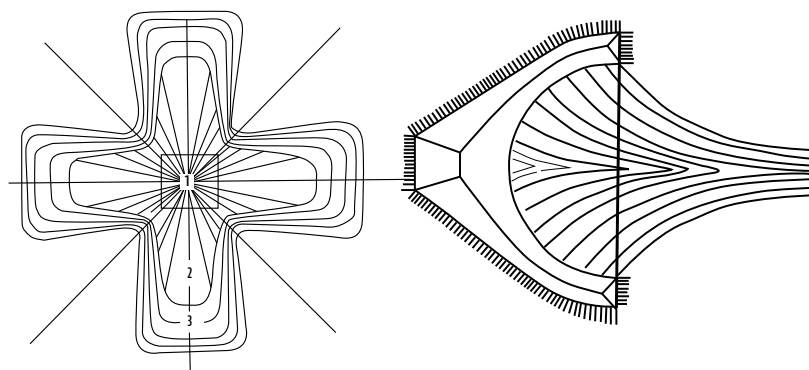
³ A név a márványos zsibbasztó rája latin nevéből, a *Torpedo marmoratából* ered.

Az amerikai kémikus, Charles Edward Munroe 1874 és 1886 között Annapolisban tanított az USA Haditengerészeti Akadémiáján. Onnan hívták meg mint a robbantások terén is elismert szakértőt Newportba (Rhode Island), az USA Haditengerészeti Torpedó Intézetébe, ahol 1888-ig dolgozott, többek között torpedók harci töltetének fejlesztésén. Egy alkalommal egy, a Haditengerészetnél rendszeresített lőgyapot (nitrocellulóz) töltetet⁴ robbantott vastag fémlamezen. A töltet tömege nem volt elégséges a lemez átlukasztásához, viszont azt tapasztalta, hogy a henger alakú préstestbe belenyomott azonosító betűk és számok (USN 1884), valamint a közepén lévő gyutacs-fészek lenyomata megjelent a lemezen (1. ábra). A további kísérletek megerősítették a tapasztalatot: a robbanóanyag helyi hatása megnövekedett a benne képzett üregek irányában. A szakirodalom egy részében ennek alapján nevezik a kumulatív hatást Munroe-effektusnak.⁵ A kísérletek folytatása során, a robbanóanyagban készített további üreges kiképzések eredményeként végül sikeresen átlukasztották a fémlamezt. (2. ábra)

Munroe kísérlete rávilágított arra, hogy a robbanóanyag-töltetek alakja befolyásolja a töltet céltárgyra kifejtett hatását. Megállapították, hogy a robbanás során keletkező gáztermékek terjedése a legintenzívebben és a távolodás arányában a legkisebb csökkenéssel a töltet oldalfalaira merőlegesen történik. A Munroe-effektus lényege tehát az, hogy ha a robbanóanyagba üreget, mélyedést készítenek, akkor a töltet robbanása során ezen a helyen a robbanási gáztermékek egy pontba tartó áramlása következik be (szuperponálódnak⁶). Ebben az összetartó áramlásban a robbanási gáztermékek sűrűsége az összetartás függvényében megnövekszik, ezzel együtt pedig megnövekszik a töltet rombolóhatása is.

Visszatérve az amerikai kísérletek eredeti céljára: Munroe 1888-ban a Scribner's Magazine-ban megjelent *Modern explosives (Modern robbanóanyagok)* című cikkében számolt be a történekről. Bár valójában a torpedókban alkalmazható nagyobb hatású robbanóanyagról nem tudott beszámolni, viszont a kumulatív hatás felfedezése forradalmi változást hozott úgy az ipari, mint a katonai robbantástechnikában.

A homloklapfelületén üregesen kiképzett és az ellenkező végén indított töltetek hatását a német M. Neumann (1911) és Egon von Neumann (1914)⁷ tisztázták alapos kísérletekkel. A kumulatív töltetek kutatása lendületet kapott más országokban is: az Egyesült Királyságban Arthur Marshall (1915–1920), majd W. Payman és D. W. Woodhead (1935–1937), az Amerikai Egyesült Államokban Charles P. Watson (1921–1925), majd prof. R. W. Wood (1936), Oroszországban Miron Jakovlevics Szuharevskij (1925–1926), Olaszországban D. Lodati (1932) folytattak kísérleteket és jelentettek meg tanulmányokat a kumulatív töltetekkel kapcsolatban. [21]



1939-ben, a szintén német Franz Rudolph Thomanek újból igazolta Munroe korábbi, de az idők során feledésbe merült azon megfigyelését is, hogy az irányított hatás növelhető, ha az üreg belső felületét fémbéléssel borítják. További lépést jelentett annak felismerése, hogy a határfok növelhető, ha a töltetet nem magára a robbantandó tárgyra, hanem attól meghatározott távolságra, az úgynevezett fókusz-távolságra helyezték. Ezzel megszületett a ma is alkalmazott kumulatív lyukasztó töltetek végleges változata.

A KÉZI PÁNCÉLTÖRŐ ESZKÖZÖKBŐL KIFEJLESZTETT OLDAL ELLENI HARCKOCSIÁKNÁK

A kumulatív töltetek fejlesztése a II. világháború előtt a páncéltörő fegyverek irányába mozdult el. 1935-ben egy svájci vegyészmérnök, Henry Hans Mohaupt zürichi laboratóriumában egy olyan fegyveren dolgozott, melyet a gyalogos katonák eredményesen alkalmazhatnának a páncélvédett harcjárművek ellen. A megoldást a Munroe-effektus elvén működő lőszerben látta. A világon az első kumulatív elven működő tüzérségi lőszer, az 1940 májusában rendszeresített brit No 68 100 mm-es gránát volt. Az ezzel kapcsolatos „Továbbfejlesztett robbanó lövedék” c. 113.685 számú szabadalmat Berthold Mohaupt, Henry Mohaupt és a francia Erich Lauders Franciaországban 1939. november 9-én, Ausztráliában pedig 1941. aug. 14-én jegyezték be. [21; 48.] Sajnos a lőszer 50 mm-es páncélátütő képessége kevésnek bizonyult már az akkori német közepes harckocsik⁸ 80 mm-es homlokpáncélja ellen is.

1940-ben, a háború kitörését követően Mohaupt meghívást kapott az Amerikai Egyesült Államokba, ahol vezetésével elkezdődött egy vállról indítható, reaktív töltettel célba juttatott kumulatív páncéltörő fegyver fejlesztése, a „Bazooka project”.⁹ A mintegy 150 cm hosszúságú, vállról indítható páncéltörő fegyvert 1941-ben Észak-Afrikában vetették be először a britek. A 60 mm átmérőjű, 1,6 kg tömegű rakéta 225 g-os pentolit¹⁰ töltete, mintegy 5 inch (120–130 mm) vastag páncéllemezt tudott átütöni. A háború

3. ÁBRA. Robbanási gáztermékek terjedése négyzet alakú összpontosított és belés nélküli kumulatív töltet esetén. Jelmagyarázat: 1. töltet; 2. robbanási gáztermékek; 3. lökhullám [1; 70–71.]

⁴ Átmérője 3,5 inch (8,91 cm), vastagsága 2,0 inch (5,08 cm).

⁵ Egyes irodalmakban Monroe néven szerepel.

⁶ Fizikai értelemben: két vagy több hatás (például erő, hullámok) együttes hatása megegyezik a hatások vektoriális összegével.

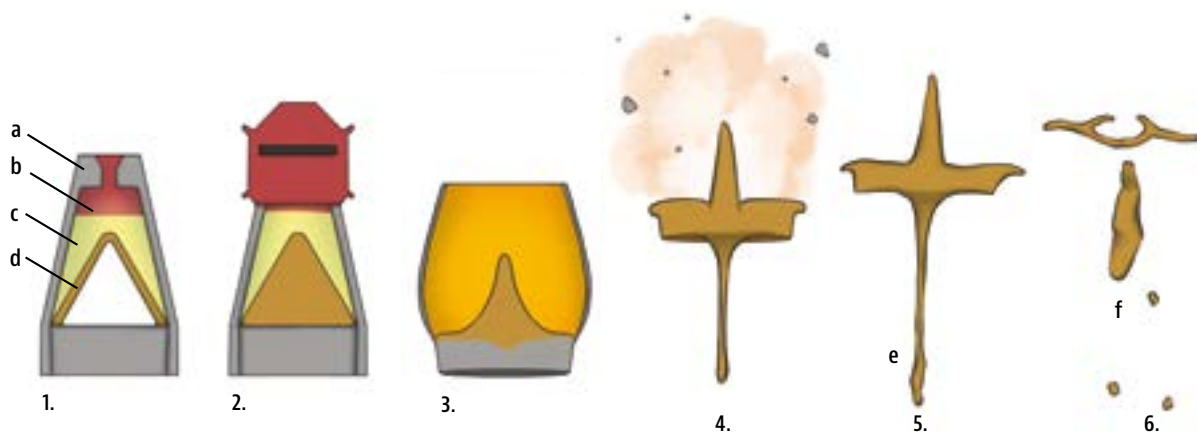
⁷ A közös vezetéknek csak a véletlen műve, nem rokoni kapcsolatról van szó.

⁸ PzKpfw III és IV közepes harckocsik – a csapatoknál 1937–1938-ban jelentek meg.

⁹ Az elnevezést egy akkoriban népszerű amerikai komikus, Bob Burns házi készítésű (azonos nevű) rézfúvós hangszeréről kapta, mely tölcsér alakú végződésekkel ellátott csődarabokból állt, és valóban hasonlított a rakétavető szerkezetre.

¹⁰ Nitropenta-trotil keverék robbanóanyag.

4. ÁBRA. Kúpos üregű kumulatív töltet robbanásának fázisai a röntgenimpulzus-felvételek alapján [1; 75. 3.2.1. ábra]



1. a töltet metszete (a. fémburkolat; b. indítótöltet; c. öntött robbanóanyag-főtöltet; d. réz béléskúp); 2. a robbanás pillanata; 3. a töltet a robbanás után 6 μ s, 4. 12,5 μ s, 5. 17 μ s, 6. 120 μ s utáni állapotban (e. a béléskúpból képződött mag; f. jet)

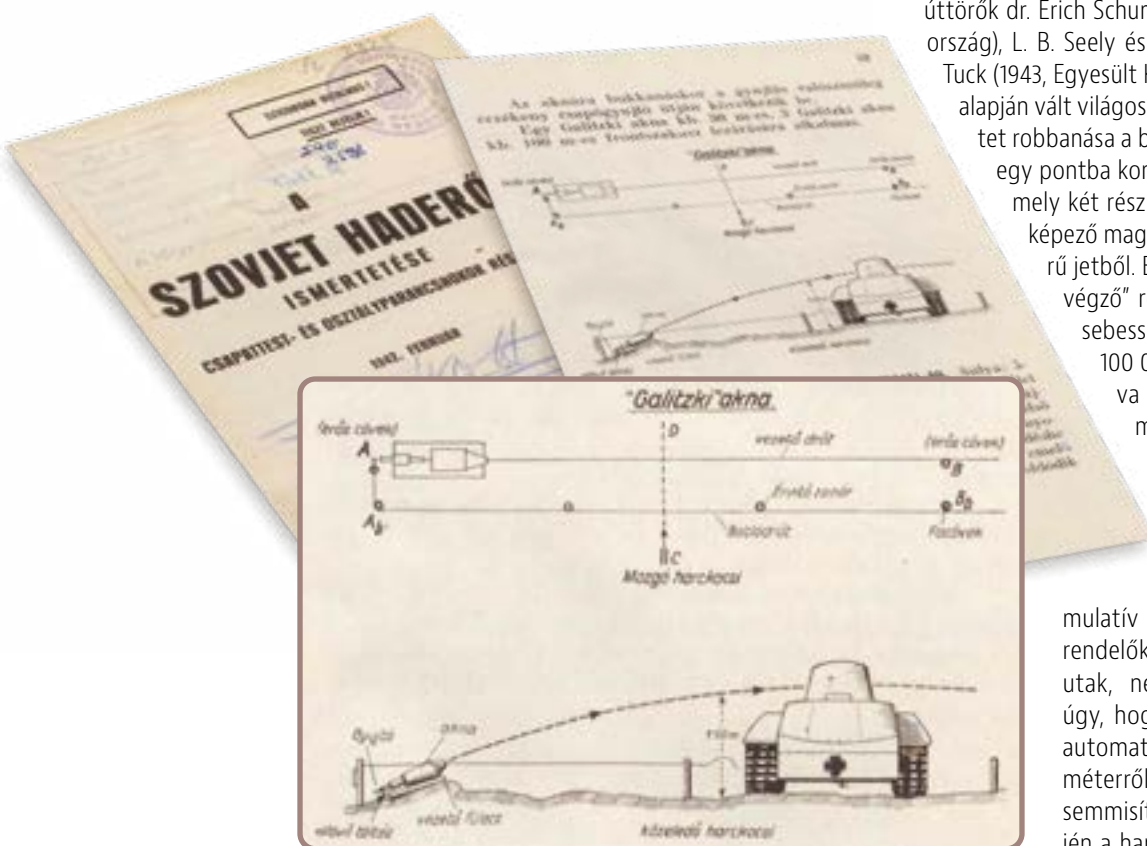
ideje alatt az amerikai hadiipar 441 ezer Bazooka kilövőt és hozzá 15 millió harci töltetet gyártott. [22] Az eszköz maga egyszerű volt: azt a katona a válláról indította a harckocsi irányába egy lőportöltetű rakéta segítségével. A fejrészben volt a kumulatív töltet, mely egy egyszerű, pillanathatású csapódógyújtóval szerelve, a céltárggyal való ütközés pillanatában iniciálta a töltetet.

Németországban a Hubert Schardin professzor által vezetett tervezőcsapat megalkotta a hasonló elven működő Panzerfaust-családot és a Panzerschreck kézi páncéltörőt.

A kumulatív hatás felfedezését követően a fejlesztők erőfeszítéseket tettek az irányított hatású robbanás energiájának direkt felhasználására a harcjármű egyik legsebezhetőbb része, az oldalpáncél ellen is. A kísérletek azonban ebben a formában nem vezettek eredményre: a kumulatív jet, amennyiben néhány tíz centiméteren belül nem találkozott a céltárggyal, darabjaira szakadt (4. ábra).¹¹ A kumulatív tölteteket sokáig csak empirikus úton, vagyis kísérleti tapasztalatok alapján tervezték. Nagy áttörést jelentett, amikor röntgen-impulzusos felvételeket¹² kezdtek készíteni erről a nagy sebességű robbanási folyamatról. (4. ábra) Az első úttörők dr. Erich Schumann, Hubert Schardin (1941, Németország), L. B. Seely és J. C. Clark (1941, USA), illetve James Tuck (1943, Egyesült Királyság) voltak. [23; 12.] A felvételek alapján vált világossá, hogy amikor a robbanóanyag-töltet robbanása a béléskúp anyagát, annak falai mentén egy pontba koncentrálja, akkor létrejön egy alakzat, mely két részből áll: a bélésanyag nagyobb részét képező magból, és az abból kialakuló lándzsaszerű jetből. Ez utóbbi a tulajdonképpeni „munkavégző” része a töltetnek, mely több 10 km/s sebességgel becsapódva a céltárggya, akár 100 000 atmoszférás nyomást gyakorolva rá áthatol azon. A nagyobb tömegű mag sebessége ennél jóval kisebb, ez az oka annak, hogy amennyiben a jet néhány 10 cm-en belül nem találkozik céltárggyal, úgy darabokra szakad.

Ebben a formában tehát a kumulatív töltetek nem feleltek meg a megrendelők által támasztott új igényeknek: utak, nehezen járható irányok lezárására úgy, hogy az oldal elleni (megfigyelt, vagy automata működésű) akna, akár néhány tíz méterrel is képes legyen a harcjármű megsemmisítésére. Aztán az 1970-es évek elején a harckocsi elleni akna teljesen új fajtái

5. ÁBRA. A szovjet „Galitzki”-féle oldal elleni harckocsiakna [2; 53.]



¹¹ Bővebben lásd [5; 158–167. és 222–227.]

¹² A röntgenimpulzus-felvétel (Flash X-ray photograph) során nagyon rövid, nagy intenzitású röntgenimpulzusokat használnak extrém gyors folyamatok lefényképezésére. Az expozíció időtartama nem folyamatos, hanem mikro- vagy nanomásodperces villanásokból áll, amely által például robbanásokról, anyagdeformációkról stb. készíthetők a gyorsan változó jelenségek egymás utáni részleteiről éles felvételek.

jelentek meg, még hozzá két különböző működési elvvel: ezek az oldal elleni aknák.

Az első ötlet még a fent említett II. világháborús kézi páncéltörő fegyverekből származott, és tulajdonképpen nagyon egyszerű volt: ha a kumulatív töltet nem képes több tíz méterről elpusztítani a harckocsit, akkor először ezt a töltetet „oda kell vinni” annak oldalához.

A Vörös Hadseregben jelent meg először egy ilyen oldal elleni akna, az ún. Galickij-féle akna (5. ábra).¹³ A 9,5 kg össztömegű, 3,0 kg robbanóanyag-töltetű harci fejet feketelőpor-töltetű rakétával lötték ki. A szerkezet automata működésű volt, az 5. számú ábrán látható G-irányból érkező harckocsi az Ab-Bb vékony botlódórótba beleakadva indítja a kilövőszerkezet gyújtóját. A harci rész a botlódórótól 0,5 m-re kifeszített vastag A-B huzalon végigcsúszva támadja a harckocsi oldalát. A huzal biztosítja azt, hogy a lövedék röppályája ne haladja meg az 1,5 m-t, a huzalok közötti 0,5 m-es távolságot pedig olyan számítás alapján határozták meg, hogy a páncélos eszköz átlagos haladási sebességének figyelembevételével, azt pont középen találja el. Egy aknával egy 30 m-es szakaszt zártak le, általában 3 aknát telepítettek egy 100 m-es rész védelmére.

Természetesen ennek az „aknának” a hatékonysága még meglehetősen alacsony volt, ennek ellenére mintaként szolgált az oldal elleni aknák egyik nagy családjának, a hagyományos, kézi, reaktív, kumulatív töltetű páncéltörő fegyverek oldal elleni aknaként való alkalmazásának. Az úttörők az amerikaiak voltak, akik 1965-ben az M7A2 páncéltörő fegyvert alkalmazva kifejlesztették az M24 (6. ábra) és az M66 típusjelű, reaktív töltettel célba juttatott, kumulatív, oldal elleni aknákat.

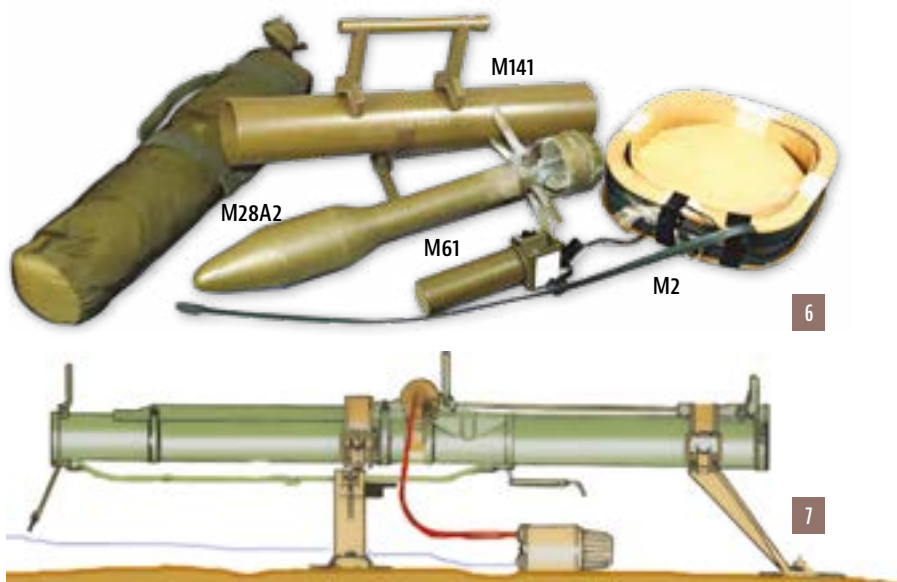
1974-től alkalmazták az 1972-ben rendszeresített RPG-18 reaktív hajtású hátrasiklás nélküli gránátvető bázisán kifejlesztett TM-73 jelű szovjet aknát.¹⁴ (7. ábra)

A későbbiek során más államok is megjelentették hasonló elven működő, oldal elleni aknáikat, hogy csak a német PARM-1 és PARM-2, valamint a brit LAW-80 páncéltörő fegyverből fejlesztett Addermine-t említsük.

A MISNAY-SCHARDIN-EFFEKTUS ELVÉN MŰKÖDŐ, OLDAL ELLENI HARCKOCSIÁKNÁK

Az oldal elleni aknák másik nagy családja a Misnay-Schardin-effektus elvén működő, robbanással formált lövedéken (EFP)¹⁵ alapul. Itt a lényegesen vastagabb betét-tányérból, a szintén irányított hatású robbanás következtében egy, a kumulatív tölteténél lényegesen alacsonyabb sebességű (kb. 2000 m/s), de masszív, lövedék formájú alakzat képződik, (8. ábra) mely több tíz méter megtétele után is képes viszonylag nagy vastagságban és átmérőben átütni a páncélozott eszköz falát.

A cikksorozat 4. részében bemutatottuk a világ első, robbanással formált lövedék elvű, oldal elleni aknáját, a Misnay József által fejlesztett LÖTAK-ot. [7; 4–5.] A gyalogság elleni repeszaknák fejlődésének bemutatásakor, az előző,



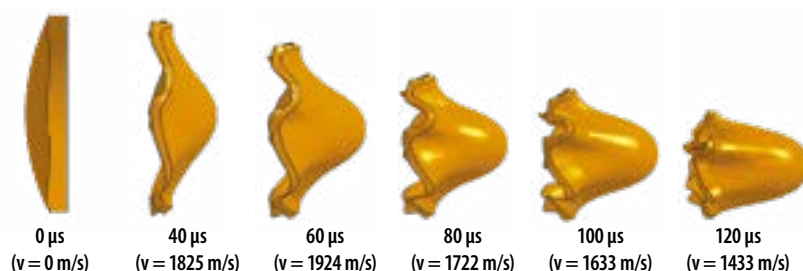
6. ÁBRA. Amerikai M24 reaktív, kumulatív, oldal elleni akna [4]

7. ÁBRA. Szovjet TM-73 reaktív, kumulatív, oldal elleni akna [5; 223. 60. ábra]

5. részben már írtunk arról, hogy 1946-tól a német Schardin professzor egy ideig Franciaországban dolgozott a kutatócsoportjával, és a korábban általa csak elméleti formában megfogalmazott robbanással formált lövedékkel is kísérletezett. Ebben az időszakban az angolok is engedélyt kaptak a párizsi nagykövetség katonai attaséján keresztül, hogy meglátogassák az intézményt a Misnay-Schardin-töltetek tervezésével kapcsolatban további információgyűjtés céljából. A látogatás a jelentés szerint nem volt teljesen sikeres: a francia katonai ellenőrző hatóság nem nézte jó szemmel, hogy a britek kikérdezzék a német tudományos személyzetet. 1952-ben aztán a szerzett információk alapján készült egy titkos minősítésű anyag Angliában, amely három oldalon foglalta össze egy ábramelléklettel a tapasztalatokat.¹⁶ [8] Nem véletlen tehát, hogy a Misnay-Schardin-elven működő töltetek tervezését Franciaországban élesztették fel, először 1969-ben, a MI AC AH F1 oldal elleni aknával, amelyet a brit haderőben L14A1 néven rendszeresítettek (9. ábra). A GIAT Industries által gyártott 185 mm átmérőjű, 6,5 kg hexotol¹⁷ robbanóanyag-töltetű akna hatásos távolsága 40–80 méter (optimális kb. 40 m), páncélatütő képessége 70 mm volt.

A Szovjetunióban 1984–1985-ben jelent meg a hasonló elven működő TM-83 akna. Ez azonban már a bevezetőben említett 2. generációs akna volt, mivel nem egy operátor hozta működésbe, hanem a letelepítés után önműködően védte a kijelölt területet a harcjárművektől. A 20,4 kg

8. ÁBRA. A robbanással formált lövedék kialakulása egy mai számítógépes szimuláció alapján [6; 10.]



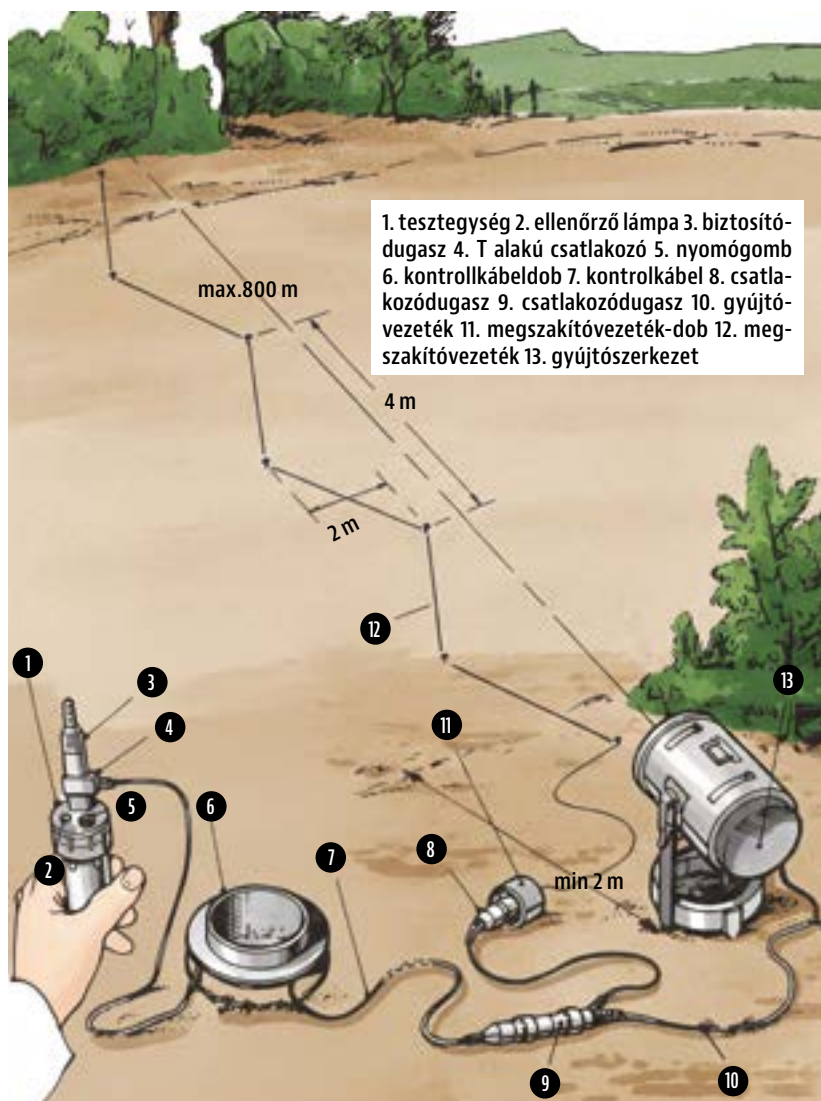
¹³ A [3; 43–46.] anyagában „Galiczky” aknaként szerepel a Galickij vezérőrnagy által feltalált LMG akna (Летающая Мина Галицкого).

¹⁴ 1999-ig titkosan kezelték az eszközt.

¹⁵ Angolul EFP, vagyis Explosively Formed Penetrator (Projectile).

¹⁶ Bővebben lásd [5; 220–222.]

¹⁷ Hexogén és trotil keverékéből készült robbanóanyag.



9. ÁBRA. Brit L14A1 oldal elleni akna [9; C/13. ábra, C-4-4.]



10. ÁBRA. MPB-ZN lengyel oldal elleni harckocsiakna [14]

11. ÁBRA. MPB-ZK lengyel oldal elleni harckocsiakna [13]

össztömegű akna célérzékelővel rendelkezik. Mivel a működtető elektronikához áramforrás szükséges, ezért az élesztés után csak egy szeizmikus érzékelő tartja készenléti (figyelő-) helyzetben. Ennek működése kevesebb energiát emészt fel, ugyanakkor biztosítja azt is, hogy élő személyek vagy állatok mozgására ne robbanjon fel az akna.

¹⁸ Composition B, vagy hexotol.

¹⁹ Wojskowy Instytut Techniki Inżynierijnej – WITI.



12. ÁBRA. Szovjet TM-83 oldal elleni harckocsiakna [10]

A 200–250 m távolságra érkező harcjármű keltette rezgés hatására viszont teljes harckészültségbe helyezi az eszközt, melynek második, infravörös szenzora 90–120 m távolságból várja a látómezejébe kerülő harcjárművet. Amennyiben az a maximális 50 m-es hatótávolságon belül érkezik, felrobbantja az aknát. A 9,6 kg tömegű, 40/60 arányú trotil-hexogén¹⁸ robbanóanyag-töltet robbanással formált lövedékének maximális páncélatütő képessége 100 mm, a keletkező nyílás átmérője 80 mm. Amennyiben a közeledő páncélos eszköz nem kerül az infravörös érzékelő látómezejében a hatásos távolságon belülre, az akna 3 perc elteltével automatikusan visszaáll „figyelő” üzemmódba.

OLDAL ELLENI HARCKOCSIÁKNÁK ÉS AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚ

A cikk befejezéseként az orosz–ukrán háborúhoz kapcsolódóan három lengyel és egy észt fejlesztésű, oldal elleni harckocsiaknát mutatunk be. Ez is bizonyítja azt, hogy még ma is jelentős szerepet játszanak az ilyen műszaki harcanyagok a páncélos eszközök elleni harcban.

A lengyel MPB aknát a BELMA vállalat fejlesztette ki, a József Kosacki professzorról elnevezett Katonai Műszaki Technológiai Intézet¹⁹ közösen. A hadseregben 1986-ban rendszeresítették. A 45 kg össztömegű akna a 22 kg-os TNT-töltete segítségével képzett robbanással formált lövedékkel 50 m-es hatótávolságon belül 100 mm-es homogén páncélatütésre képes. A további fejlesztések eredményeként ma két típusa van szolgálatban, melyek már harmadik generációs aknáknak számítanak. Az MPB-ZK akna indítása az erdei utakon, de akár a kemény felületű városi területeken is, az ott elhelyezett nyomásérzékelőkkel történik. Amikor a jármű lánctalpa vagy kereke rágurul a kihelyezett 10 darab elektromechanikus nyomásérzékelő valamelyikére, az érintkezős gyújtószerkezet robbantja az eszközt. Ha nem észlel célpontot, az akna a beállított 1, 10 vagy 30 nap elteltével automatikusan megsemmisíti magát.

Az MPB-ZN akkumulátorról működő akna érintésmentes gyújtószerkezete akusztikus (érzékelés és akusztikus elemzés) és hőérzékelőkkel (érzékelés és hő-jel elemzés) párosítva robbantja fel az aknát, amikor a jármű átlépi az utóbbi érzékelő optikai látómezejét. A fent közölt beállított idő leteltével ez az akna is felrobbantja magát. Mindkét típus képes hatékonyan megsemmisíteni a reaktív páncélatütő járműveket is. [14]

Ugyancsak a BELMA S.A. fejlesztette ki a legújabb oldal elleni aknáját „Tulipán” fantázianévvel. A robbanó harc-

anyag járművek, könnyű páncélozott szállítójárművek és teherautók/terepjárók elleni harcra készült. Az alkalmazott EFP harci fej Composition B robbanóanyagával képes 2–50 m távolságból hatékonyan eltalálni a célpontokat, és 60 mm-es páncélátütő képességével megállítani az akna robbanási tengelyében haladó járműveket. Felhasználható a nemzeti határok védelmére, védelmi műveletek késleltetésére, a saját csapatok visszavonulásának fedezésére, objektumok, például vezetési pontok védelmére a csapatok felelősségi területein, valamint diverziós tevékenységekre. Kis mérete és tömege (7 kg) miatt két akna szállítható egy hátizsákban, és egy személy által 5–6 perc alatt elhelyezhető a harctéren. Az akna automatikusan vagy egy kezelő felügyelete mellett működhet. Gyújtószerkezete az MPB-ZN-hez hasonlóan működik. A típus különlegessége, hogy lehetőség van 1-től 9-ig terjedő sorszámú, menetoszlopban egymást követő, vagy kiválasztott célok támadására is. [15; 185.]

Az utolsó bemutatásra kerülő oldal elleni, harcjármű elleni aknát Észtországban fejlesztették ki. A PK-14 (másol M14) parancsvezérelt oldal elleni akna (13. ábra) is robbanással formált lövedékkel támadja a harcjárműveket. Gyorsan és egyszerűen telepíthető és üzemeltethető bármilyen időjárási és harci körülmény között. Egyszerűségében rejlik a nagyszerűsége, bizonyítva, hogy napjainkban is helye van a robbanózárak rendszerében egy, funkcionális kialakítása alapján tulajdonképpen első generációs tekintetű aknának.

Főbb műszaki-technikai adatai:

- átmérő: 160 mm;
- magasság: 110 mm;
- nettó robbanóanyag mennyisége: 1,5 kg;
- robbanóanyag típusa: PBX;²⁰
- páncélátütő képesség: minimum 50 mm acél, 50 m távolságon belül; (13. ábra)
- egy hordládában (43 kg) 8 darab akna található, a gyújtóberendezésekkel és a rögzítőelemekkel;
- minden aknához tartozik egy dioptriás célzóberendezés, és egy 130 m-es NONEL-vezeték indítószervezettel;
- egy NONEL-indító lehetővé teszi 4 db akna egyidejű robbantását is.

Készítettek hozzá egy PK-14TE típusú kiképző aknát is, melynél 4G-csatlakozású modemen lehet továbbítani a lézerral megjelölt találatokat a megadott e-mail-címre. [16]

A cikkben bemutatott robbanó műszaki harcanyagok mindegyike részét képezheti ma is egy komplex műszakizár-rendszernek. A sorozat befejező részében a 3. és 4. generációs aknákkal foglalkozunk, bemutatva előnyeiket és esetleges hátrányaikat is.

(Folytatjuk)



13. ÁBRA. A képeken az észtt gyártmányú PK-14 parancsvezérelt oldal elleni akna, valamint EFP-töltetének hatása látható. Az eszközről részletesebb információ a mellékelt QR-kód beolvasásával érhető el [17]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Саламахин, Т. М.: Основы моделирования и боевая эффективность зарядов разрушения – Часть 1. Москва: Военно-инженерная Академия имени В. В. Куйбышева, 1984.
- [2] A szovjet haderő ismertetése csapattest- és osztályparancsnokok részére (1942). M. kir. Honvédelmi Minisztérium, 1942. február. Attila-nyomda részvénytársaság, Budapest, 1942.
- [3] A folyó háború tapasztalatainak összefoglaló ismertetése (Zárult 1942.XII.31.). 18. szám. A K-i harctér terepviszonyai és az ellenség méltatása. (1943). M. kir. Honvéd Vezérkar főnöke. Attila-nyomda részvénytársaság, Budapest. 52.300/18. szám, eln. 4. vkf. 1943.
- [4] Веремеев, Юрий Георгиевич: Мины вчера, сегодня, завтра. Противотанковые мины М24, М66 (Anti-tank mines M24, M66). <http://saper.isnet.ru/mines/m24.html> (Letöltve: 2023.01.06.)
- [5] Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig. Ludovika Kiadó, Budapest, 2023.
- [6] Wang, Weizhan et al: Formation of an Explosively Formed Penetrator Warhead Using a Step-Shaped Charge. Hindawi Shock and Vibration Volume 2022, Article ID 9694576, 17. <https://doi.org/10.1155/2022/9694576>
- [7] Lukács László: A kőszóró aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig IV. rész. Aknafejlesztés Magyarországon és a robbanó műszaki záruk hatékonysága. Haditechnika 2025/6, 2–8. DOI: 10.23713/HT.59.6.01
- [8] Bethell, Peter, Cdr.: The Design of Misnay-Schardin Charges, Report No. A. D. E. 6/52. (Restricted) Armament Design Establishment. Ministry of Supply, Fort Halstead, Kent, 1952.
- [9] Military Engineering. Volume II. Field Engineering. Pamphlet No 5. – Minelaying (1982). United Kingdom, Ministry of Defence. C/13. ábra, C-4-4.
- [10] Противотанковая противобортовая мина ТМ-83. https://vimpel-v.com/main_shooting/ammunition/4203-tm-83.html (Letöltve: 2025.10.20.)
- [11] Kovács Zoltán: Az oldal elleni aknák. Haditechnika. 2001/4, 36–42.
- [12] Kovács Zoltán: Az oldal elleni aknák. Műszaki Katonai Közlöny 2001/K, 36–53.
- [13] <https://www.belma.pl/en/products/special-products/mining-systems-mines/off-road-mines/mpb-zk-off-route-anti-tank-mine-with-a-contact-fuze> (Letöltve: 2025.10.10.)
- [14] <https://www.belma.pl/en/products/special-products/mining-systems-mines/off-road-mines/mpb-zn-off-route-anti-tank-mine-with-an-influence-fuze> (Letöltve: 2025.10.10)
- [15] Polish Defence and Security Equipment Catalogue 2024. National Security Bureau, Warszawa 2024.
- [16] PK-14 Directional Mines In Ukraine. <https://armourersbench.com/2022/10/02/pk-14-directional-mines-in-ukraine/> (Letöltve: 2025.10.21.)
- [17] EESTI ARSENAL honlapja. <https://ears.ee/#sidemines> (Letöltve: 2025.10.21.)
- [18] Daruka Norbert: Érzéketlen robbanóanyagok I. Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása. Műszaki Katonai Közlöny, 2023/2, 5–21. DOI: 10.32562/mkk.2023.2.1
- [19] Daruka Norbert: Érzéketlen robbanóanyagok II. Vizsgálati módszerek és alkalmazási lehetőségek. Műszaki Katonai Közlöny, 2024/1, 47–65. DOI: 10.32562/mkk.2024.1.4
- [20] Munroe, Charles Edward: Modern explosives. Scribner's Magazine. Charles Scribner's Sons, New York, III. 1888, 563–576.
- [21] Kennedy, Donald R.: History of the shaped charge effect – The First 100 Years. Originally prepared for presentation at the 100th Anniversary of the Discovery of the Shaped Charge Effect By Max Von Foerster, observed at MBRR Schrobenehausen, West Germany, 20–22 September 1983.
- [22] Chiles, James R.: From Bazookas to RPGs. AmericanHeritage.com History's Homepage, Monday April 27, 2009. <https://www.inventionandtech.com/content/bazookas-rpgs-0> (Letöltve: 2025.10.21.)
- [23] Valters, William: A Brief History of Shaped Charges, 24th International Symposium on Ballistics, vol. 1, 3–10, New Orleans, LA, 22–26 September 2008.

²⁰ A Polymer-Bonded Explosive olyan típusú nagy hatóerejű robbanóanyag, amelyben az alkotóelemek polimer kötőanyaggal vannak összekötve. Ezek az anyagok a hagyományos robbanóanyagokhoz, például a TNT-hez képest kevésbé érzékenyek a rázkódásra és az ütésekre, valamint jobb hő-stabilitással és hosszabb eltarthatósággal rendelkeznek. Az érzéketlen robbanóanyagokról bővebben lásd [18][19].

FARKAS ZOLTÁN*

LOGISZTIKAI SZAKTECHNIKAI ESZKÖZÖK EGYKOR ÉS NAPJAINKBAN

VI. RÉSZ

Sorozatunk befejező részében a tábori hadtápellátás ritkábban említett kellékeit, a ruházati szolgálat szaktechnikai eszközeit, valamint elsősorban a vegyvédelmi feladatok ellátására alkalmazott, ám a katonák tisztálkodását is lehetővé tevő – a vegyvédelmi szolgálathoz tartozó – eszközöket mutatjuk be.

A katonák egészségének megóvása, a személyes felszerelések, ruházatok tisztántartása, a hadrafoghatóságuk biztosítása, a fertőzések továbbterjedésének megakadályozása minden korszakban lényeges kihívást jelentett. Az első stabil tisztítószervezetet a kórházak és katonák ágyneműjének tisztítására 1898-ban hozták létre, Honvéd Központi Ágyraktár és Gőzmosó Intézet néven, amely rövid idő múlva önálló mosodaként működött.

1905-ben a Weiss Manfréd Művek a Ganz és Társa Danubius Gép-, Waggon- és Hajógyár Részvénytársasággal közösen készítette el a szabadalmi védetségű „fertőtlenítő készüléket”, amely a katonai ruházat és felszerelés forró gőzzel való fertőtlenítését oldotta meg tábori elhelyezési körülmények között. A készüléket az első világháborúban széles körben alkalmazták a szennyezett katonai felszerelések elősködőmentesítésére. Nagy előnye volt, hogy a Weiss Manfréd által gyártott tábori mozgókonyha gőzével lehetett üzemeltetni. [1]

1916M TÁBORI FERTŐTLENÍTŐKOCSI

A ruházati szolgálat első mobil járműve a ma már kevésbé ismert, két lóval vontatott ruházati fertőtlenítőko-

* Gépészmérnök, nyugállományú alezredes, a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia óraadó tanára 1990–1995 között. ORCID: 0000-0002-5680-8872





4

csi volt. A faserkezetű kocsí hazai gyártású berendezés volt, amint azt az adattábláján szereplő felirat is tanúsítja: „Teudloff-Dittrich Budapesti Armatura-, Szivattyú- és Gépgyár Részvénytársaság Budapest-Kispest gyárában 01-es gyártmány számmal készült, 1916-ban.”

A harctéren a tisztálkodási lehetőségek sokszor a minimális igényeket sem elégítették ki, így a katonák tetvekkel fertőződtek meg. A tetves, bolhás, poloskás ruházatot a fertőtlenítőkocsi jól zárható szekrényében helyezték el, amit forró vízgőzzel árasztottak el. A tökéletes záródás érdekében oldalanként 16-16 szárnyas anyacsavarral

szorították a szekrényajtókat a házhoz. Az egyik oldalon behelyezték a fertőzött (infiziert) ruházatot, majd a másik oldalon vették ki a fertőtlenített (desinfiziert) ruhákat. A víztartályt szivattyúval feltöltötték, majd a benne lévő vizet felforralták és annak gőzét engedték be a fertőtlenítő szekrénybe. A balesetek elkerülése érdekében a kazánban lévő víz mennyiségének ellenőrzésére vízmagasságjelző órát szereltek fel. A berendezést fával fűtötték, és óránként 20 öltönyt fertőtlenített.

A két világháború közötti időszakban a legénység felszerelésébe 2 db alsó-felső fehérnemű, 4 pár kapca, egy-egy kimenő- és gyakorlóruházat, posztósapka, zubbony, nadrág, köpeny, egy pár lábbeli és egy rend zsávolyruházat tartozott. A fehérneműt egyénileg mosták vagy a laktanyába bejáró „mosóasszonyokkal” mosatták. Békeidőszakban a hivatásos állomány sem természetbeni ruházati ellátásban, sem ruházati pénzilletményben nem részesült. A ruházatuk tisztán tartásáról maguknak kellett gondoskodni.

Háború esetén, a hadművelleti területre elvonulás során a hivatásos tisztek részére is természetben illetményes volt egy rend posztóruházat, egy pár kincstári csizma és egyéb felszerelési cikkek (meleg alsóruházat, evőeszköz-készlet stb.) A hadművelleti záróvonal átlépése után – a ruházat fokozottabb elhasználódása miatt kártalanításként

1. ÁBRA. 1916 M tábori fertőtlenítőkocsi; a nyitott ajtónál megfigyelhető a belső fertőtlenítőtér

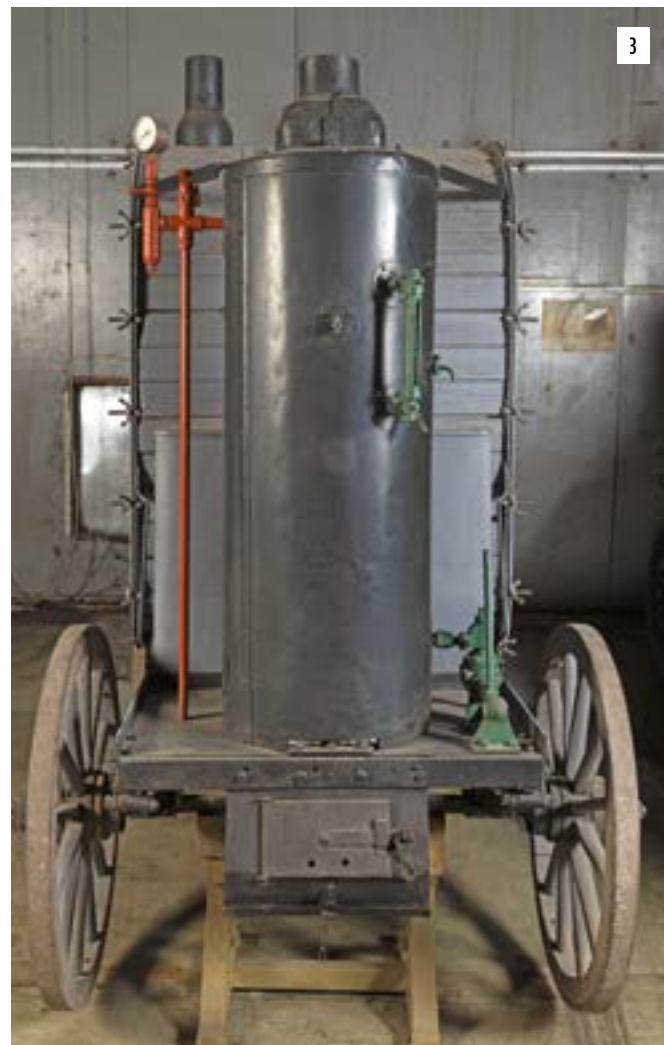
2. ÁBRA. A fertőtlenítőkocsi jobb oldali szekrényajtaja, amelynek záródását 16 db szárnyas anyacsavar biztosítja

3. ÁBRA. A kazán a fűtőtérrel és a vízmennyiségmérő órával

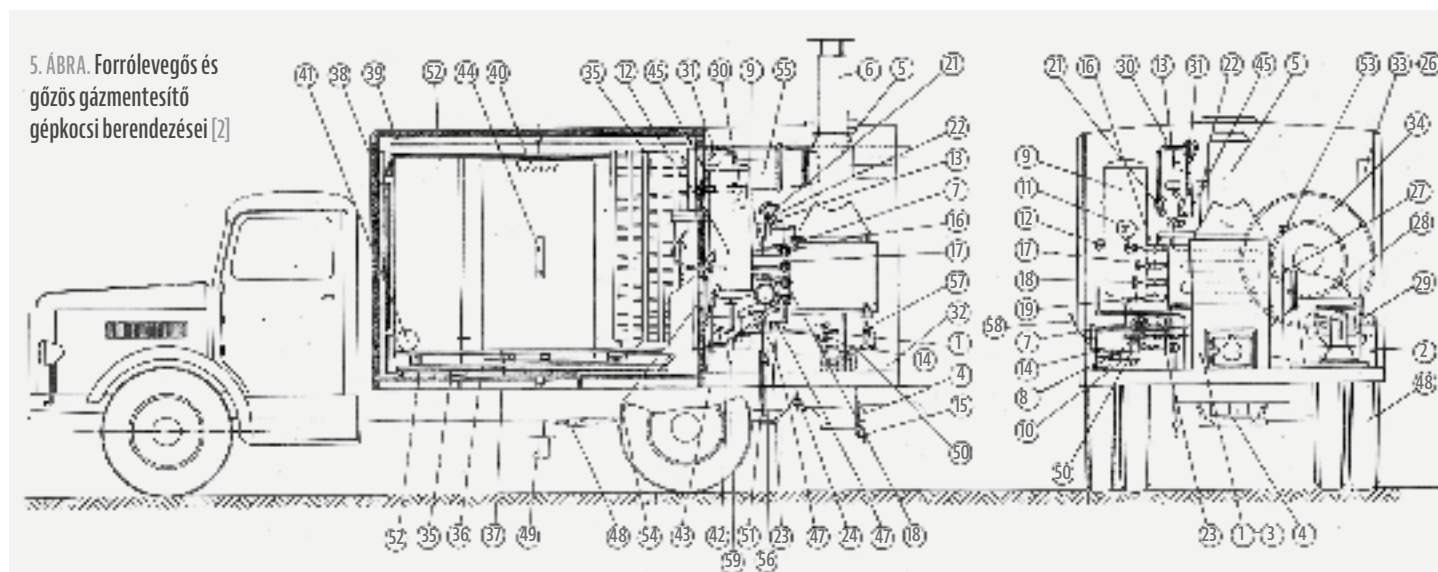
4. ÁBRA. Az 1916 M tábori fertőtlenítőkocsi gyári adattáblája (Fotók: HM HIM; 2003.1.1)



2



3



1. gőzkazán 2. tüzelőajtó 3. rostély 4. hamuláda 5. füstszekrény 6. kéménytoldal 7. füstcsőnyaláb 8. tápszivattyú 9. nyomó légtartály 10. visszacsapó szelep 11. nyomó légtartályfeszítő 12. légbeeresztőcsap 13. gőzelosztó cső 14. vízbeeresztő szelep 15. leeresztőcsap 16. gőzlégkályha-gőzszelep 17. formalinbefűvő gőzszelep 18. fűtőszelvény 19. direkt gőzszelep 21. feszítő 22. biztosítószelvény 23. tápvíz-tartály 24. tápvíz-tartály-leeresztő csap 27. gőzlégkályha fűtőtest 28. turbóventilátor 29. benzinmotor 30. formalintartó edény 31. formalinporlasztó 32. 3 fiókos számszámláló 33. állólámpa a tüzi- és fűtőszámszámlálóknak 34. pótkeréktartó rekesz 35. gőzfűtőcsőrendszer a pallószinten és az oldalfalak mentén 36. perforált csőrendszer a gőz közvetlen befűtésére 37. padlórács 38. oldalsó védőrács 39. ruhaakasztó tartócsövek 40. ruhaakasztó horog 41. 2 beszállító ajtócska 42. légbevezetőcsatorna-csapantyú mozgatókar 43. légtisztítócsatorna-csapantyú mozgatókar 44. 45. 46. könyökhőmérők 47. fűtőcső kondenzszelep 48. gumibroncsok 49. kondenzedény 50. gőzlégkályha kondenzszelep 51. gőzlégkályha-csonk 52. gőzvezeték 53. azbesztfal 54. légkivezető csatorna elzárócsapantyúval és mozgatókarokkal 55. légkivezető csatorna elzáró csapantyúval és mozgatókarokkal 56. próbacsap 57. vízmennyiség-szabályozó csap 58. csővezeték hollandi csatlakozással az ammóniabeefűtéshez.

– a tisztok tíznaponként 1,50 pengő, a tiszthelyettesek napi 75 fillér ruházati és felszerelési kártalanítási illetményt kaptak.

1942 nyarára a Központi Ruhátár parancsnoksága felállította a 101. Ruházati ellátóoszlopot. Feladata volt, hogy hadművelleti területen olyan raktárt és javítóműhelyt működtessen, amely kielégíti a kisebb ellátóoszlopok igényeit és az anyagokat eljuttatja a csapatokhoz. Működését a hadművelleti területen 1942 júniusában kezdte meg. A 101. Ruházati ellátóoszlopot vasúti szerelvényen alakították ki, és ez követte a frontot egészen Kijevig, ahol rátelepülve a helyi mosodákra azokat működtették. Az ott működő mosoda feladata volt, hogy a megszálló erők ruházatát kimossák, fertőtlenítsék és csere közbeiktatásával

kiadják a csapatok részére. A mosodában hadifoglyokat és helyi polgári lakosokat, főleg nőket foglalkoztattak. A szovjet ellentámadást követően a front nyugat felé vonulásával megkezdődött Kijevből a kitelepítés, és 1943 novemberében már nem volt mosoda, csak a raktár működött. A visszavonuló 101. Ruházati ellátóoszlop Kárpátalján, Felvidéken keresztül eljutott Cseh-Morvaországba, ahol 1945. május 13-án fogságba kerültek. [6]

A második világháború után a textiltisztítást az 1950. október 13-án megalakult Honvéd Központi Gőzmosoda, majd 1974-ig MN Gőzmosodák Parancsnoksága, később az MN Textiltisztító és Javító Üzem végezte. A csapatok textiltisztítását több településen létrehozott honvédségi mosodákban látták el. [6]

6. ÁBRA. Csepel D-350 forrólevegős és gőzös gázmentesítő gépkocsi kezelőtere [2]

7. ÁBRA. Csepel D-350 forrólevegős és gőzös gázmentesítő gépkocsi [2]





8. ÁBRA. FMG-67 folyadékfosztó gépkocsi terepmentesítés közben. Az első típus, amely komplex vegyi mentesítési feladatok ellátására volt alkalmas [3]

FORRÓLEVEGŐS ÉS GŐZÖS GÁZMENTESÍTŐ GÉPKOCSI

A Csepel D-350 és B-350 típusú tehergépkocsik Magyar Néphadseregben történő rendszeresítésével az egységes alvázra telepített eszközök sorában különböző felépítményeket alakítottak ki. Ezek közül kevésbé ismert a forrólevegős és gőzös gázmentesítő gépkocsi. Az alváz, a motor és rendszerei azonosak voltak a teherautó rendszereivel.

Az elkészített felépítmény acélváz-szerkezetű és sajtolt lemezidomok felhasználásával készült. A felépítmény teteje alumíniumlemezzel borított fenyődeszkából, a padlózata karbolineummal átitatott fenyődeszkából készült. A felépítmény első részének mindkét oldalán ajtókat képeztek ki, és ez volt a gázmentesítő szekrény. Oldalai hőszigeteltek voltak. A hátsó részben helyezték el a gőzkazánt és a kiszolgáló rendszereit. A hátsó felépítmény oldalai és hátfa- la rézimpregnált (a hőszigetelés és a tűzálló képesség növelésére) ponyvaborítással rendelkezett. Alkalmazás során a vászonponyva felszíjazható volt. A felépítmény fő részét képezte a gőzkazán, 70 literes víztartály a tápszivattyúval, az elosztó szelep és vezetékei. A berendezés vegyimentesítési feladatokat is ellátott egy szükség szerint felállítható, kb. 1 m³-es favázas ponyvasátor hozzákapcsolásával. A vegyi mentesítést elvégezhetette gőzzel és forró levegővel is. A fertőtlenítést a gőzbe porlasztott formalinnal végezték. Gőzzel mentesítették a posztóköpenyt, a posztó-



9. ÁBRA. Tábori fürdető gépkocsi berendezéseinek telepítése [3]

ruházatot, a zsávolyruházatot, az alsóneműket, valamint a vattakabátot és a nadrágot. Forró levegővel mentesítették a gyapjú-, bőr- és prémkészítményeket, a védőruhákat és a gázálc fejrészét. A szennyezett ruhákat a szekrény bal oldali ajtaján át tették be, és a jobb oldalon lehetett ki- venni a mentesített ruhákat.

FOLYADÉKOS MENTESÍTŐ GÉPJÁRMŰ (FMG)

Az eszköz – bár nem a ruházati szolgálathoz sorolták, ha- nem a vegyivédelmi technikai szolgálat szakanyagát képez- te – a személyi állomány fürdetését is hivatott volt ellátni.



10. ÁBRA. FMG-68 személyi mentesítő feladatban, katonák tábori fürdetésének biztosítására [3]

11. ÁBRA.
A mosást végző
forgódob
(Fotó: Farkas Zoltán)



12. ÁBRA. A nyitott mosó
szakkonténer
a dobforgásirány-
vezérlővel és
a lábrácsal
(Fotó: Farkas Zoltán)



13. ÁBRA. A mosási
folyamatot vezérlő
lyukkártyahengerek
(Fotó: Farkas Zoltán)



A CSD-346-07 alvázra épített eszköz alaprendeltetése a fegyverzet, a haditechnikai eszközök és a gépjárművek vegyi- és sugármentesítése, a személyi állomány fürdetése, illetve tüzek oltása volt. Az eszköz az FMG-67M azonos feladatokra készített eszköz továbbfejlesztésével készült a Budapesti Vegyipari Gépgyár (BVG) asszisztenciájával. A gyár permetező gépkocsiként gyártotta az eszközt. A szakfelépítménye a tartályból, kazánból, olajtüzelő berendezésből, szekrényekből, összekötő csővezetésekből és szerelvényekből tevődött össze. A tartályt, a szivattyút

és a kazánt beépített, korrózióálló, karimás csatlakozású csővezetékek kötötték össze. A tartály 2000 literes volt. A vegyi- és sugármentesítésen mint fő feladatán túl a gyár fürdetési felszereléssel látta el a gépkocsit, így a gyakorlatok alkalmával a személyi állomány tisztálkodását is biztosította az összefűzött 63M sátrakban kialakított zuhanyrendszerrel. A személyi állomány fürdetési kapacitása +10 °C felett min. +10 °C hőmérsékletű víz felhasználásával óránként 250–280 fő fürdetését tette lehetővé. A külső levegő hőmérsékletétől függően a gázolajtüzelésű kazán 50–80 perc alatt melegítette fel a 0 °C-os vizet +70 °C-ra. A tartály feltöltése a saját, 5 méter szívómagasságú szivattyújával 5 perc alatt megtörtént, melynek feltétele volt, hogy a vízvételző hely percenkénti hozama legalább 500 liter legyen.

A mentesítő-fürdető rendszer tüzelőanyag-tartálya 40 liter gázolajat tartalmazott, amely 2 órai fűtéshez volt elegendő. A gépkocsi egy üzemanyag-feltöltéssel (150 liter tartály + 60 liter tartalék) 800 km megtételt biztosított. Sebessége műúton 82 km/óra, terepen 47 km/óra volt.

MPM (PMP)-72 TÁBORI GÉPESÍTETT MOSÓÜZEM

Feladata az elvonuló szárazföldi csapatok személyi állományának tiszta fehérneművel történő ellátása volt. A komplexum három darab 20 lábas, konténerszerű, hőszigetelt felépítményben elhelyezett technológiai berendezések zárt rendszerű láncolata, melyeket 6×6 kerékképletű, Skoda típusú tehergépkocsira helyeztek fel. A mosóüzemet a csehszlovák KOVO Senec vállalat készítette.

A mosoda gépkocsin máházva, illetve telepítve egyaránt üzemeltethető volt. Energiaellátása saját aggregátorról, valamint az országos villamoshálózatról is biztosítható volt. Vízügyi szükségletét természetes vizekből a saját szivattyúrendszerének segítségével vagy vezetékes hálózathoz való csatlakoztatással lehetett biztosítani.

A mosoda a három szakkonténer meghatározott rendben történő ún. „összeállása” (telepítése) után érte el mű-

1. TÁBLÁZAT. Közepesen szennyezett alsóneműk mosási ciklusa*

Fsz.	Művelet	Idő [perc]	Hőmérséklet [°C]	Víz mennyiség [l]	Mosószer [g]
1.	Betöltés	5	–	–	–
2.	Előmosás	15	30	600	1500
3.	Első centrifuga	2	–	–	–
4.	Első mosás	15	90	480	1700
5.	Első öblítés	2,5	70	600	–
6.	Második centrifuga	2	–	–	–
7.	Második öblítés	2	60	600	–
8.	Harmadik centrifuga	2	–	–	–
9.	Harmadik öblítés	2,5	30	720	–
10.	Negyedik öblítés	2,5	30	720	–
11.	Végő centrifuga	10	–	–	–
12.	Fellazítás	2	–	–	–
13.	Jelzés	1	–	–	–
14.	Kiürítés	5	–	–	–

* Egy mosóciklus időtartama: 68,5 perc.

2. TÁBLÁZAT. Erősen szennyezett alsóneműk mosási ciklusa*

Fsz.	Művelet	Idő [perc]	Hőmérséklet [°C]	Vízmenyiség [l]	Mosószer [g]
1.	Betöltés	5	-	-	-
2.	Előmosás	7	30	600	1500
3.	Első centrifuga	2	-	-	-
4.	Első mosás	12	60	480	1700
5.	Második mosás	20	90	480	1500
6.	Első öblítés	2,5	70	600	-
7.	Második centrifuga	2	-	-	-
8.	Második öblítés	2	60	600	-
9.	Harmadik centrifuga	2	-	-	-
10.	Harmadik öblítés	2,5	30	720	-
11.	Negyedik öblítés	3	30	720	-
12.	Végző centrifuga	10	-	-	-
13.	Fellazítás	2	-	-	-
14.	Jelzés	1	-	-	-
15.	Kiürítés	5	-	-	-

* Egy mosóciklus időtartama: 78 perc.

ködőképességét. Az I. számú szakkonténer a mosó-, a II. számú a szárító- és mángorló-, míg a III. számú szakkonténer a szervizkonténer volt, amiben a különböző kábeldobokat, tartalék alkatrészeket és kitelepíthető részegységeket, sáncszerszámokat tárolták. A mosórészlegek számát tetszőlegesen lehetett növelni, ezáltal fokozva a mosóüzem teljesítményét.

A mosást alapvetően két kategóriába sorolták. Az egyik volt a közepesen szennyezett, 120 kg-os töltési súly-

ra, a másik az erősen szennyezett alsóneműk kategóriája, amelynél 90 kg volt az előírt töltőszű. A mosási ciklusidő a szennyezettség mértékétől függően változott.

A táblázatokról látható, hogy egy-egy mosási ciklushoz a közepesen szennyezett ruhák esetében 3720 liter, az erősen szennyezett ruhák esetében 4200 liter vízre volt szükség. Mosószerből közepesen szennyezett ruháknál 3200 g-ot, az erősen szennyezett ruháknál 4700 g-ot kellett felhasználni. A közepesen szennyezett ruhák mosási



14. ÁBRA. A Konténeres Mentés Berendezés főbb részei [5]



15. ÁBRA. Telepített
Konténeres Mentesítő
Berendezés [4]

ciklusa 14 műveletből állt, 68,5 perces időtartammal, míg az erősen szennyezett ruhák esetében a folyamat 15 műveletre és 78 percre módosult. A mosóüzem telepítésére és működtetésére egy alkalommal a *Tranzit 85* nemzetközi hadgyakorlaton is sor került.

A berendezést 1972-ben rendszeresítették, kivonására pedig 1997-ben került sor. Egy készlet a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum birtokában van.

KONTÉNERES MENTESÍTŐ BERENDEZÉS (KMB)

Az elavult és további üzemeltetésre nem alkalmas FMG-67 és FMG-68 típusú folyadékos mentesítő gépjárművek helyett rendszeresítették a STANAG 2352 NATO egységesítési dokumentum alapján ezt a háromfázisú (elő-, fő és utókezelő), ABV mentesítési eljárás végrehajtására létrehozott eszközrendszert. A mérgező harcanyagokkal, radioaktív anyagokkal szennyezett ill. biológiai harcanyaggal fertőzött technikai eszközök és a személyi állomány felszerelésének autonóm módon megvalósítása a teljes mentesítés végrehajtását szolgálja normál és tábori viszonyok között.

16. ÁBRA. HGU forró
levegős mentesítő sátor
[5]



A KMB egy ISO konténerben két mentesítési modul foglal magába. Az egyik modul a technikaeszköz-mentesítő, a másik a személyi mentesítő modul. A technikaeszköz-mentesítő három fázisában a HD-4000 az előkezelő, az AMGDS-2000 a főkezelő (vegyi mentesítő) és a HDS-12/14 ST Eco (sugármentesítő) berendezés az utókezelő fázis. A személyi állomány mentesítését, a fürdetéshez szükséges megfelelő hőmérsékletű vizet a HWM-35C melegvizes modul [6] biztosítja. A személyi állomány mentesítésére és fürdetésére a vetkőző- és öltözősátrak szolgálnak, melyek két készlet összekötő folyosóval kapcsolódnak egymáshoz. A beépített és a hajlékony falú víztartályok biztosítják a mentesítéshez, fürdetéshez szükséges vízmennyiséget a szállítószivattyúk és átfertőszivattyú segítségével. Az elhasznált vizet vízfelszívó készülék távolítja el.

A ruházat, felszerelés forró levegős mentesítését egy 26 m²-es mentesítő sátorban végzik. A rendszer áramellátását egy QFA-57 típusú aggregátor biztosítja. A KMB elektromos vezérlőrendszerét a központi vezérlőtábláról működtetik. A berendezés -20 °C és +50 °C hőmérséklet-tartományban üzemeltethető.

A személyi mentesítési, fürdetési kapacitás változattól függően óránként 60–300 fő. A telepítési időszükséglete – a feladattól függően – a technikai eszközöket illetően 40 perc, amennyiben a személyi állomány is mentesítésre kerül, úgy 110 perc. A berendezés kezelését 9 fő állomány végzi.

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét Boldizsár János Tibornak, valamint a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeumnak a cikksorozatban megjelent képek közzétételéhez nyújtott segítségükért és a publikációs engedélyért.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Kovács Vilmos: Fejezetek a magyar hadiipar és hadianyaggyártás történetéből. A Weiss Manfréd Lőszér-, Acél- és Féművek Részvénytársaság fejlődése 1918-ig. Hadtörténelmi Közlemények 2012/3, 588. https://epa.oszk.hu/00000/00018/00289/pdf/EPA00018_hadtortenelmi_2012_03_579-606.pdf (Letöltve: 2025.11.21.)
- [2] Boldizsár János Tibor: Csepel D-350, D-352 honvédségi és polgári tehergépkocsik (1949–1960). A Magyar Hadi- és Gépjárműtechnikai Közhazsnú Alapítvány kiadványa, 2007.
- [3] Boldizsár János Tibor: A Csepel D-344 honvédségi tehergépkocsi és változatai. (1957–1975) Autómúzeum könyvek. A Magyar Hadi- és Gépjárműtechnikai Közhazsnú Alapítvány kiadványa.
- [4] Zsitnyányi Attila: Mentesítő rendszerek fejlesztése Magyarországon a NATO-csatlakozást követően I. Haditechnika 2020/5, 49–55. DOI: 10.23713/HT.54.5.10
- [5] Konténeres Mentesítő Berendezés. HM Fegyverzeti és Hadbiztosági Hivatal 2012.
- [6] GAMMA Műszaki Zártkörű Részvénytársaság. <https://www.gammatech.hu/index.php?> (Letöltés: 2025.12.28.)

GULYÁS ATTILA*

NYELVI MODELLEK ALKALMAZÁSA A KIBERVÉDELEMBEN

II. RÉSZ

A tudományos közlemény második részében összefoglalom az LLM és a kibervédelem lehetséges kapcsolódásait, bemutatom a védelmi szektorban elérhető, megvalósítható eljárásrendeket és megoldásokat.

A GÉPI TANULÁS LEHETSÉGES TÁMOGATÁSA A KIBERBIZTONSÁG NÖVELÉSE ÉRDEKÉBEN

A világháló a 21. századra a globális kereskedelem, a társas-szociális kapcsolattartás és a katonai alkalmazások kommunikációs terévé vált. A kézzelfogható fizikai (hardver-) követelmények, amelyek a múlt évszázad technológiai szemléletét alapvetően meghatározták, a Moore-törvény [1] alapvetései és predikciói alapján a hardverelemek számítási kapacitásai – a hagyományos chiptechnológia gyártástechnológiája mellett is – jelentősen felülvizsgálandók. Az új, úgynevezett diszruptív technológiák – mint a nagy nyelvi modellek (LLM – *Large Language Models*), a kvantumtechnológiai adatátvitel, kvantum számítástechnika – olyan gyorsan jelennek meg és olyan mélységben forgatják fel a számítástechnikában a megszokott fizikai kereteket, hogy e folyamatok végkimenetelét megjósolni lehetetlen feladat. Ugyanakkor ez a rakétasebességű fejlődés nem jár együtt a szakmai területek, a kibervédelem szabályozóinak fejlesztésével, annak finomhangolása lassabban halad: rendkívül gyors az adott hardver vagy szoftver (vagy mindkettő) termékciklusa, sokszor a megszokott mérnöki diszciplínáktól idegenek a tématerületek, a gyors tervezésből és kivitelezésből, tesztekkel adódóan elnagyolt vagy hiányzó koordináció a fejlesztői elemek között, a folyamatok működési komplexitása nagymértékben megnehezíti a szabályozói környezet kialakítását. Ugyanakkor a szabályozó közeg fejlesztése egyaránt igényli a kemény (hard) jogi szabályozók és a puha (soft) szakmai szabályozó keretek tervezését, alkalmazását is. Ezért a világ gazdaságilag

vezető államai, államszövetségei megkezdtek-folytatták a diszruptív technológiák szabályzó környezetének tervezését, kialakítását és alkalmazását.

1. ÁBRA.
(Illusztráció: Shutterstock)

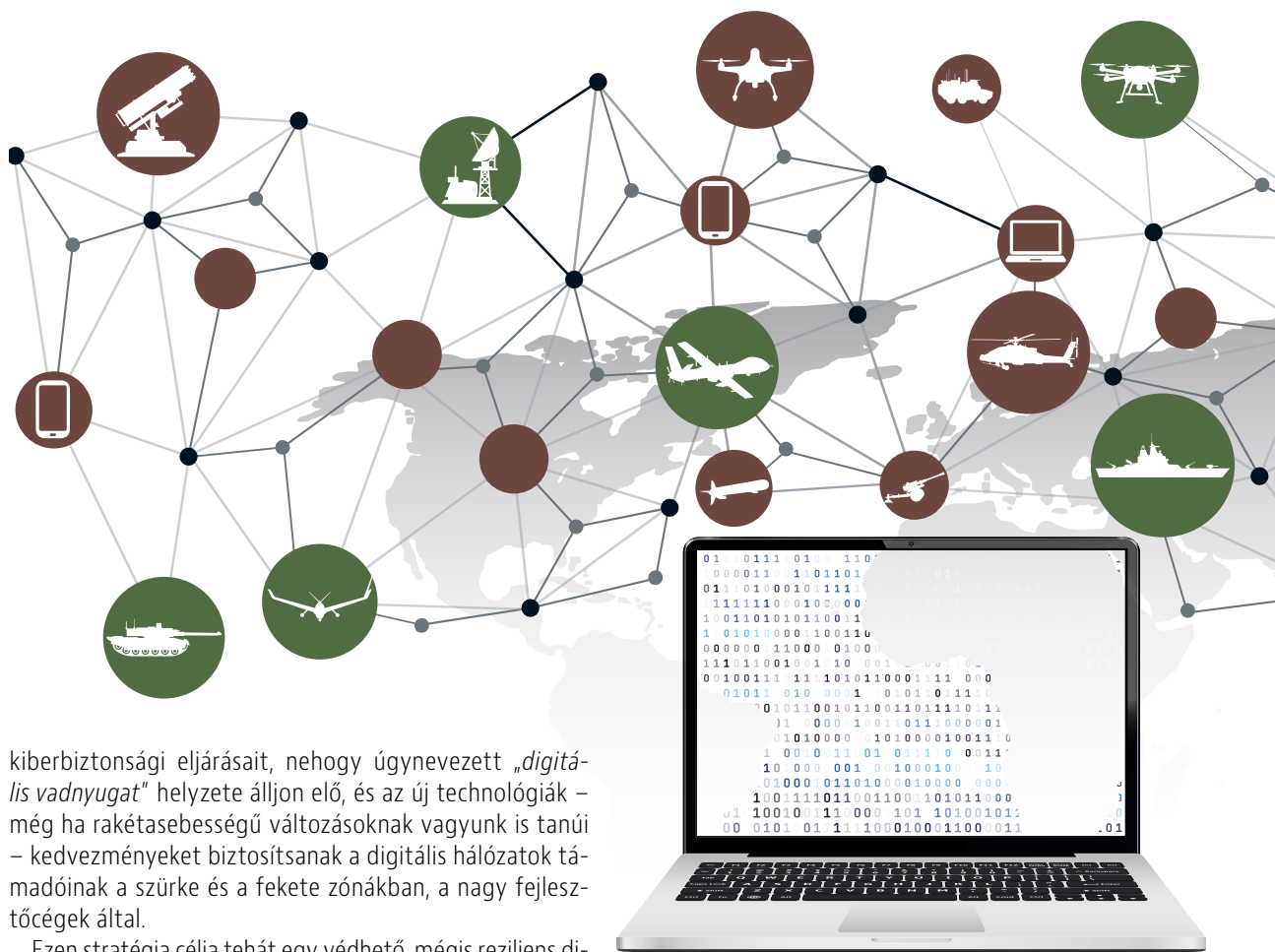
A KIBERBIZTONSÁGRA VONATKOZÓ AMERIKAI ÉS EURÓPAI UNIÓS SZABÁLYOZÁSI KERETEK VIZSGÁLATA

Úgy vélem, nyilvánvaló, hogy a világ technológiailag vezető műszaki vállalkozásai – a gépi tanulás fejlesztése mellett elkötelezett cégek – elsősorban három földrész szellemileg és gazdaságilag tőkeerős nemzetei közül kerülnek ki. Az Amerikai Egyesült Államok, az Európai Unió tőkeerős és nagy műszaki tervezői hagyományokkal rendelkező országai (Németország, Franciaország, Olaszország, a Benelux államok stb.) és nem utolsósorban Kína álltak az élen a nyelvi modellek fejlesztésében 2025 őszén. Ehhez kapcsolódóan a kibervédelem, a kibertudatosság fejlesztése hatékony szabályozási környezetet igényel, annál is inkább, mivel az LLM fejlesztésének felgyorsulása közel évtizedes történelmet tud maga mögött, és nyilvánvaló, hogy a részletes szabályozó környezet kialakítása hatással lesz a gépi tanulás fejlődésére, annak irányaira és a fejlesztések spektrumára is a kibervédelem támogatásában. Az LLM kibervédelmi alkalmazásának vizsgálatához elsőként az USA és az EU kibervédelmi stratégiáját, valamint néhány EU-tagállam stratégiáját ismertetem pár gondolatban.

Az USA 2023-ban adta ki a Nemzeti Kibervédelmi Stratégiáját, [2] mely rögzíti, hogy az újabb, a diszruptív technológiák megjelenésével párhuzamosan alapvető kibervédelmi szabályozórendszer-módosítást kell elvégezni, amely a világ teljes digitális ökoszisztémáját érinti. Ezen szabályozórendszer-módosítás olyan irányú legyen, hogy a folyamatoknak előnyösebb helyzetbe kell hoznia a felhasználókat és a végpontok kibervédelméért felelős szervezeteket, gyártó vállalkozásokat, azaz a hálózatok

* Ezredes, csoportfőnök,
Híradó, Informatikai és
Információvédelmi
Csoportfőnökség,
Honvéd Vezérkar,
Magyar Honvédség.
ORCID:
0000-0001-5774-5757





2. ÁBRA.
(Grafika: Győri László)

kiberbiztonsági eljárásait, nehogy úgynevezett „*digitális vadnyugat*” helyzete álljon elő, és az új technológiák – még ha rakétasebességű változásoknak vagyunk is tanúi – kedvezményeket biztosítsanak a digitális hálózatok támadóinak a szürke és a fekete zónákban, a nagy fejlesztőcégek által.

Ezen stratégia célja tehát egy védhető, mégis reziliens digitális környezet kialakítása, amelyben nagy szerepet kap a vállalati és a személyes adatok elektronikus információbiztonságának növelése, védelme és annak elkerülése, hogy kibertámadás esetén a hibák és az incidensek kezdeményezése végzetes láncreakcióhoz vezessen, azaz katasztrofális, visszafordíthatatlan eseményekhez. [3] Ebben a közegben értelmezhetőek leginkább a mesterséges intelligenciával (MI) kapcsolatos kutatások eredményei, amelyek fokozzák a lehetséges védelmi megoldások skálázhatóságát, azok összetettségén keresztül. A stratégia szerint a szabályozói környezet átalakításának úgy kell megvalósulnia, hogy a végfelhasználói felelősségnek csökkennie kell, míg a digitális szféra legjobban pozícionált szereplőinek magasabb felelősségvállalására van szükség a digitális reziliencia növekedése érdekében. Hiszen az egyének, a kis- és közepes vállalkozások, az államigazgatási apparátus elemei, a stratégiai közműszolgáltatók (pl. villamosművek, gáz- és olajipari vállalkozások, nukleáris komplexumok, a kritikus infrastruktúra elemei) korlátozott kiberbiztonsági erőforrásokkal rendelkeznek, ugyanakkor a saját és a velük összekapcsolt digitális hálózatokat érintő döntéseik kiemelten negatív következményekkel járhatnak a teljes társadalomra vonatkoztatva.

E stratégia pilléreit az alábbiak szerint határozták meg. A legfontosabb feladatok a kritikus infrastruktúra védelme, a hatékony válaszlépések megfogalmazása kibertámadások esetén, a digitális környezet formálása az adatkezelők felelősségének a növelésével, biztonságosabb IoT- (*Internet of Things*, magyarul *A dolgok internete*) eszközök fejlesztése,

se, az LLM fejlesztéseinek nagyobb arányú és szabályozott integrálása az adatok kiberbiztonsági védelmi folyamataiba, és nem utolsósorban, országhatárokon átívelő nemzetközi partnerség a közös kiberbiztonsági védelmi célok elérésére.

Visszatérve az európai szárazföldre, az Európai Kiberbiztonsági Ügynökség (*EU Agency for Cybersecurity*) 2023 márciusában adta ki kiberbiztonsági előjelzését [4], amiben 11 fő kockázati területet jelöltek meg mint kiberbiztonsági szempontból elsődlegesen veszélyeztetett területeket. [5] Ezek közül kiemelem a szoftverfejlesztői lánc kompromittálódását, amelynek máris vannak jelei a távol-keleti alkalmazások (hardver- és szoftverelemek) telepítésekor, üzemeltetésekor.

Másik jelentős terület az ellátási láncok sérülékenysége, amely szintén súlyos veszélyeket rejt magában, különösen az alkalmazói szoftverkörnyezetnek a diszruptív technológiákkal való együttes alkalmazása esetében. [6] Ugyanakkor mind a 11 terület élénk figyelmet és azonnali beavatkozás igényel. Az EU válasza az ellátási-lánc-biztonsági szabályok szigorítása, a *zero-trust-policy* (zéró bizalom elv) bevezetése mind a polgári [7], mind a NATO oldaláról [8] a katonai beszerzések területén. [9]

A digitális hálózatok szabályozói környezete kiberbiztonságának kialakításában jelentős lépés volt a 2016. évi NIS (Network Information Security) szabályrendszer elfogadása (2016/1148. EU irányelv). [10] A NIS1 meghatározta



az uniós kiberstratégiát, a kiberbiztonság kereteit, ugyanakkor, mivel ez egy irányelv, ezért az EU-tagállamok szabádon értelmezheték annak tételeit. Ez összetett stratégiák elfogadásának, illetve eltérő szabályozási lehetőségeknek nyitott utat. [11] Az orosz–ukrán háború tapasztalatai alapján a nemzeti kiberstratégiák revíziója, a kibervédelem megerősítése alapjaiban igényelte az EU-s szabályozói környezet átalakítását. 2022 végén, hosszas EU-s egyeztetéssorozatot követően új szabályzók jelentek meg, a NIS2 irányelvek (2022/2555. EU irányelv). [12] Ebben a hibrid térben jelentkező fenyegetettségekre adott nemzeti válaszok egységesítésére, a szabályzók finomhangolására tettek kísérletet a jogalkotók.

A NIS2-ben már hangsúlyosan jelenik meg az ellátási-lánc-biztonság kiberoldali megteremtése, és egyértelmű műszaki javaslatokat határoznak meg (24. cikk 2. bekezdés): kockázatelemzés, eseménykezelés és központosított jelentési kötelezettség, szabályzatok és eljárásrendek kriptográfiája stb. [13] Látható tehát, hogy egyrészt a NATO keleti határainál zajló háború kiberincidensei, de nem kisebb részben a diszruptív technológiák, benne kiemelten a gépi tanulási modellek nagyarányú fejlesztése, azok alkalmazása alapvetően változtatta meg a digitális hálózatokkal összefüggő gondolkodást, és nyilvánvalóvá vált az igény a kiberbiztonság uniós védelmi képességének és szintjének növelésére.

Az MI-kutatás oldaláról azt kell vizsgálnunk, hogy a kiberbiztonsági szabályzók tételei hogyan jutnak érvényre a gépi tanulási modellek fejlesztésekor, milyen lépéseket lehet előtervezni és elvégezni annak érdekében, hogy az LLM a jelenleginél nagyobb hatásfokkal támogassa a digitális hálózataink kibervédelmét. A 2024 márciusában elfogadott EU MI jogszabálya [14] e területen is segítségünkre van abban az értelemben, hogy az MI etikus fejlesztésre, üzemeltetésére, egyszóval annak átfogó alkalmazására tesz iránymutatásokat. [15]

E jogszabály alapján a kockázatokat, fenyegetettségeket 4 alapvető kategóriába soroljuk be: minimális, korlátozott, magas és elfogadhatatlan szintű kockázatok. [16] A jogszabály részletesen levezeti, mely kategóriába mely fenyegetettség-csoport tartozik. A jogszabályt 2026-tól kell teljes körűen alkalmazni az EU tagországaiban. [17]

Természetesen az EU-tagországok külön-külön is megalkották MI-stratégiájukat. Olaszország a 2024–2026-os időszakra [18] külön stratégiákat fogalmaz meg a kutatás-fejlesztés, a kormányzati adminisztráció, a kis, közepes- és nagyvállalkozások (üzleti élet), emellett az oktatás-képzés szakterületeinek stratégiai szintű felügyeletére.

Magyarország 2025 szeptemberében újította meg és adta ki MI-stratégiáját, [19] amely alapvető tudományos-műszaki-társadalmi területeket jelöl ki, mint az MI-alkalmazás szempontjából nagy odafigyelést és körültekintést igénylő szakterületek. A magyar stratégia alapján az MI használatát ösztönözni kell a gépgyártás- és ipari gyártástámogató autonóm rendszerek fejlesztésében, az adatvezérelt egészségügyben, a digitális agráriumban, az államigazgatásban, az energetikában és a logisztikában, valamint a közlekedés szabályozásában, irányításában.

Németország 2020-ban adta ki stratégiáját, [20] amely alapvetően a fent említett országokban és folyamatokban részletezettekhez hasonlóan tervez a következő 10 éves ciklusban. A német cél, hogy az MI-kutatásban európai, sőt világszinten élenjáró nemzetté váljon („AI – Made in Europa”), jelentős francia támogatással, hogy eredményesen használja az MI-t a tudásátadásban, az oktatás-képzés területein, a polgári és védelmi ipari automatizálásban, a kutatás-fejlesztésben és nem utolsósorban az adatbiztonság területein, a kiberbiztonság megteremtésében is. [21]

Franciaország határozottan kiáll az MI-fejlesztések mellett. Emanuel Macron elnök a 2025 februárjában tartott EU MI konferencián [22] sürgette a közös EU-s MI-stratégia jelentősebb anyagi/pénzügyi támogatását, pénzügyi források bevonását az MI európai fejlesztéseibe. [23]

Látható tehát, hogy a felsorolt stratégiák alkotói ugyan nem látnak a jövőbe, mégis kereteket kívánnak szabni az MI felhasználásának, kitekintéssel a jelenleg elképzelt lehetőségekre. Ugyanakkor, ahogyan már bemutattam, az MI-kutatás, az LLM fejlődése – egyelőre – nem szorítható korlátok közé. Mint diszruptív technológia, gyakorlatilag nem

3. ÁBRA. (Illusztráció: Shutterstock)



látható, milyen irányban fejlődik és legfőképpen, hogy milyen ütemben. A fejlődés iránya tehát nem jelezhető előre, különösen annak fényében, hogy mind Amerikában, mint Európában, de Kínában is csillagászati összegeket fektetnek be e kutatási terület mind nagyobb arányú fejlesztésébe. [24] A továbbiakban azt vizsgálom, hogyan alkalmazható az LLM a hálózataink kibervédelmében.

A GÉPI TANULÁSI MÓDSZEREK LEHETSÉGES FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A KIBERBIZTONSÁG TÁMOGATÁSÁBAN

Ahogy a napi életünk egészét behálózzák a digitális informatikai hálózatok, azok felhasználása folyamatossá vált, így ezen hálózataink védelme, a digitális biztonság, vagy más néven a kiberbiztonság tudatossága, a védelmi képességünk fokozása alapkövetelmény minden felhasználó számára. Vizsgáljuk hát meg, melyek a leggyakoribb fenyegetettségek ezen digitális hálózatokban. A gyakori fenyegetések egyes elemei közé tartoznak azon kártékony célra tervezett alkalmazások, programok, amelyek magukban foglalják a vírusokat, zsarolóprogramokat, hálózati „worm”-okat, férgeket, az adathalászat más eljárásait, a megtévesztő eszközöket. [25]

Ezen támadási módok mélyebb megértése nagyban elősegíti a támadásokra való felkészülést, a megelőzést vagy – ha a hálózati behatolás megtörtént – a védekezés lépéseit. [26] Ezért a hálózatvédelem aktív eszközei, pl. a tűzfalak nagyarányú alkalmazása, az adatok titkosítása, a víruskeresés és behatolásdetektálás, illetve az incidensmenedzsment és a kockázatkezelési gyakorlatok levezetése alapvetés a rugalmas és adaptálható, személyre szabott kibervédelem megtervezésekor, kialakításakor. Ugyanakkor belátható, hogy a digitális technológiák fejlődésével a kiberbiztonsági kihívások is változnak, szintet lépnek, és az arra adott válaszokban a modern technológia vívmányainak az alkalmazására lehet szükség. Tehát a proaktív intézkedések – bevonva az LLM támogatását – jelentős szerepet játszanak a dinamikus és adaptív védelem kialakításában és fenntartásában, jelen korunk változó digitális környezetében.

Első és talán legalapvetőbb feladat a hálózatokban a kibertámadások felismerése. Ebben jelentős támogatást képes nyújtani a gépi tanulás általi felkészülés, az előkészületek. Az intelligens algoritmusok képesek felügyeletet biztosítani és azonosítani a mintázatokat a hálózati forgalomban, az adatcserében és a gyanúsak ítélt adatcsomagokat alaposabb vizsgálat alá vonni. [27] Az MI képes nagy sebességű hálózatellenőrzésre és a rendellenességek azonosítására, amit az emberi vizsgálatok keretei között nem tudnának elvégezni. A mintavételezést követően az MI-vezérelt védelmi rendszer javaslatokat tud megfogalmazni a hálózatüzemeltető (ember) felé arról, milyen lépést tart arányosnak. A feldolgozott adatokból a gépi tanulás képes következtetések levonására, statisztikák készítésére, [28] azaz tanul a korábbi incidensekből, valamint fel tudja használni ezen ismereteket egy újabb interakció esetében.

Fontos hangsúlyozni, hogy a detektálás és a jelzés szintjét biztosítják az MI-támogatott kibervédelmi eljárások. [29] A döntéseket a digitális hálózatot üzemeltető mér-



nöki állomány hozza meg, akiknek alapvető tevékenysége a sérülékenységvizsgálat, melynek célja feltárni a támadási lehetőségeket, a réseket a védelmi rendszerekben, annak érdekében, hogy a lehetséges behatolási pontokat időben fel lehessen térképezni. Ezen tevékenység támogatására az MI, ezen belül a gépi tanulási modellek nagy támogatást képesek nyújtani a korábbi behatolási minták vizsgálatával. Az MI alkalmas figyelmeztetésre és azonnali beavatkozásra jogosulatlan hozzáférés megkísérlése vagy gyanús bejelentkezési kísérletek sorozatos ismétlése esetében. Ily módon lehetőséget biztosíthat a szenzitív adatok megőrzésére különböző adatvédelmi protokollok, adattitkosítási eljárások használatával. [30] Az MI képes az ütemezett, automatizált hardver- és szoftverellenőrzésre, ami feltárja a lehetséges hálózati sérülékenységet akár a gyártói biztonsági frissítések áttekintésével is. Ezen „szkenelés” az adott digitális hálózat szegmenseinek különböző pontjain helyezhető el, akár a hálózatokon belüli, további zárt hálózatrészekben (DMZ – demilitarizált zóna, zárt belső VPN – Virtual Private Networking, [31] azaz már átvizsgált és megbízhatónak azonosított hálózatrész). Az összegyűjtött adatok, információk lekérdezhetőek, statisztikai célokból újjászervezhetőek, ezen keresztül felhasználhatóak a gépi tanulás feladataira (központosított naplózó, monitoring és eseménykezelő rendszerek).

A gépi tanulással felderíthetővé válnak a hálózaton, az eszközökön levő elsődleges és további operációs rendszerek platformjai, a megfelelő jogosultságok rendelkezésre állásával megvalósulhat az operációs rendszerek, patchek folyamatos, naprakész ellenőrzése annak érdekében, hogy a gyenge beállításokat naplózzuk, felderítsük, rögzítsük. A gépi tanulási eljárások képesek a sérülékenységet a nemzetközi ajánlás szerinti CVE (Common Vulnerabilities and Exposures: megszokott sérülékenységek és sebezhetőségek) [32] alapján kockázati osztályokba rendezni (kritikus, magas, közepes, alacsony), ahol a kritikus és a magas sérülékenységek hibajavítását elsődlegessé kell tenni. [33]

Abban az esetben, ha megtörténik az incidens, a gépi tanulási eljárások a már rendelkezésre álló incidensadatokból, adatbázisokból, váratlan eseményekről és támadási



módszerekről összeállított mentésekből, elemzésekből segítenek azonosítani a támadókat. A gépi tanulási modellek képesek a nagyméretű naplófájlok áttekintésére az emberi vizsgálatok töredékideje alatt, és ezzel nagyban elősegítik az incidensek kategorizálását, a támadók és a támadási eljárások azonosítását, ezen keresztül gyorsabb és hatékonyabb felderítését. Ide tartozik a hibás, téves riasztások naplózása és adatbázisba gyűjtése, amely nagymértékben támogatja a további incidenskezelés folyamatát. [34] A gépi modellek a támadási minták, mintázatok átfogó analízisével az üzemeltetői mérnöki állományt képes támogatni egyszerűsített összefoglalók összeállítása révén. [35]

A gépi tanulás automatizált folyamatai tekintetében – a digitális hálózatok védelme érdekében – kiemelten fontos az LLM gyors adatfeldolgozó képessége a biztonsági akadályok javításában. A hagyományos statikus alkalmazásbiztonsági eszközök a kódok elemzését követően listázzák a javításra váró biztonsági réseket, majd a mérnöki állománynak személyesen be kell avatkoznia ezek elhárítására; ez idő- és energiaigényes folyamat. [36] Léteznek gépi tanulási módszerekre építő alkalmazások, algoritmusok, amelyek az emberi feldolgozási időnél sokkal rövidebb idő alatt elemzik a rendelkezésre álló kódokat, kódcsoporthatásokat, és javaslatot is tesznek azok javítására. [37]

Fontosnak tartok néhány gondolatot szentelni a kiberhírszerzés (CYBINT – *Cyber Intelligence*) témakörének is, ami – katonai hírszerzési értelemben – szorosan kapcsolódik a fent bemutatott, tárgyalt tématerületekhez. A kiberhírszerzés célterületét a digitális hálózatokban üzemelő, az informatikai hálózatokban üzemelő, felhasznált, vizsgált munkaállomások, munkaállomás-csoportok, belső (DMZ) hálózatok képezik, melyek mélyreható ismerete, feltérképezése alapvető műveleti érdek mind a hálózatainkat védő, mind a támadó tevékenységek folyamán. A CYBINT e hálózatokon keresztül elérhető: olyan adatok, információk megszerzésére irányul, amelyet az információ birtokosa (információgazda) nem kíván megosztani más, külső személlyel vagy hálózattal, tehát azok védelme kiemelt fontossággal bír. Ily módon a szükséges információ megszerzése történ-

het a digitális hálózatba való betöréssel, de akár a hálózatok és az azokat alkotó számítógépes munkaállomások által kisugárzott jelekből történő adatszerzés útján is.

Itt figyelemmel kell lenni a folyamatosan jelen lévő, rejtett fenyegetésként értékelendő folyamatokra [38] (APT – *Advanced Persistent Threats*). Az APT olyan támadási forma, amely nem titkolt célja, hogy a behatolást követően a penetrált rendszerben minél több adatbáziscsoportot, rendszerelemet érjen el, a hosszan tartó jelenlétét képes legyen biztosítani, egyfajta „alvó ügynökként”, amely a megfelelő feladatszabás alapján mozgósítható. [39]

Az APT-csoportok – a célok alapján – négy osztályba sorolhatóak. [40] Az első csoport az állami tulajdonú információkat célozza meg. A második csoport a motiváción alapuló támadási cselekményeket tartalmazza. Továbbá lehet a cél pusztán a hálózatbetörés, a behatolás igénye mint szakmai kihívás. A negyedik csoport célja lehet a behatolást követően az adott rendszerben való rombolás, adattörés, adatelbirtoklás vagy manipuláció igénye. A gépi tanulás segíti az APT-re való felkészülést a rendelkezésre álló rejtjelkulcsok gyors áttekintésével, megfejtésével, a biztonsági rések önműködő és rövid időintervallum alatti felderítésével és naplózásával, az elhárításhoz szükséges információk gyors kinyerésével. A gépi tanulási eljárások lehetővé teszik – APT esetén – az információk megosztását más hálózati szereplőkkel, annak érdekében, hogy más, eltérő digitális hálózatokban a behatolásdetektálás egy magasabb szinten jelentkezzen.

A biztonságtudatosság oldaláról vizsgálva az informatikai hálózati folyamatokat, fontosnak tartom megjegyezni, hogy az MI-rendszerek, benne a gépi tanulás eljárásai, nem helyettesíthetik a józan emberi döntéseket. [41] Hogy ez így marad-e a következő rövid időintervallumban (2-5 év), nem látható, olyan nagy léptékű és gyors ennek a diszruptív technológiának a térnyerése. Ami különös figyelmet igényel, a közösségimédia-platformokon elkövetett káros cselekmények [42] visszaszorítása, a jelszavak ellopása, ellesése, a megtévesztésen alapuló csalások (*social engineering*) csökkentése, az IT (*Information Technology*)

5. ÁBRA.

(Grafika: Győri László)

6. ÁBRA. Az Európai
Kiberbiztonsági
Ügynökség logója
(Forrás: Wikipedia)



-személyiséglopás és a hozzá kapcsolódó káros tevékenységek, vagy a hivatalos információk nyilvános hálózaton való megosztása. [43]

A katonai vezetési és irányítási (C2 – *Command and Control*) rendszerek egyre inkább felhasználják a digitális hálózatok nyújtotta szolgáltatásokat, a modern hadszíntéren a kölcsönösen összekapcsolt és illesztett információs hálózatok, rendszerek alkotják a vezetéstámogatás gerincét. Ennek megfelelően, a C2-t támogató híradó és informatikai rendszerek összeállítását úgy kell megtervezni, hogy az egységes egészbe foglalja a harcászati, a hadműveleti és a stratégiai vezetési elemek (szakasz, század, ezred, dandár, hadosztály, hadtest, harcászati, hadműveleti és stratégiai felsővezetés vezetési pontjainak hálózata) teljes egészét. Belátható, hogy ez szervezési, de műszaki értelemben is jelentős erőösszpontosítást igényel, hiszen a vezetési rendszer elemei – ilyen kiterjesztett volumenben – bizonyosan felhasználják a rendelkezésre álló vezetékes és vezetékek nélküli átviteli csatornák összetett rendszerét, azaz részletes tervezés szükséges a rádió, a rádiórelé, a rez- és optikai kábelekkal összekapcsolt, a műholdas adatátvitelt is felhasználó összetett információs rendszerek kialakítására. Ezen vezetési rendszerek zárt, minősített, rejtjelezett adatátvitelt biztosítanak, korlátozott kijárással a világháló felé, amely ugyan redukálja a behatolást, de nem teszi lehetetlenné. A szigorú hálózatkialakítási rendszabályok, a munkaállomásokon alkalmazott fizikai, személyi, dokumentum- és elektronikus információvédelmi szabályzók ugyanakkor szavatolják az illegális tevékenységek korlátok között tartását. A C2 programokban hasznos támogatást képes nyújtani a gépi tanulás, mivel az nemcsak a kibervédelmi tevékenységeket végzi, végezheti el, hanem a hálózati adatforgalom szervezésében, az adatátviteli csatornák skálázhatóságában (pl. alá- és fölérendeltség prioritizálása, adatcsere sebessége) is képes támogatásra. Összességében a C2 rendszerek automatizálásában és a hálózati forgalommenedzsmentben az emberi tevékenységeknél összehasonlíthatatlanul gyorsabban és megbízhatóbban képes döntések előkészítésére.

ÖSSZEGZÉS

A gépi tanulás mint műszaki megoldás forradalmasítja a digitális hálózatokban végzett összes cselekményt. Ebbe beleértendő az emberi hang értelmezése, azaz annak megértése, az emberi gondolkodás modellezése és a mélyebb megértésen keresztül a hangfeldolgozás automatizálása, a gondolkodás felgyorsítása olyan széles körű, mélykutatásokból (adattápanyászat) előálló adathalmazok, adatbázisok folyamatos

eléréséből eredő helyzeti előnnyel, amely nagyban támogatja az emberi döntéselőkészítést. [44] Az LLM megjelenik a digitális hálózataink minden szolgáltatásában, az egyének és a vállalkozások online életében, az adatbázis-kutatás támogatásával a döntési folyamatok felgyorsításában. Miért lenne más a kibervédelem, a hálózataink széles körű vizsgálata és káros tartalmak elleni védelme? Egyértelműnek tartom, hogy a kibervédelem területén is nagyban lehet és kell is támogatást igényelni az LLM szolgáltatásaiból.

Úgy vélem, a továbblépést, a további fejlődést szavatolja, ha az LLM felhasználását a kibervédelmi szférában legalább két terület fejlesztésében felgyorsítjuk. Elsőként meg kell teremteni, pontosítani kell, illetve skálázhatóvá kell tenni a gépi tanulás szabályozását a kibervédelmi területen. A nagy fejlesztő vállalkozások, tőkeerős nemzetek máris tettek és tesznek lépéseket egyfajta szabványosításra a gépi tanulási eljárások automatizálására és szabályozására. Itt az a kitétel, hogy a gépi modellek vezető szerepet töltenek be a tanulási folyamatokban, de a döntéselőkészítést követően mindig kell lennie emberi beavatkozási lehetőségnek, tehát olyan döntési pontnak, ahol az emberi elme beavatkozik és meg-hozza a döntést a további lépésekről. [45]

Másrészről a kutatásoknak, benne a gépi tanulás védelmi (katonai és rendvédelmi) jellegű felhasználásáról szóló vizsgálatoknak arra kell választ találniuk, hogyan lehet a katonai vezetési rendszerek automatizált kiberműveleti folyamatait az LLM támogatásával úgy meghatározni, hogy az a kibervédelem szabályzóit a maximális szinten fenntartsa. Ugyanakkor a katonai döntéshozóknak – mint legfelsőbb szintű döntési elemeknek – képesnek kell lenniük a gépi tanulás támogatásával előállított adathalmazok felett is önálló döntéseket hozni, azaz az automatizálásnak, a gépi döntések autonómiájának bizonyos határokat kell szabni. [46]

Ez az összetett feladatrendszer nagy odafigyelést igényel a tervezés oldaláról is, hiszen tekintettel kell lennünk az adott nemzet önálló műveletei kibervédelmének LLM támogatásától egészen a több hadszínteres, egyesített NATO-műveletek eredményes végrehajtására is. Úgy gondolom, a gépi tanulás a kibervédelemben ezen a műveleti spektrumon teljesebb csak ki igazán, hiszen a NATO Híradó és Informatikai Ügynökség (NCIA – *Communications and Information Agency*) kibervédelmi erőfeszítéseinek a gépi tanulás oldaláról való támogatásához ezen a szinten kell igazán a komplex támogatás. [47]

A továbbiakban tehát e kettős vizsgálati terület korrelációja hozhatja meg a kívánt eredményeket a gépi tanulás kibervédelmi tervezésének (katonai) vonatkozásában. Mindkét terület további kutatást és – a műszaki eljárások kidolgozását követően – jelentős számú vizsgálati eljárás kidolgozását, [48] végrehajtását igényli annak érdekében, hogy a későbbi, a kialakított polgári és/vagy hon- és rendvédelmi információ hálózatunk a rendszer (műszaki) optimumán működjék. ■

A 2022-2.1.1-NL-2022-00012 azonosító számú *Kooperatív Technológiák Nemzeti Laboratóriuma projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2022-2.1.1-NL Nemzeti Laboratóriumok Létrehozása, Komplex Fejlesztése pályázati program finanszírozásában valósul meg.*

OCSKAY ISTVÁN*

A TERMOBÁRIKUS HATÁS ÉS AZ AZON ALAPULÓ FEGYVEREK TÖRTÉNETE

III. RÉSZ

1. ÁBRA. Orosz gyártmányú TBG-7V típusú termobárikus rakétagránát [1]



Az orosz-ukrán háború kapcsán egyre gyakrabban hallunk a különféle termobárikus fegyverekről, és az azokkal végrehajtott csapások hatásairól is rengeteg videó terjed különféle közösségimédia-felületeken. A szerző az első részben definiálta a termobárikus robbanás fogalmát, valamint ismertette annak hatásmechanizmusát. Megvizsgálta az ilyen harci résszel szerelt fegyverek emberi szervezetre gyakorolt hatását és a fegyverek alkalmazásának legalitását. A második részben a termobárikus robbanóanyagok kézfegyverekben történő alkalmazását mutatta be, a cikksorozat jelen részében pedig ezen eszközök rakétafegyverként és légibombaként történő alkalmazását ismerteti.

RAKÉTA FEGYVEREK

Amikor a termobárikus kézigránátok vagy gránátvetők hatótávolsága már nem elégséges, akkor jöhetnek szóba a nagyobb hatótávolságú kézi rakétavetők vagy az irányítható páncéltörő rakéták kumulatív robbanófeje helyett alkalmazható termobárikus harci részek. Talán nem mondok újat azzal, hogy ezek fejlesztésében is élen jártak a szovjet/orosz fejlesztőmérnökök.

TBG-7V TÍPUSÚ TERMOBÁRIKUS RAKÉTAGRÁNÁT

A szovjet mérnökök hamar felismerték, hogy az 1950-es évek végén kifejlesztett RPG-7 típusú kézi páncéltörő gránátvető kiválóan alkalmas arra, hogy ahhoz egy termobárikus elven működő gránátot fejlesszenek ki, ez lett a TBG-7V (termobaricseszkaja granata – termobárikus gránát). (1. ábra) A gránát 1980-as évek végi fejlesztése egybeesett a szovjet fegyveres erők azon igényének felerősítésével, amely a lövészfelderítő alegységek nagyobb harcászati autonómiáját tűzte ki célul. Ennek egyik eredményeként a szakasz- és századszintű alegységeket olyan fegyverekkel látták el, amelyekkel eredményesen vehették fel a harcot a legkülönbözőbb célok ellen.

A korábbi páncéltörő gránátok PG-7VR indító- és menethajtóművét megöröklő gránát átmérője 105 mm. Gyújtója nem a gránát elején, hanem annak végén található, ez biztosítja, hogy a gránát bármely akadállyal való találkozás esetén fellépő nagymérvű lassulásra detonálhasson. A termobárikus gránát hatósugara nyílt téren 10 méter, zárt helyiségekben történő alkalmazáskor 300 m³-es térben okoz halálos robbanást. Érdekes, hogy a 3,1 kilogrammos gránáttest belső kialakítása részben megtartotta a kumulatív hatást kiváltó elrendezését. Ez azt jelenti, hogy gránáttest elülső része – annak szilárd akadályba való ütközésekor – előre meghatározott módon deformálódik, és egy kumulatív töltet indul be, amely biztosítja 30-40 mm vastag páncél átütését a gránát átmérőjénél nagyobb átmérőjű lyuk kialakulásával. Az így létrehozott nyíláson keresztül finoman eloszlott por formájában beáramlik a kumulatív töltet mögötti termobárikus robbanóanyag, majd a levegő oxigénjével keveredve berobban a zárt térben, hatalmas pusztítást okozva. A termobárikus gránát hatótávolsága 550 méter, de hatékonyan 300-350 méterig alkalmazták a szovjet/orosz haderőben. A TBG-7V termobárikus gránátok másik felhasználási módját az orosz-ukrán háború során kísérletezték ki mindkét fél szárazföldi csapatai, ez pedig az FPV-drónokon történő alkalmazásuk volt. Ezekkel a gránátokkal felszerelt drónok kifejezetten alkalmasak páncélozott harcjárművek pusztítására vagy védett vezetési pontok, bunkerek rombolására, bennük az élőerő elpusztítására. [1]

RSG-1 ÉS RSG-2 TERMOBÁRIKUS KÉZI RAKÉTAVETŐK

A TBG-7B fejlesztése során elért eredményeket használták fel a fejlesztők az RPG-26 és az RPG-27 típusú, egyszer használatos páncéltörő gránátvetők vetőcsöveiből indítható RSG-1 és RSG-2 (reaktívna sturmovaja granata – reaktív támadógránát) termobárikus rakétagránátok fejlesztésekor. (2. ábra) Mindkét gránát ugyanazon az elven működik, eltérés csupán a két fegyver fizikai jellemzőiben és ezáltal hatásadataiban mutatkozik meg. Az RSG-1-es fegyver átmérője 105 mm, hossza 1135 mm, tömege 8,3 kg, amelyből a harci rész tömege 1,9 kg. Hatásos lőtávolsága 200 méter, míg maximálisan 600 méterre lehet vele ellőni. A gránát kezdősebessége 130 m/s, amely becsapódáskor olyan hatást fejt ki, mint 6 kg TNT robbanása. Az RSG-2 típusú gyalogsági fegyver harcászati paraméterei kisebbek, mint a korábbi eszközé: a gránátvető átmérője 72,5 mm, hossza 770 mm, tömege 4 kg, amelyből 1,16 kilogramm a termobárikus elegy tömege. Hatásos lőtávolsága 250 méter, maximális lőtávolsá-



2. ÁBRA. Orosz gyártmányú RSG-1 (felül) és RSG-2 (alul) termobárikus rakétavetők [2]

* PhD, katonai szakíró. ORCID: 0000-0003-0279-8215





3. ÁBRA. Mk. 153 SMAW kézi rakétavető
töltése a *Fuji Viper* gyakorlat során
Japánban (Forrás: DVIDS / U.S. Marine
Corps / Scott Aubuchon)

ga 350 méter. A kirepülő gránát kezdősebessége 144 m/s, amely a becsapódáskor 3 kg TNT robbanásának megfelelő hatást fejt ki. A fegyverekben alkalmazott termobárikus gránátok gyújtója megegyezik a TGB-7V-nél alkalmazottal, a rakétahajtóművek pedig az RPG-26 és az RPG-27-nél alkalmazott gránátok rakétahajtóművét örökölték. Ezekben a rakéta-gránátvetőkben alkalmazzák a TGB-7V harci rész kettős működési elvét, itt azonban a fejlettebb kumulatív és termobárikus töltetnek köszönhetően a kumulatív töltet már 300 mm vastagságú betont vagy 100 mm vastagságú hengerelt homogén páncélt képes átütni, hogy ezen a nyíláson keresztül beporlasztva a termobárikus elegyet, felrobbantsa azt. [2]

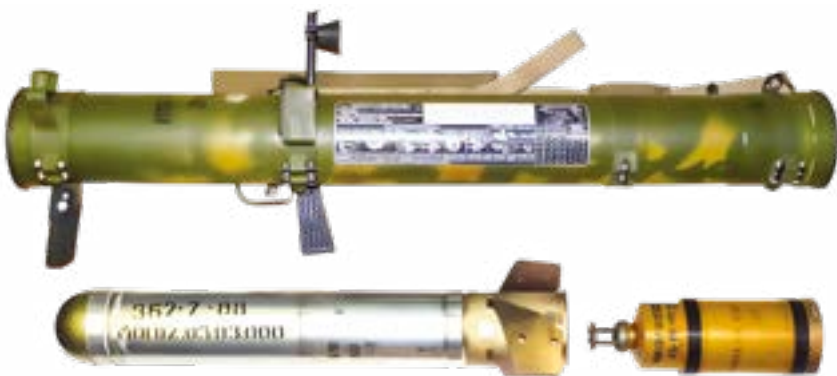
TGB-32V TERMOBÁRIKUS RAKÉTA AZ RPG-32 RAKÉTA-GRÁNÁTVETŐ RÉSZÉRE

Nem az orosz hadsereg, hanem Jordánia részére fejlesztette ki az orosz Bazalt iroda – a jordán Abdullah II. tervezőirodával karöltve – az RPG-32 típusú rakéta-gránátvetőt, és annak a tandem harci résszel rendelkező gránátja mellé a TGB-32V típusú termobárikus töltettel rendelkező rakétáját. (4. ábra) A páncéltörő fegyver érdekessége, hogy a gránátokat hermetikusan lezárt vetőcsövekben helyezik el, és ezeket kell csatlakoztatni egy optikai irányzékkal ellátott, újrafelhasználható indítóberendezéshez. További jellegzetessége, hogy ez az első olyan rakétavető, amely két



eltérő űrméretű rakétagránát indítására is alkalmas. Az indítóberendezés csupán 360 mm hosszú és 3 kg tömegű, tartalmazza az optikai célzóberendezést és a rakéták indításához szükséges elektromos tápellátás elemeit. Az RPG-32 gránátvető 72 mm és 105 mm űrméretű rakétagránátok indítására alkalmas, ahol a gránátokkal egybeszerelt eszköz tömege 6, illetve 10 kg. A fegyver hatásos lőtávolsága 700 méter, a tandem kumulatív harci rész 650 mm hengerelt homogén páncél átütésére képes, a reaktív páncélelemek leküzdését követően. A rakétavetőhöz alkalmazott TGB-32V termobárikus rakéta teljesen megegyezik az RPG-7V-nél alkalmazott TGB-7V-vel, eltérés csupán a rakétahajtómű típusában van, jelen esetben ez a PG-32V típus. [3]

4. ÁBRA.
Orosz gyártmányú
RPG-32 többfeladatu
páncéltörő rakétavető:
felül a termobárikus,
alul a tandem kumulatív
rakétagránát látható [3]



5. ÁBRA. Orosz gyártmányú RPO-A típusú reaktív lángszóró vetőcsőve (felül), alatta a termobárikus rakéta (balra), illetve annak kivető hajtóműve (jobbra) [4]

RPO-A REAKTÍV GYALOGSÁGI LÁNGSZÓRÓ

Az RPO-A (reaktivnij pehotnij ognjemjot – reaktív gyalogsági lángszóró) Szmel egy szovjet/országi gyártású, egyszer használatos reaktív gyalogsági lángszóró,¹ amelyben egy termobárikus üzemanyaggal töltött rakétagránát kapott helyet. (5. ábra) A fegyver fejlesztése még az 1980-as évek közepén elkezdődött, limitált alkalmazására már 1986-ban sor került Afganisztánban. A 650 méter hatáson lőtávolságú fegyverből becsapódó termobárikus gránát hatása megegyezik egy 122 mm-es tüzérségi gránát hatásával. Az egyszer használatos fegyver egyszerű mechanikus irányzókkal vagy lecsatolható optikai irányzókkal szerelhető fel. A termobárikus elegyet tartalmazó tartályon három – a cső elhagyását követően kinyíló – stabilizáló szárny található, amelyek a gránátot – annak röppályája alatt – forgásra kényszerítik, ezzel stabilizálva azt. Az évek során az RPO-A különféle változatai készültek: az RPO-Z gyújtóhatá-

sú töltettel, az RPO-D füstképző töltettel és az RPO-M növelt hatóerejű termobárikus töltettel szerelt változatai. Ez utóbbi pusztító hatása már megegyezik egy 152 mm-es tüzérségi repeszgránátéval. Az RPO-M esetében a fejlesztők törekedtek a fegyver tömegének csökkentése mellett annak hatóerejének növelésére. Ennek eredményeként a korábbi, 11 kg-os RPO-A változattal szemben az RPO-M tömege 8,8 kg-ra mérséklődött, hatásos lőtávolsága 600 méterről 800 méterre, a termobárikus keverék mennyisége 2,1 kg-ról 3,2 kg-ra nőtt, amivel a hatékonysága is megnövekedett: 4–5 kg-os TNT-egyenértékről 8–9 kg TNT-egyenértékre. [4]

AMERIKAI SMAW-NE TERMOBÁRIKUS RAKÉTAGRÁNÁT

Az amerikai szárazföldi erőknél már az 1980-as évektől rendszerben volt a Mk. 153 SMAW (Shoulder-Launched Multi-Purpose Assault Weapon – vállról indítható többfeladatú támadófegyver) többször használatos kézi rakétagránátvető. (6. ábra) A gránátvetőhöz meglévő mellé fejlesztettek ki 2003-ban – a tengerészgyalogság igényelte repesz- és kumulatív gránátok alapján – egy SMAW-NE (Novel Explosive – újszerű robbanóanyag) típusú termobárikus harci részt, amellyel sikeresen lehetett pusztítani az afganisztáni vagy iraki beépített területen elhelyezkedő célokat, épületeket. A rakétagránát 1,8 kg PBXIH-135 típusú termobárikus robbanóanyagot tartalmaz, amelynek a hatása elégséges egy kétszintes téglalapú teljes el-



6. ÁBRA. Amerikai gyártmányú SMAW kézi rakétavető, felette a SMAW-NE típusú termobárikus rakétagránát (Források: DVIDS / U.S. Marine Corps / Danny Gonzalez) [5]



¹ A lángszóró elnevezés megtévesztő lehet: valójában nem egy hagyományos értelemben vett lángszóróról, hanem egy vetőcsőből, indítóhajtóműből és termobárikus rakétagránátból álló fegyverrendszeréről van szó.

pusztításához. A rakéták egy – az elsütőrendszert is magába foglaló – vetőcsőben foglalnak helyet, amelyhez az alkalmazás előtt egy irányzékot kell rögzíteni. A vetőcső többször használható, ezzel szemben a rakéták tárolására használatos 83 mm átmérőjű, üvegszálerősítésű, műanyagból készült konténereket alkalmazás után el kell dobni. A 200 méteres hatásos indítási távolságú, 9,5 kg tömegű fegyverből a gránát 150 m/s sebességgel távozik. A fegyver egyik érdekessége a vetőcső oldalára integrált célzóberendezés, amely egy speciális – a rakétagránát röppályájával egyező ballisztikával rendelkező – 9×51 mm-es lőszer használ. Ezzel a rakétavető kezelője először rálő a kiválasztott célra, majd amennyiben eltalálta azt, indítja a gránátvető rakétagránátját. [5]

A Mk. 153 SMAW rendszer felépítését és működését bemutató videó a 26. oldal külső margóján elhelyezett QR-kód beolvasásával tekinthető meg.

OROSZ PÁNCÉLTÖRŐ RAKÉTÁK TERMOBÁRIKUS HARC RÉSZEKKEL

Gyakorlatilag az összes korszerű orosz gyártású páncéltörő rakétának létezik termobárikus robbanófeje, a 9M123 Krizantém páncéltörő komplexumhoz elérhető a 9M123F termobárikus rakéta ugyanúgy, mint a 9M133 Kornet rendszerhez alkalmazható 9M133FM-1 [2][3] termobárikus harci rész változatai. A 9K115-2 Metyis-M típusú hordozható páncéltörő rakétához is gyártanak termobárikus harci résszel ellátott rakétákat 9M131F típusjelzéssel. A szárazföldi indítású páncéltörő rakétákhoz hasonlóan a jellemzően helikoptereken alkalmazott 9K114 Sturm és a 9M120 Ataka-V páncéltörő rakétáknak is van termobárikus harci résszel rendelkező változata, 9M114-F és 9M120-F típusjelzés alatt. Ezeknek a termobárikus harci részeknek a technikai jellemzői azonban nem nyilvánosak, róluk adatok nem állnak rendelkezésre.

AMERIKAI AGM-114N HELLFIRE PÁNCÉLTÖRŐ RAKÉTA

A hírekből jól ismert AGM-114 Hellfire páncéltörő rakétának is létezik egy kevésbé elterjedt változata AGM-114N típusjelzéssel, amely hivatalosan nem termobárikus, hanem egy „fémmegerősített töltetű” MAC-típusú (Metal Augmented Charge) robbanófejet alkalmaz. A harci rész burkolata és a PBXN-112 robbanóanyag-keverék közé rétegezett vagy teflonnal kevert alumíniumpor kerül, amely a PBXN-112 robbanásakor szétszóródik és gyorsan elég. Az eredmény egy – a termobárikus fegyverekre jellemző – tartósan magas nyomás és hőmérséklet, ami elősegíti az ellenséges építmények és az azokban megbúvó ellenség megsemmisítését. Hasonlóan a többi amerikai termobárikus fejlesztésekhez, a Hellfire rakétákhoz alkalmazható harci részek kifejlesztésére is az afganisztáni, majd az iraki háborúk megkezdésével került sor. Az amerikai tengerészgyalogság már 2002-ben megbízta a US Navy légi rendszerek fejlesztésért felelős szervezetét (NAVAIR – Naval Air Systems Command: Haditengerészeti Légirendszerek Parancsnoksága) egy új Hellfire harci rész kifejlesztésével. A követelményeket a tengerészgyalogság légügyi hivatala határozta meg, hogy a Hellfire alkalmasabbá váljon a városi terepen végrehajtott katonai műveletekre. Az első számú követelmény az volt, hogy az új harci rész nő-



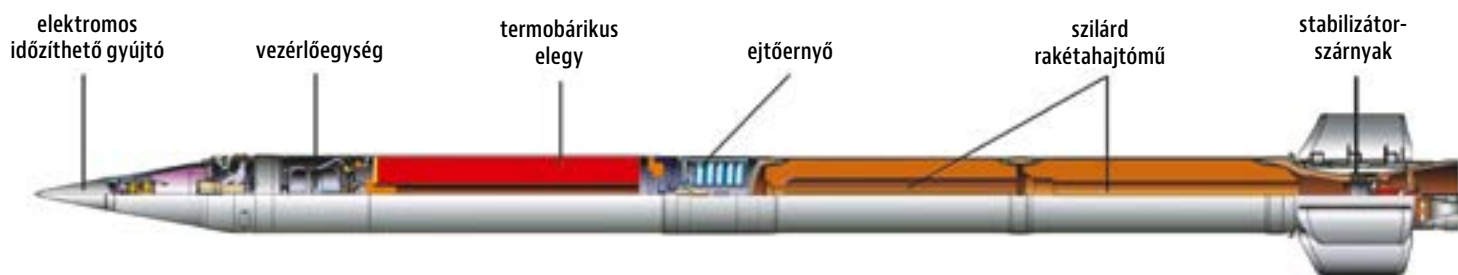
velje az ellenséges élőerő harcképtelenné tételének vagy megsemmisítésének valószínűségét. A töltet hordozására a tengerészgyalogságnál rendszerben álló, megbízható, pontos AGM-114M típusú rakéta szolgált, csökkentve ezzel a leendő új fegyver logisztikai kiszolgálási költségeit. A kifejlesztett növelt hatóerejű fegyver annyira beváltotta a hozzá fűzött reményeket, hogy alkalmazását engedélyezték a pilóta nélküli légi járműveken is, mint amilyen az MQ-9 Reaper.

NEM IRÁNYÍTHATÓ FEGYVEREK

Mint látható, az orosz haderő szinte minden – harci résszel rendelkező – eszközére kifejlesztette annak termobárikus töltettel rendelkező változatát. Nem volt ez másképp a rakéta-sorozatvetők esetében sem. Először a 220 mm-es rakétákkal rendelkező 9K57 Uragan (BM-27) rakéta-sorozatvetőnek készült el a termobárikus töltettel ellátott rakétája 9M51 típusjelzés alatt. Az akár 13 km-es hatótávolságú rakétának 9N515 típusú – 143,5 kg-os – robbanófeje van, amely 30,2 kg TG-40 típusú termobárikus töltetet tartalmaz. A rakéta röppályája végén aktiválódik az A-IX-1 típusú robbanóanyag, ami leválasztja a harci részt a rakétatestről, amely aztán egy ejtőernyővel ereszkedik alá. Eközben a harci részből kipattan egy 1,3–1,7 méter hosszú teleszkopikus rúd, ami összeköttetésben van a 9E257 típusú piezoelektromos fejgyújtóval. A gyújtó ütközésre berobbantja a termobárikus elegyet tartalmazó tartályt, ezáltal egy aeroszolfelhőt hozva létre. A teleszkopikus rúd feladata a megfelelő eltartás biztosítása a földfelszíntől, ezáltal optimalizálva a termobárikus aeroszol megfelelő elterülését. A tartálya alján lévő 9E258 típusú gyújtó robbantja fel a kialakult levegő-üzemanyag keveréket, elindítva ezzel a – mintegy 2000 °C fokra – lángtenger képződését, ami közel 20 méteres átmérőjű körben minden élőlényt elpusztít, felperzselve, lerombolva a környezetét.

A 300 mm átmérőjű rakétákat indító 9K58 Szmecrs (BM-30) rakéta-sorozatvetőhöz 2004-ben fejlesztették ki a 9M55Sz típusjelű termobárikus rakétalövedéket, benne a 9M216 típusú robbanófejjel. A rakéta teljes hossza 7,6 méter, amelyből 2 méter a robbanófej, a vezérlési és

7. ÁBRA. SH-60B Sea Hawk helikopter felfegyverzése AGM-114N típusú MAC töltetű páncéltörő rakétával
(Forrás: DVIDS / U.S. Navy / Deven B. King)



8. ÁBRA. A 9K58 Smercs (BM-30) típusú rakéta-sorozatvetőhöz rendszeresített 9M529 típusú termobárikus rakéta felépítése [6]

a gyújtórész hossza. A 800 kg tömegű rakétából 100 kg-ot tesz ki a termobárikus robbanóanyag tömege, amelyek robbanásakor legalább 25 méter átmérőjű termikus mező jön létre. A mező hőmérséklete több mint 1000 °C, ami legalább 1,4 másodpercig tartható fenn. Működési elve megegyezik a 9M51 harci rész működésével, azonban, ha a töltet becsapódásakor valamilyen okból nem robbanna fel, akkor egy 110–160 másodperces késleltetésű önmegsemmisítő lép működésbe. A rakéta minimális hatótávolsága 25 km, míg maximálisan 70 km-re indítható. A rakétának van egy 90 km hatásos lőtávolságú változata is 9M529 típusnév alatt, amely ugyanúgy a 9M216 típusú harci részt alkalmazza, mint a rövidebb hatótávolságú elődje. [6] (7. ábra)

A harcászati-hadműveleti rakéták között is található olyan, amelyhez elérhető termobárikus harci rész. Ilyen a 9K720 Iszkander-M rakéta, amely 700 kg-os termobárikus töltetet is hordozhat.

A világon egyedülállóként az orosz légierő által széleskörűen alkalmazott nem irányítható rakétáknak is létezik termobárikus töltettel szerelt változatuk. A 80 mm-es Sz-8 rakéta esetében ez az Sz-8D és az Sz-8DM típusjelű verzió. A rakétákban 2,15 kg termobárikus töltet van, amelynek robbanása megfelel 5–6 kg TNT robbanási energiájának. Az Sz-8 rakéták nagyobb, 122 mm-es változatának, az Sz-13-nak is elérhető termobárikus töltetű változatai, Sz-13D és Sz-13DF típusjel alatt. A 69 kg-os Sz-13D rakéta termobárikus robbanófeje 32 kg tömegű, de robbanóereje 40 kg TNT-nek feleltethető meg. Az Sz-13DF változat képes 1 méter vastag betonfal átütésére és mögötte robbantani a 32,7 kg tömegű termobárikus töltetét.

A LÉGIERŐ LÉGIBOMBÁI

Mind az amerikai, mind a szovjet/orosz légierő rendelkezik különféle nagyságú és hatóerejű termobárikus elven működő légibombákkal.

Az amerikai termobárikus légibombákat illetően – a már korábban részletezett CBU-55 és CBU-72 típusú, BLU-73A, illetve BLU-73B első generációs termobárikus töltetekkel szerelt 230 kg-os (500 font) bombák mellett – légierőjük rendelkezik a szintén 500 fontos BLU-95 típusú bombával is és annak nehezebb, 910 kg-os (2000 font) változatával, a BLU-96-tal. Az utóbbi kettőben már második generációs termobárikus töltetek vannak, amelyeket először elaknásított területek aknamentesítésére terveztek használni, jellemzően nem sok sikerrel. Ezt követte a GBU-43/B MOAB (Massive Ordnance Air Blast – masszív levegőben robbanó fegyver), ami a US Air Force valaha alkalmazott legnagyobb műholdas irányítású, légi úton bevethető légibombája. (8. ábra) Ahogy az előző részben említettem, a bomba méretei miatt az angol rövidítés nyomán az eszköz hamarosan „minden bombák anyjaként” (MOAB – Mother of all Bombs) is emlegették. A fegyvert mindössze kilenc hét alatt fejlesztették ki, hogy a 2003-as iraki hadjárat megkezdésére már rendelkezésre állhasson. Mérete miatt úgy tervezték, hogy fékezőernyő nélkül, egy C-130-as repülőgép rakteréből lehessen bevetni, jellemzően nagy kiterjedésű célok, alagutakban vagy barlangokban megbúvó ellenség ellen. A fegyver 9525 kg (21 000 font) tömegéből összesen 8482 kg-ot (18 700 fontot) tesz ki a BLU-120/B típusú harci rész. Bár már 2003-ban elkészült a fegyver, első bevetésére csupán 2017 áprilisában került sor egy, az ISIS (Islamic State in Iraq and Syria – Iszlám Állam Irakban és Szíriában) által elfoglalt afganisztáni barlangkomplexum ellen. A 9,144 méter hosszú, egy méter átmérőjű bomba Composit H-6 típusú robbanóanyagot tartalmaz, amelyet frekvencián használnak a Mark 80 bombacsald robbanóanyagaként. A Composit H-6 összetétele: $45,1 \pm 0,3\%$ RDX, $29,2 \pm 3,0\%$ TNT, $21,0 \pm 3,0\%$ porított alumínium, $4,7 \pm 1,0\%$ paraffinvasz (mint flegmatizáló szer)² és $0,47 \pm 0,1\%$ kalcium-klorid (mint szárítószer), hogy megakadályozza a nedvesség reakcióját az alumíniummal. A Composit H-6 körülbelül 1,35-ször erősebb, mint a tiszta TNT. Sűrűsége $1,73\text{--}1,74\text{ g/cm}^3$, detonációs sebessége 7367 m/s. A MOAB nem egy aeroszol-robbanóanyagot tartalmazó légibomba, hanem ebben az esetben a brizáns robbanóanyaghoz adalékolt hőfokozó adalékanyag (alumíniumpor) következtében növelték meg a keletkező robbanási gázok hatóerejét.

9. ÁBRA. Egy GBU-43/B MOAB termobárikus bomba az amerikai hadsereg McAlester-i lőszergyára előtt (Forrás: Shutterstock)



² A flegmatizáló szer érzéketlenné vagy kevésbé érzékennyé teszi a robbanóanyagot a következőkkel szemben: hő, lökés, ütés, dörzsölés vagy súrlódás. A jellegzetes flegmatizáló szerek közé tartoznak, de nem korlátozódnak ezekre: vasz, papír, víz, polimerek (pl. klór-fluor-polimerek), alkohol és olajok (pl. vazelin és paraffin).

Az amerikai légibombákhoz hasonlóan a szovjet/országi fejlesztők is kialakították a haderő termobárikus töltettel rendelkező bombáinak széles választékát. Ezek jellemzően a repeszbombák átalakításával jöttek létre. Az ODAB-500PM (objomno-detonyirujusaja aviacionnaja bomba – térfogati elven működő légibomba) és ODAB-500PMV típusú 500 kg-os légibombákba 190 kg termobárikus robbanóanyagot töltöttek be, míg az ODAB-1500 az előző bombák nagyobb, 1500 kg-os változata. (9. ábra) Több esetben a bombákat már rávezetőrendszerekkel is felszerelték, mint például a KAB-500KR típusú, tv-irányítású, 250 kg-os, termobárikus töltettel rendelkező fegyver. A KAB-1500Sz típusú, GLONASSz műholdas helymeghatározó rendszeren alapuló irányítású, 1500 kg-os bombának is van termobárikus változata. A bomba robbanásával létrejövő tűzgömb 150 méter átmérőjű körzetet fed le, a halálos zóna pedig eléri az 500 métert. Természetesen a méreteken folyó versenyből az oroszok sem maradhattak ki, és elkészítették 2007-ben az ODAB-9000-et, amit „minden bombák atyjának”³ is neveznek az amerikai MOAB alapján. A 2007. szeptember 11-én tesztelt fegyvert egy Tu-160 stratégiai bombázó szállította a lőtér fölé, ahova fékezőernyővel ereszkedett le, és még a levegőben detonált. Hatóerejére jellemző, hogy a robbanás hatása alapján a világ legerősebb nem nukleáris fegyvere címet is kiérdemelte. Az ODAB-9000 bomba pusztítási sugara 300 méter volt, a lökéshulláma több mint 1 kilométeres távolságban házak ablakait repítette ki és kerítéseket tépett le, míg a robbanás helyszínétől mért két kilométeres távolságban embereket döntött le a lábukról. A 9000 kilogrammos légibombában 7100 kilogramm termobárikus töltet található, ami 44 tonna TNT-ekvivalensnek felel meg.

A két nagyhatalmon kívül kisebb országok is gondolkodtak termobárikus fegyverek készítésében, így 1983-tól kezdődően Spanyolországban katonai kutatási programot dolgoztak ki egy légibomba kifejlesztésére. A Védelmi Minisztérium háttérintézménye, a Dirección General de Armamento y Material (DGAM), az Explosivos Alaveses (EXPAL) és az Explosivos Río Tinto (ERT) együttműködésében megalkották a BEAC-ot (Bomba Explosiva de Aire-Combustible: robbanásveszélyes üzemanyag-levegő bomba), ami egy termobárikus légibomba. A rendelkezésre állásáról nincsen információ, de egy darabot Chilében, az Atakama-sivatagban tesztelési céllal felrobbantottak.

A brazil TROCANO termobárikus bombát – az amerikai MOAB-hoz hasonlóan – egy raklapra szerelve dobják le, jellemzően egy C-130 Hercules repülőgépből. A kidobást követően a bomba tartóbakjait egy ejtőernyő választja le, így a bomba szabadon zuhanhat. A 9 tonna tritonált tartalmazó elegy – amely 80% TNT és 20% alumíniumpor keveréke – felrobbanásakor olyan nagy hőmérsékletű robbanófelhő jön létre, ami 1 km-es körzetben mindent elpusztít. Az alumíniumpor alkalmazásával a TNT hatása mintegy 18%-kal megnövekszik.

A „legnagyobb hatóerejű bomba” versenyhez időközben Kína is csatlakozott. Egy 2019-es híradás szerint, a Norinco



10. ÁBRA. Felfüggesztett ODAB-1500 típusú orosz termobárikus légibomba [7]

hadiipari vállalat honlapján közzétettek egy videófelvételt, amely a MOAB-hoz hasonló erejű bomba kísérletéről számolt be (konkrét adatok nélkül). [8]

A cikksorozat előző részeiben áttekintettük a termobárikus hatással kapcsolatos fogalmakat és megismertünk a különféle kézfegyverektől a kézigránatokon keresztül a legnagyobb légibombákig. A következőkben részletesebben vizsgáljuk a termobárikus fegyverek egyik legjellegzetesebb, legikonikusabb tagját, a szovjet/országi TOSz (TOC – tyjzsolaja ognemjotnaja szisztyema – nehéz lángszóró rendszer) fegyverrendszert és annak fejlesztési szakaszait.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Great destructive potential: the Western press assessed the use of TBG-7V thermobaric ammunition from drones by the Armed Forces of the Russian Federation. https://vpk.name/en/807836_great-destructive-potential-the-western-press-assessed-the-use-of-tbg-7v-thermobaric-ammunition-from-drones-by-the-armed-forces-of-the-russian-federation.html (Letöltve: 2025.03.04.)
- [2] Гранатомет ПИИТ-2. https://weaponland.ru/load/granatomet_rshg_2/61-1-0-271 (Letöltve: 2025.03.04.)
- [3] Hashim production started in Jordan. <https://en.topwar.ru/9810-rossijsko-iordanskiy-rpg.html> (Letöltve: 2025.03.04.)
- [4] Grau, L. W. – Smith T.: A crushing victory, fuel-air explosives and Grozny 2000. <https://www.slideshare.net/slideshow/a-crushing-victory-fuelair-explosives-and-grozny-2000/80745283> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [5] Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. Appendix 4: Undesignated Vehicles, SMAW. <https://www.designation-systems.net/dusrm/app4/smaw.html> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [6] 9M529 rocket. <https://en.missilery.info/missile/smerch/9m529> (Letöltve: 2025.03.05.)
- [7] Was the ODAB-1500 Aviation Bomb Used by the Enemy for the First Time: What Is Its Main Danger? 2024.03.30. https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/was_the_odab_1500_aviation_bomb_used_by_the_enemy_for_the_first_time_what_is_its_main_danger-10010.html (Letöltve: 2025.03.05.)
- [8] Ledobták minden bombák anyja kínai verzióját. <https://24.hu/kulfold/2019/01/04/minden-bombak-anyja-kina-ledobtak/> 2019.01.04. (Letöltve: 2025.01.31.)
- [9] A kép forrása: CC0, via Wikimedia Commons; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SMAW-Rockets.png> (Letöltve: 2026.02.10.)

³ FOAB – Father of all Bombs, mivel az első megjelenésekor tévesen repeszbombának azonosították.

KISS ROLAND*

AZ A2/AD HADVISELÉS AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚBAN

TERÜLETTAGADÁS A SZÁRAZFÖLDÖN III.

* Főhadnagy, PhD,
MH Transzformációs
Parancsnokság,
Kiképzési Igazgatóság,
ORCID:
0000-0002-5979-3098

Asorozat különszámunkban megjelent első két részében az A2/AD hadviselés légi műveleteiről, illetve védelmi vonalokról és műszaki zákról volt szó.

A harmadik fejezetben áttekintettük az orosz és ukrán tűzérő területtagadásban betöltött szerepét és eljárásait. A negyedik részben a harcászati drónokat és cirkáló löszereket taglaltuk. Jelen írásunkban a harcéljárásokra és a védekezés módszereire térünk ki.

ELJÁRÁSOK

A drónok használata napjainkra az ukrainai műveletek alapvető elemévé vált, ami azt jelenti, hogy nincs művelet dróntámogatás nélkül, de a drónalegységek önálló műveleteket is gyakran hajtanak végre. Ha a műveleteket fel kívánjuk osztani, akkor a két legnagyobb csoport a felderítés/megfigyelés, valamint a csapásmérés, de emellett még több más támogató feladat (mint a logisztikai ellá-

tás), vagy például az aknásítás, aknamentesítés is megjelenik. A mi szempontunkból a felderítés és csapásmérés a legérdekesebb, amelyek nem választhatók el egymástól.

A felderítés és megfigyelés egyik legfontosabb feladata, hogy célfelderítést és -megjelölést végezzenek a tűzérő vagy a harci drónok számára, amelyek az így kapott információk alapján hajtják végre a csapásokat. Ennek felső kategóriájába tartoznak harcászati szinten a mélységi feladatra gyártott cirkáló löszerek, pl. a Lancetek, melyeket jellemzően nagy értékű célok ellen indítanak. A célpontot egy másik drónegység azonosítja be, ezt követően ZALA Z-16 drónt is bevetnek, amely lézerrel végrehajtja a pontos célmegjelölést a Lancet számára. [1] Az ellenütegűzre a Lancet hatékonyabbnak bizonyult, mint a tűzérő, hiszen viszonylag gyorsan tud reagálni, illetve pontcélok ellen képes precíz csapást mérni. Az orosz Lancetek a NATO által Ukrajnának átadott tűzérő rendszerek nagyjából

1. ÁBRA. A DJI Mavic quadrokopter az egyik leggyakrabban használt eszköz (Forrás: Shutterstock)



45%-át semmisítették meg. [2] A 2023-as ukrán ellentámadás alatt az oroszok jellemzően ezeket a cirkáló löszereket használták az ukrán ütegek támadására és távoltartására, ami megakadályozta az ukránokat abban, hogy előre vonják a tüzéségüket a Lancet hatótávolságán belülre (kb. 40 km). Ez viszont azt jelentette, hogy az oroszok effektíve semlegesítették az ukrán tüzéséget, míg a sajátjukat maximális hatékonysággal tudták használni a támadó ukrán erőkkel szemben. [3] Tekintettel arra, hogy a Lancet is túl drága egy tömegháborúhoz, ezért csak nagy értékű célok megsemmisítésére használják. Hasonló feladatokra az extra olcsó Csernyika-2 és Molnyija-2 cirkáló löszereket használják. A Csernyika-2 darabára a jelentések szerint csupán 350 USD (!). [4] A kevésbé értékes célpontok – például gépjárművek, tüzelőállások vagy egyéb berendezések – ellen ezeket alkalmazzák.

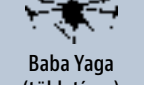
A drónforradalmat mégis inkább az eredetileg polgári használatra szánt eszközök tömeges alkalmazása hozta el. Ezek az FPV (First Person View – belső nézetű) kamikaze drónok, amelyeket nagy mennyiségben vet harcba mindkét fél. Közös jellemzőjük, hogy nem önállóan alkalmazzák őket, hanem a felderítés-csapásmérést szoros együttműködésben hajtják végre a felderítő- és öngyilkos drónok. Felderítésnél az FPV-drónoknál különböző módszereket alkalmaznak: például megadott terület felett járőröznek egy

meghatározott útvonalon, vagy leggyakrabban egy megadott ponton függesznek, ilyenkor egy adott terepszakasz megfigyelése folyik (pl. roham során). [5]

Míg a Lancetet, Csernyikát és Molnyiját mélységi csapásokra használják, a frontvonal közvetlen közelében az FPV-drónok uralják az eget, és ezek hajtják végre a legtöbb támadást is, amire az elmúlt négy évben kidolgozták a harcéljárásokat. Az FPV-drónok alkalmazása esetében a két harcoló között nem teszek egyértelmű különbséget, tekintettel arra, hogy gyorsan átveszik egymás jól bevált módszereit, ebből adódóan az alábbiak általában mindkét félnél megtalálhatók. A következők az FPV-drónok által leggyakrabban támadásra használt eljárások.

1. A „klasszikus”, amikor egy felderítődrón által megjelölt célra vezetnek rá egy öngyilkos FPV-drónt.
2. A szabad vadászatnál előre meghatározott célokra vagy területen vetik be őket.
3. A rajzás során általában 5-12 eszközt használnak koncentráltan, például járműoszlopok ellen, egy felderítődrón információi alapján. A rajzást gyakran kombinálják tüzéségi csapással is.
4. Használják lesállításokra, ilyenkor forgalmas utak közelében várakoznak, csökkentett üzemmódban akár órákat is. Általában együttműködnek felderítődrónokkal, és amikor cél jelenik meg, közvetlen közelből támadnak.

1. TÁBLÁZAT. Ukrán dróntípusok (A szerző szerkesztése)

Típus	Feladat	Hatótávolság	Érzékelők, berendezések	Robbanófej, fegyverzet	Célok	Vezérlés
III. osztály 150–600 kg						
 Bayraktar TB2	felderítő, célmegjelölő, csapásmérő	<300 km	elektrooptikai, infravörös kamera, lézeres célmegjelölő	MAM-C és MAM-L lézervezérlésű bombák	járművek, harcjárművek, tüzéség, légvédelmi eszközök, hajók	rádiójel
I. osztály <150 kg						
 Spectator M-1	felderítő	150 km	elektrooptikai, infravörös és hőkamera, EHV-rendszer	X	felderítés	rádiójel, autonóm, félautonóm
 Leleka-100	felderítő, célmegjelölő	100 km	elektrooptikai és hőkamera	X	felderítés	rádiójel, autonóm, félautonóm
 FURY	felderítő, célmegjelölő	220 km 55km videóátviteli távolság	elektrooptikai és infravörös kamera, lézeres célmegjelölő	X	felderítés	rádiójel
 UJ-22 Airborne	felderítő, csapásmérő	100 km vezérelt, 800 km autonóm	elektrooptikai és hőkamera	20 kg töltet, 82 mm-es aknavető gránátok	taktikai és stratégiai célok	rádiójel, félautomata, autonóm
 Baba Yaga (több típus)	bombázó, drónanyahajó	30–60 km	elektrooptikai és hőkamera	aknavető gránátok, aknák, termít, FPV-drónok	élőerő, állások, járművek, berendezések	rádiójel, műholdas internet (Starlink)
 FPV-drón (több típus)	felderítő, csapásmérő cirkálólöszér	5–50 km	elektrooptikai, infravörös, hőkamera	RPG-gránát, kézigránát, ejtőlőszer, repeszakna, improvizált robbanószer, Molotov-koktél	élőerő, állások, járművek, harcjárművek, fegyverrendszerek, berendezések, drónok, helikopterek	rádiójel, optikai szál, autonóm, félautonóm, AI



2. ÁBRA. Lancet cirkáló lőszer közvetlenül a becsapódás előtt [14]

3. ÁBRA. M1A1 Abrams harckocsi az FPV-drón szemszögéből. A drónok képesek megkeresni a páncélos harcjármű legkevésbé védett pontját és azt támadni. Ezáltal még a legfejlettebb és legjobban védett harckocsikra is halálos fenyegetést jelentenek [15]

- Kombinált csapásnál az öngyilkos drónok együttműködnek a bombázódrónokkal; az FPV-drónok feladata a harcjárművek mozgásképtelenné tétele, majd a sérült járművet és a járműről szállt személyzetet a bombázódrón pusztítja el.
- Aknásításnál az ismert menet-, járőr- vagy evakuációs útvonalakon helyeznek el aknát vagy rögtönzött robbanószerkezetet.
- Az FPV-drónok nemcsak öngyilkos támadásokat hajtanak végre, kisebb töltetekkel bombavetésre is használják őket.
- Az FPV-drónokat alkalmazzák nagyobb felderítődrónok pusztítására is; akár 3000 m magasságban is történhet az elfogás.
- A hatótáv növelésére használhatnak egy drónanyahajót, amely lehet például egy nagyobb drón (agrodrón vagy merev szárnyú eszköz), amely a cél közelébe szállítja a harci drónokat, és onnan indítja azokat. Ezzel akár 60-70 km mélységben is csapást mérhetnek; ebben az esetben az anyahajó egyben átjátszóállomás is. [6]

Az FPV-drónok esetében, mivel általában a front közelében tartózkodnak ezért egy-egy operátor átlag 6 percenként képes csapást mérni, míg bombázódrónnal >12 percenként, az újrafegyverzést követően. [7] Nagyobb támadások visszaverésénél a drónok koncentrált alkalmazására kerül sor, míg a (gyakoribb) kisebb intenzitású időszakokban „szabad vadászatra” használják őket. [5; 149.] Az oroszok az FPV-drónokkal elsődlegesen az ukrán harcjárművekre és járművekre vadásztak a fronttól 10 km mélységig, amellyel megnöttek a harcjárműveszteségek, így az ukránok nagy részt kivonták őket az első vonalból. Azonban így az ellen-

támadásokban sem tudják használni az eszközöket, emiatt azokat főleg a gyalogság kénytelen végrehajtani önállóan, jóval alacsonyabb hatásokkal. [8]

A drónokat arra is alkalmazzák, hogy a támadások előtt elvágják a célpont utánpótlását. [9] Az érintkezési vonaltól 7-9 km-re járműves mozgás – leszámítva a harcjárműveket – nem lehetséges. Ebből adódóan az első vonalba és a megfigyelőpontokra csak gyalogosan, kisebb járműveken vagy drónokkal lehetséges az utánpótlás szállítása, amely így nemcsak nehézkes, de nagyon veszélyes is. [7; 135. és 146.] Ez bizonyos esetekben az állások feladására készíti a védőket, mivel sem az utánpótlás, sem a csapatok rotációja nem oldható meg. [8]

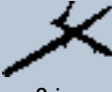
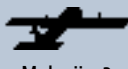
Az oroszok Kurszkban egy új eljárást is bevetettek, egy 100–300 m hosszú útszakaszon koncentrált dróntámadásokat hajtottak végre, és több irányból támadták az ukrán járműveket. Gyakorta használnak olyan módszert is, hogy a drónnal leszállnak az útra, és távirányítású aknaként a járművek alatt robbantják fel azokat, vagy leszállást alkalmaznak. Több száz ukrán járművet lőttek ki, gyakorlatilag elvagták a Kurszkban levő erők utánpótlását. [10] Ilyenkor alakulnak ki az úgynevezett „halálutak”, például a katlanba került erők utolsó utánpótlásvonalán, amelyet az oroszok tűz, de minimum drónellenőrzés alatt tartanak.

Ez csak néhány példa, amelyeket elsősorban a területtagadás szempontjából soroltam fel, de fontos megértenünk, hogy Ukrajnában jelenleg a szárazföldi hadviselés alapja a drónok alkalmazása. Nincs sikeres művelet, ha nem sikerült biztosítani a saját erők védelmét az ellenség drónjaitól és párhuzamosan nem sikerült kialakítani saját drónflótyát. Az FPV-drónok elterjedése, a tűzéség



4. ÁBRA. FPV-drónok különböző alkalmazásokhoz felszerelve (A szerző szerkesztése)

2. TÁBLÁZAT. Orosz dróntípusok (A szerző szerkesztése)

Típus	Feladat	Hatótávolság	Érzékelők, berendezések	Robbanófej, fegyverzet	Célok	Vezérlés
III. osztály 150–600 kg						
 Orion	felderítő, célmegjelölő, csapásmérő	1440 km	elektrooptika, hőkamera, lézeres célmegjelölő	Víhr páncéltörő rakéta, Bangyerol cirkálórakéta	felderítés	rádiójel, műholdas
II. osztály 150–600 kg						
 Geran-2	csapásmérő cirkáló lőszer	2500 km	elektrooptikai és infravörös kamera	50–90 kg romboló vagy termobárikus	taktikai és stratégiai célpontok	rádiójel, AI, autonóm, félautonóm
I. osztály <150 kg						
 Orlan-30	felderítő, célmegjelölő, drónanyahajó	500 km	elektrooptikai és infravörös kamera, hőkamera, lézeres célmegjelölő, jelfelderítő rendszer	X	felderítés	rádiójel, autonóm, félautonóm, AI
 Csernyika-2	felderítő, célmegjelölő	100 km	elektrooptikai és hőkamera	3,5 kg kumulatív vagy termobárikus	állások, járművek, berendezések	rádiójel, félautonóm, AI
 Supercam S350	felderítő, célmegjelölő	>70 km videóátviteli távolság	elektrooptika, hőkamera, lézeres célmegjelölő	X	felderítés	rádiójel, autonóm, félautonóm
 ZALA Z-16	felderítő, célmegjelölő	50–70 km videóátviteli távolság	elektrooptikai és hőkamera, lézeres célmegjelölő	X	célmegjelölés a Lancet cirkáló lőszernek	rádiójel, autonóm, félautonóm, AI
 ZALA Lancet Izgryeliye 51, 52, 53	csapásmérő cirkáló lőszer	30–75 km	elektrooptikai és infravörös kamera	3–5 kg kumulatív, romboló, repesz-romboló	nagy értékű fegyverrendszerek, harcjárművek, tűzérési és légvédelmi eszközök	rádiójel, autonóm, AI
 Molnyija-2	csapásmérő cirkáló lőszer, drónanyahajó	30–50 km	kamera	kumulatív, romboló, termobárikus, TM-62 akna vagy 2 FPV-drón	járművek, harcjárművek, állások	rádiójel, optikai szál
 RD-8	drónanyahajó	150 km	elektrooptikai és hőkamera	2 FPV-drón	X	rádiójel, műholdas (Starlink) vagy mobilinternet
 Eleron 3SW	felderítő, célmegjelölő, rádióátjátszó	70 km	elektrooptikai, infravörös és hőkamera	X	felderítés	rádiójel, autonóm, félautonóm
 Kub-BLA	csapásmérő	40 km	elektrooptikai	3 kg	harcászati célok	inerciális, autonóm, AI
 Granat 1/2/3/4	felderítő, célmegjelölő, jelfelderítő	15–100 km	elektrooptikai és hőkamera, lézeres célmegjelölő	X	felderítés	rádiójel, autonóm
 agrodrón (több típus)	bombázó, drónanyahajó, aknatelepítés	n. a.	elektrooptikai és hőkamera	RPG- és aknavetőgránátok, aknák, ejtőlőszer	élőerő, állások, járművek, harcjárművek	rádiójel, autonóm, félautonóm
 FPV-drón (több típus)	felderítő, csapásmérő cirkáló lőszer	5–50 km	elektrooptikai, infravörös, hőkamera	RPG-gránát, kézigránát, ejtőlőszer, repeszakna, IED	állások, járművek, harcjárművek, fegyverrendszerek, berendezések, drónok	rádiójel, optikai szál, autonóm, félautonóm, AI



5. ÁBRA. Az ukrán Dovbus T10 merev szárnyú UAV drónanyahajóként FPV eszközöket szállít [16]

hatékonyabb használata, illetve a megsemmisítési ciklusok rövidülése azt eredményezte, hogy nagyobb erőket nem lehet összevonni. Ezért a harc kis alegységek szintjén valószínűleg meg, amelyek korlátozott célokért küzdenek raj- és szakasz-, de manapság (2025) inkább tűzcsoporthoz tartoznak. Ám eközben folyamatosan ki vannak téve a drónok jelentette fenyegetésnek. A 2023-as ukrán ellentámadás végére a drónok az elsődleges légi fenyegetéssé és területtagadó eszközzé váltak, mivel 5-10 km-en belül képesek voltak szinte minden nappali mozgást akadályozni. [2; 43–47.] Az oroszok az ellenség lefoglalására a front közelében FPV- és Lancet öngyilkos drónokat, valamint a tűzértséget használják. [11]

Napjainkra az orosz haderő képes egy komplex légi lefogást drónokkal megvalósítani, amellyel csapást mérnek az ukrán állásokra, létesítményekre és berendezésekre, megakadályozzák a csapatmozgásokat és elvágják az utánpótlást. Ehhez kis mélységben a huzalvezérlésű FPV-drónokat használják, amelyek előnye, hogy ellenállnak az elektronikai zavarásnak. Az új termobárikus robbanófejjel ellátott drónok alkalmasak az ukrán állások pusztítására. A Molnyija merev szárnyú drón 50 km mélységig, míg a Csernyika-2 csupaszárnyú drón 100 km mélységig tud csapást mérni 3,5 kg-os robbanófejjel; a tájékozódásban mesterséges intelligencia segíti, és állások vagy járművek támadására is alkalmas. Általában a frontvonal zónája mögött az ukrán elektronikai zavarás már jóval gyengébb (légvédelem pedig jóformán már nincs), ezért a nagyobb mélységben működő drónok viszonylag szabadon tudják végrehajtani támadásaikat. [12] Manapság előfordul, hogy Geran drónokat is harcászati célok ellen vetnek be, holott eddig leginkább stratégiai csapásokra használták őket. Ezek a Geranok alkalmasak valós idejű videóképfelvételre, valamint autonóm célfelderítésre, -kiválasztásra és támadásra. Bevetésük során jellemzően logisztikai raktárakat, utánpótlást szállító vonatokat, légvédelmi rendszereket és tűzértségi állásokat támadnak. [13]

A drónok olcsóvá és nagy tömegben elérhetővé tettek olyan képességeket, amelyek már korábban is léteztek, de

jellemzően valamilyen bonyolultabb és drágább technológiával oldották meg; és bár túlélőképességük gyenge, éppen az olcsóságuk miatt ez nem fontos. Így vált lehetővé, hogy más fejlett, de drága eszközöket kiváltsanak, mint az irányított páncéltörő rakétákat (pl. Javelin), cirkáló löszereket és részlegesen a rövid hatótávú légvédelmi rakétákat. A drónokat gyakran használják más drónok ellen is. A célok jellemzően a jóval drágább agrodronok vagy merev szárnyú felderítő-, esetleg bombázódrónok. Azonban az ukránok a felvételek tanúsága szerint még orosz harci helikopterek ellen is használják őket.

VÉDEKEZÉS

A drónok jelentősen átalakították a katonai műveleteket is, tekintettel, hogy a folyamatos jelenlétük az egyik fő tervezési szempont lett. Hatásukra jóval kevesebb erő tartózkodik az érintkezési vonal közelében és azok is szétszórva. A korábban szakaszok által ellátott feladatokat jelenleg rajok, vagy csak pár fő látja el. Az állásokban és harcárkokban jellemzően csak pár fő tartózkodik, lehívható drón- és tűzértségi támogatással. A támadások során pedig a fő kihívás nem az állások megtisztítása, hanem az, hogyan teszik meg az odavezető több száz métert vagy több kilométert anélkül, hogy a drónok észrevennék a rohamcsoporthoz.

A drónok ellen alkalmaznak aktív és passzív védekezést, eljárásokat és rendszabályokat, hogy minimalizálják a fenyegetést. Fontos a korai előrejelzés és figyelmeztetés, valamint, hogy minél kevesebb időt töltsenek a katonák a veszélyeztetett területeken. Ide tartozik a szétszóródás és az eredményes dróntámadást nehezítő mozgás és manőverek, a műveletek, menetek és feladatok drónok számára kedvezőtlen napszakokra és időjárási körülményekre tervezése, valamint a köd- és füstképzés. A meneteket tűzcsoporthoz kell végezni, eközben folyamatosan figyelni kell az eget és a potenciális fedezőket, de az olyan hagyományos fedezékek, mint például a kráterek, nem alkalmasak, és kerülni kell, hogy többen tartózkodjanak egy helyen. Járműves menethelyen a legnagyobb, még biztonságos sebességgel kell hajtani, illetve drónfigyelőket kijelölni legalább az első és utolsó járműben, öngyilkos drón észlelésekor pedig az út szélére húzódní, lehetőleg takarásba és a járművet elhagyva szétszóródni. Végző esetben pedig a drónok elfogása és pusztítása kézfegyverekkel vagy más eszközökkel történik meg. [6; 25–30.] Ehhez a csapatokat elkezdtek sörétes puskákkal ellátni. Továbbá eleinte házilag, később nagyüzemileg gyártottak sörétes löszert a karabélyokhoz, kifejezetten a drónok ellen. Megfelelő körülmények között egy drón elpusztításához átlagban négy katona kell: kettő drónpuskával¹ lefogja és helyben tartja azt, a másik kettő pedig golyószóróval vagy sörétes puskával tüzel rá. Erre a feladatra a golyószóró alkalmasabb, mint a géppuska. A tapasztalatok szerint a kézfegyvertűz 70-80%-ban hatásos; az optikával felszerelt karabélyok és golyószórók hatékonyabbak. A drónokra lövés azonban általában további drónokat vonz a helyszínre,

¹ Futurisztikus puskafarmájú, irányított és koncentrált elektromágneses hullámokat kibocsátó zavaróeszköz, amely alkalmas a drón rádióvezérlésének zavarására vagy lefoglalására.



6. ÁBRA. A Molnija-2 kamikaze drón az egyik legegyszerűbb és legolcsóbb cirkáló lövész, ugyanakkor hatékony típus [17]

ezért szükség van több tüzelőállásra és fedezékre is, vagy mobil drónvédelmi különítményeket kell használni. Vannak olyan vélekedések, hogy a leghatékonyabb a rejtőzés és a passzív rendszabályok betartása. [7; 151–154.]

A passzív védekezéshez tartozik a védelem fizikai erősítése, az álcázás, hálók kihelyezése, hamis állások építése és csalicélok kihelyezése. A legkisebb mozgás is drónokat vonz a körzetbe, ezért az álcázás, a minél kevesebb és rejtett mozgás létfontosságúvá vált, a legbiztosabb napszakok az alkonyat, éjszaka, valamint a ködös és esős időjárás. Bármilyen állások jelenlétére utal (szemét, tükröződő felületek, felmelegedő tárgyak, fény) támadást vált ki; bármilyen tevékenység csak álcaháló alatt vagy fedett területen végezhető. A közlekedőárkok kijárait (sok esetben viszont az egész árkot) álcázzák, és több kijárat is kell, ha az elsődleges találatot kap. Előre kihelyezett füstgránátokat aktiválnak dróntámadáskor, ezen kívül minden katonánál van füstgránát erre a célra. Ahol lehetséges, hálók, rácsokkal, gumilapokkal védekeznek. Szakaszszinten rendelkeznek drónfelderítő és elektronikai hadviselési eszközökkel. A logisztika drónokkal történő megoldása szintén kevesebb célt szolgáltat, és csökkenthető az élőerő-vesztés, mivel a frontvonalban levő csapatok ellátása kiváltképp veszélyessé vált. A drónokat lézerrel vagy fényvisszaverő felületekkel is igyekeznek vakítani. [6; 25–30.] Ezen kívül, például az egyik állásból a másikba a katona csak akkor mehet át, ha azt a parancsnok engedélyezte, és előtte aktiválták az elektronikai zavarást. A legveszélyesebb mégis az, ha nyílt területen történik a támadás: tapasztalatok szerint 2 drón kicselezése még lehetséges, de 3 vagy több drón elől viszont szinte lehetetlen elmenekülni. [7; 147, 150.]

Mindkét fél használ drón-észlelőrendszereket, ezek figyelik a rádióhullámokat és jelzik, ha drón van a közelben. Vannak, amelyek a videóélőképet is elfogják, és egy képernyőn követhetik, hogy mit lát a drón. Zavarórendszereket is használnak ellenük; az orosz Harpy CKJ-1704 hátizsákba telepített zavaróeszköz 2000 m-en belül képes négy órányi folyamatos zavarásra. [9] Az oroszok századszinten már biztosítanak elektronikai hadviselési eszközöket, zavarják az irányító rádió-, valamint a GPS-jeleket, illetve ma már mesterséges intelligencia segíti az ukránok által használt jelek felderítését és zavarását. Ezek semlegesítésére mindkét fél különböző frekvenciákat használ, kódolják a rádiójeleket, sőt, ma már az FPV-drónokon mesterséges intelligencia képes a célok felismerésére és az autonóm rávezetésre, a navigációt pedig inerciális rendszer biztosítja, tehát a zavarás nem hat rá. [8]

7. ÁBRA. Orosz T-80 teknős tank, a drónok ellen speciálisan felszerelve és megerősítve. Ugyan nem kilőhetetlen, de a hagyományos eszközöknél jobb a túlélőképessége (Forrás: Orosz Védelmi Minisztérium)





8. ÁBRA. Drónok által kilőtt ukrán járművek a Pokrovszka vezető „halálúton” [18]

A drónok ellen igazán hatékony védekezést még nem találtak. Az aktív és passzív intézkedések, a fizikai és elektronikai védelem együttes használata képes csökkenteni a kockázatot, de meg nem szünteti. A legfontosabb intézkedések közé tartozik az álcázás, a szétszóródás, a gyors és észrevétlen mozgás. A csapatokat és járműveket is felszerelik drónérzékelőkkel. A járműveket igyekeznek ellátni reaktív páncéllal, rácsokkal, láncokkal, gumilapokkal, hogy védettebbek legyenek a drónokkal szemben. Ennek egyik kirívó példája az orosz „teknős tank”, amelynél szinte a teljes harckocsit fémlemezekkel borítják, és az egyetlen előre kilátást biztosító részt is láncokkal fedik. (7. ábra) Alkalmazzák az elektronikai zavarást is, ám ennek hátránya, hogy széles tartományt kell lefogni, amely a saját elektronikai eszközöket is zavarja. A legfontosabb logisztikai utakat há-

lálal fedték be. Az új technikákra és eljárásokra azonban gyorsan érkezik a reakció, ezért ez egy folyamatos verseny, amelyben csak rövid időre lehet technikailag felülkerekedni. Az adaptációra jó példa, hogy elektronikai hadviselés semlegesítésére kezdték használni a huzalvezérlésű drónokat.

Emellett az ellenfél drónirányító központjaira is vadásznak, amelyeket az elektronikai és rádiófelderítés, illetve drónok segítségével azonosítanak be. Ezt követően a létesítményt az oroszok drón-, tűzségi vagy légicsapással (UMPK irányított siklóbombával) iktatják ki. Ezáltal hiába vannak a frontvonal mögött kilométerekkel a drónoperátorok, a veszteségeik drasztikusan megemelkedtek.

ÖSSZEZEGÉS

A felfegyverzett és öngyilkos kis méretű drónok váltak az igazi területtagadó fegyverré, mivel lehetővé teszik a folyamatos megfigyelést a teljes frontszakaszon, amely alapján más drónok vagy fegyvernemek végrehajtják a csapásokat. A drónok lehetővé tették a tömeges precíziós csapásmérést, amely még a legjobban védett harcjárművekre is fenyegetést jelentenek. Alkalmazásuk miatt az erőkoncentráció és a meglepetés nagyon nehezen megvalósítható, sőt az első vonalban levő csapatok ellátása is aránytalan kockázattal jár. Ezért a drónok olyan fenyegetést jelentenek jelenleg, amelynek semlegesítése nincs megoldva, és amely rövid távon a hadviselés átalakulásával járt és jár.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Kofman, Michael: Assessing Russian Military Adaptation in 2023. Carnegie Endowment for International Peace, Washington DC, 2024, 42–43.
- [2] Dangwal, Ashish: Russia's 'Super Killer' Drone, Behind Nearly 45% Of NATO Artillery System Losses, Displayed At Aero India 2025. eurasiantimes.com. 2025.02.12. eurasiantimes.com/russian-super-killer-drone-behind-nearly-45/ (Letöltve: 2026.01.29.)
- [3] Watling, Jack et al.: Preliminary Lessons from Ukraine's Offensive Operations, 2022–23. Royal United Services Institute, London, 2024, 22.
- [4] Russia's new low-cost kamikaze drone reportedly used for the first time in Ukraine strike. 2025.07.02. armyrecognition.com/news/aerospace-news/2025/russias-new-low-cost-kamikaze-drone-reportedly-used-for-the-first-time-in-ukraine-strike (Letöltve: 2025. 10. 16.)
- [5] Эксплуатация и применение беспилотных летательных аппаратов (FPV-дронов). 153–154.
- [6] Тактика применения противником FPV дронов. 6–24.
- [7] Markin, Andrej: Обобщение боевого опыта СВО до декабря 2024 года; Szociális és politikai gondolat, Moszkva, 2025, 133.
- [8] Andreika, Vytyis: Russia's Changes in the Conduct of War Based on Lessons from Ukraine. armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/September-October-2025/Lessons-from-Ukraine/ (Letöltve: 2025. 10. 16.)
- [9] Sam Cranny-Evans: Russian FPV drone tactics. 2025.02.21. calibredefence.co.uk/russian-fpv-drone-tactics/ (Letöltve: 2025. 05. 05.)
- [10] Stezhensky, Alex: Russian drone tactics cripple Ukraine's logistics in Kursk Oblast — Forbes. english.nv.ua 2025.03.09. english.nv.ua/russian-war/russian-drone-tactics-cripple-ukraine-s-logistics-in-kursk-oblast-forbes-50496339.html (Letöltve: 2025. 05. 05.)
- [11] Watling, Jack – Reynolds, Nick: Tactical Developments During the Third Year of the Russo–Ukrainian War. Royal United Services Institute, London, 2025, 6.
- [12] Stepanenko, Kateryna: Russian Drone Innovations are Likely Achieving Effects of Battlefield Air Interdiction in Ukraine. 2025.08.07. understandingwar.org/research/russia-ukraine/russian-drone-innovations-are-likely-achieving-effects-of-battlefield-air-interdiction-in-ukraine/ (Letöltve: 2025.10.13.)
- [13] Altman, Howard – Rogoway, Tyler: Russia Is Using Modified Shahed-136s To Strike Dynamic Targets Near The Front Lines. 2025.10.13. twz.com/news-features/russia-is-using-modified-shahed-136s-to-strike-dynamic-targets-near-the-front-lines (Letöltve: 2025.10.15.)
- [14] A kép forrása: <https://en.topwar.ru/253863-pokazany-kadry-momenta-popadanija-lanceta-po-legkoj-rszo-vsuh.html> (Letöltve: 2026.01.10.)
- [15] A kép forrása: <https://www.twz.com/wp-content/uploads/2024/12/Abrams-Survives.jpg> (Letöltés: 2026.01.10.)
- [16] A kép forrása: Олексій Дзюба. В Україні розробили БПЛА, який може нести шість дронів-камікадзе. 2024.11.22. <https://dev.ua/news/v-ukraini-rozroblyu-bpla-ia-kyi-mozhe-nesty-shist-droniv-kamikadze> (Letöltve: 2026.01.10.)
- [17] A kép forrása: https://cdn.militaeraktuell-cdn.at/wp-content/uploads/2024/11/03200954/02606_c_Archiv.webp (Letöltve: 2026.01.10.)
- [18] A kép forrása (videóköcska): <https://lenta.ru/news/2025/10/12/opublikovano-video-dorogi-smerti-vsuh-vozle-pokrovsk/> (Letöltve: 2026.01.16.)

UJHEGYI BENCE* – MOLNÁR KRISZTIÁN**

EGY MARS-MISSZIÓ TECHNIKAI ÉS EMBERI KIHÍVÁSAI

Összefoglalás: A cikk egy, a Marsot célzó küldetés lehetőségeit és kihívásait vizsgálja, kiemelt figyelmet szentelve az űrsugárzás emberi szervezetre gyakorolt hatásának. A vörös bolygó fizikai adottságainak bemutatása mellett a szerzők elemzik a múltbeli és a tervezett küldetéseket is, különös hangsúlyt fektetve a technikai nehézségekre és a sugárvédelemre.

Kulcsszavak: Mars, űrkutatás, kozmikus sugárzás, Mars-expedíció, marsjárók, űrtechnológia

Abstract: This paper discusses the prospects and challenges of human Mars exploration, with special attention to the effects of cosmic radiation on the human body. It details the planet's physical characteristics, and analyses past and future Mars missions, focusing on technical difficulties and radiation protection strategies.

Keywords: Mars, space exploration, cosmic radiation, Mars missions, rovers, space technology

BEVEZETÉS

Egy emberi személyzet részvételével végrehajtott (a továbbiakban: emberes) Mars-küldetés kivitelezése napjaink egyik legösszetettebb mérnöki vállalkozása lenne. A technológiai fejlődés mára lehetővé tette, hogy a Holdnál távolabbi égitestekre is valós célpontként tekintsünk, azonban a Mars elérése, az ottani tartózkodás, valamint a biztonságos visszatérés továbbra is számos megoldatlan problémát vet fel. A hosszú utazási idő, a földi irányítástól való függetlenség, a zárt élettér fenntartása, az energiaellátás és az extrém környezeti feltételek együttesen olyan rendszereket követelnek meg, amelyek jóval túlmutatnak a jelenleg alkalmazott űrtechnológiákon. A legnagyobb akadályok közé tartozik a Mars környezeti viszonyainak kezelése, különösen a sugárzás elleni védelem, amely alap-

vetően befolyásolja a küldetés egészségügyi kockázatait. Jelen tanulmány célja ezen műszaki és élettani kihívások áttekintése, különös tekintettel a sugárvédelmi megfontolásokra, amelyek meghatározó szerepet játszanak a hosszú távú emberes Mars-expedíciók tervezésében. [1][2]

A MARS BOLYGÓ ÉS A MISSZIÓK TÖRTÉNETE

A Mars tudományos célú megfigyelése már az ókorban megkezdődött, és a bolygó mára – a Földön és a Holdon kívül – az ember alkotta eszközökkel legtöbbször vizsgált égitestnek számít. Az első kvantitatív adatok Tycho Brahe 16. századi munkásságához köthetők, amelyek Kepler bolygómozgási törvényeinek alapjául szolgáltak. A távcsöves űr megfigyelés korszaka Galilei 1610-es észleléseivel kezdődött, Cassini pedig már a 17. század végén pontosan meghatározta a marsi nap hosszát. A 19. században Beer és Mädler készítették az első térképeket, míg Konkoly Thege Miklós megalapozta a hazai kutatásokat. Ugyanebben az időszakban terjedt el a marsi „csatornák” tévhite is, amely hosszú időre összekapcsolódott a feltételezett intelligens léttel, jelentős irodalmi és médiatörténeti hatást gyakorolva (gondoljunk csak H. G. Wells *Világok harca* című regényére). [3]

A jelenlegi modellek szerint a Mars gyorsan, 100 millió éven belül formálódott, és mivel a mai pályájától jóval messzebb jött létre, a magja több könnyű elemet tartalmaz. Kérge 20–39 km vastagságú, alatta 400–600 km vastag köpeny található. A bolygó mára tektonikus aktivitását elveszítette, és így jelenleg egyetlen litoszféralemezzel rendelkezik. [5]

A Mars belső szerkezete, éghajlata és felszínformái kulcsfontosságúak az emberes missziók és esetleges kolonizációs tervek megvalósításához. Ritka, főként szén-dioxidból álló légköre csupán a földi nyomás 0,6%-át éri el. A vas-oxid-tartalmú, magas porkoncentráció vöröses árnyalatot ad az égboltnak. A felszín látványos

1. ÁBRA. Az InSight leszállóegység a Mars felszínén (művészi koncepció). A küldetés elsődleges célja a bolygó belső szerkezetének feltárása a tektonikus aktivitás, a meteoritbecsapódások, valamint a belső hőáramlás monitorozása révén (Forrás: NASA/JPL-Caltech / Wikimedia)

* BSc, Product Assurance Manager / Configuration Manager, 4iG Space and Defence Technologies. ORCID: 0000-0002-4856-9250

** BSc, HM Zrínyi Nonprofit Kft., Junior IT Security mérnök. ORCID: 0000-0001-9978-5597





2. ÁBRA. Az Olympus Mons homokviharban [6]

3. ÁBRA. A több mint 10 km mély Valles Marineris völgyrendszer a Viking-1 és Viking-2 felvételeiből összeállított mozaikképen (Forrás: NASA / JPL-Caltech / USGS)

képződményei közé tartozik a Naprendszer legnagyobb vulkánja, az Olympus Mons, (2. ábra) valamint a Valles Marineris árok, amely jóval meghaladja a Grand Canyon méreteit. A felszínt borító kráterek magas száma a hosszú geológiai inaktivitás és a vékony, ritka légkör okozta erózióhiány következménye. [4]

Bár ma nincs a felszínen folyékony víz, jelen van vízgőz a légkörben, illetve jég a felszín alatt. A geológiai bizonyítékok arra utalnak, hogy a távoli múltban még jelentős mennyiségű víz lehetett jelen a felszínen folyók és óceánok formájában. [4]

Két kis holdja, a Phobos és a Deimos valószínűleg befogott kisbolygók. A Phobos pályasugara (fél nagytekonye) fokozatosan csökken, így idővel becsapódhat, míg a Deimos távolodik, és akár el is hagyhatja a bolygót.

MARSJÁRÓK ÉS SZONDÁK

A bolygóra irányuló küldetések jelentős technológiai kihívást jelentenek: a hosszú repülési idő, az 5-20 perces kommunikációs késleltetés, valamint az autonóm landolás bonyolultsága miatt az eddigi missziók közel fele sikertelenül zárult. Mivel valós idejű irányítás nem lehetséges, az automata vezérlés elengedhetetlen. [8] A Mars légköri és gravitációs sajátosságai is megemlíthetők: a ritka atmoszféra nem nyújt elegendő légellenállást fékezéshez, az alacsony gravitáció (0,38 g) pedig befolyásolja a hajtóművi manőverezést, és a poros, egyenetlen felszín mechanikai terhelést jelent a járművekre. A nagy teljesítményű hajtóművek által felvert regolit¹ sérülést okozhat a be-

rendezésekben, miközben a háttérsugárzás az elektronika stabilitását is ronthatja.

A Mars-kutatásban három fő eszköztípust alkalmaznak:

- az orbiterek a bolygó körül keringenek, képeket készítenek és tudományos adatokat gyűjtenek;
- a leszállóegységek (landerek) helyhez kötötten, a bolygó felszínén vizsgálják a környezeti viszonyokat;
- a marsjárók (roverek) pedig mobilitásuk révén a felszínen mozogva nagyobb területeket tudnak feltérképezni, miközben képeket, valamint videó- és hanganyagokat továbbítanak. [8]

A Szovjetunió Marsz-programja (1960–1973) főként orbitereket indított, de ezek közül csak a Marsz-2 keringőegysége működött eredményesen. Az első landolási kísérlet során a Marsz-3 mindössze 15 másodpercig volt aktív egy homokvihar következtében. Az első igazán sikeres küldetés a NASA Viking-1 és -2 missziója volt 1976-ban: ezek a landerek RTG-vel (radioisotope thermoelectric generator – radioizotópos termoelektromos generátor) működtek, és elsőként közvetítettek képeket a felszínről, valamint biológiai kísérleteket is végeztek, amelyek nem mutattak ki életre utaló jeleket a marsi talajban. [3]

A marsjárók története a Sojournerral kezdődött 1997-ben, amely a Pathfinder leszállóegység segítségével dolgozott. Az égitestre 2004-ben érkezett Spirit és Opportunity járművek viszont új korszakot nyitottak a Mars-kutatásban: utóbbi 15 évig működött, és több mint 45 km-t tett meg a bolygó felszínén, míg a Spirit hat év után műszaki hiba miatt leállt. [8]

A Curiosity rover 2012 óta aktív, és radioizotópos termoelektromos generátor segítségével végzi munkáját. Fő célja a bolygó geológiai múltjának vizsgálata. A 2021-ben landolt Perseverance rover (4. ábra) a Jezero-kráterben gyűjt kőzetmintákat egy későbbi emberes küldetés érdekében, emellett magával vitte az Ingenuity helikoptert, amely több sikeres tesztrepülést hajtott végre, demonstrálva a légi közlekedés lehetőségét marsi környezetben. [10]

A kínai Csuzsung (Zhurong – a tűz istene) rover 2021-ben érkezett a Marsra, és kezdetben a bolygó felszínét, talaját és légkörét vizsgálta. Az eszköz napelemes energiaellátással működött, azonban 2022 májusában hibernált állapotba került a zord és fényszegény marsi tél miatt, és azóta sem sikerült újra kapcsolatba lépni vele. [9]

AZ ENERGIAELLÁTÁS ÉS HAJTÓANYAG-BIZTOSÍTÁS PROBLÉMÁI

A hosszú távú Mars-küldetések egyik fő technikai akadálya az energiaellátás, illetve a visszaúthoz a hajtóanyag előállítása. A napelemes rendszerek a porviharok és a gyenge fényviszonyok miatt megbízhatatlanná válhatnak, ahogyan azt a Zhurong és az InSight küldetések is jelezték. Alternatívát jelenthetnek az RTG-k, amelyek kis teljesítményt nyújtanak, ám drága és nemzetközileg szabályozott, korlátozott mértékben elérhető izotópokat igényelnek (pl. plutónium-238), ezenkívül teljesítményük is korlátozott. A hagyományos RTG-kben található félvezető eszközöknél jobb hatásfokra és nagyobb teljesítményre képesek

¹ Regolit: égitestek felszínén található, külső hatások (pl. meteorok, sugárzás) által aprózódott por-, kőzet- és törmelékanyag.

a Stirling-motoros egységek, de ezek mozgó alkatrészeket is tartalmaznak, így hajlamosabbak meghibásodásra. [28] A visszatéréshez szükséges hajtóanyag Földről történő szállítása nem kivitelezhető, ezért cél a különböző, a helyi erőforrásokat hasznosító (ISRU: in-situ resource utilization) technológiák kialakítása. [29] A szén-dioxidból egy lítiummal katalizált elektrolízishez hasonló eljárással lehet oxigént kinyerni, míg a metánt a Sabatier-reakcióval lehet hidrogénből szintetizálni. Sokáig a legkézenfekvőbbnek a hagyományos villamos elektrolízisen alapuló hidrogén-peroxid (H_2O_2) előállítását tartották, amely az első rakéták (pl. a V-2) egyik fő hajtóanyaga volt, de magas koncentrációjához desztillátorra is szükség van. Ugyanakkor a NASA MOXIE kísérlete már igazolta az oxigéntermelés lehetőségét a Perseverance fedélzetén. Azonban valamennyi módszerhez megbízható és nagy teljesítményű energiaellátás, fejlett technológia és elegendő víz is szükséges, ami tovább nehezíti a kivitelezést. [23]

A Mars felszínét elérő napsugárzás a távolabbi keringési pálya okán a földi érték kevesebb mint fele (kb. 590 W/m^2), amit tovább csökkentenek a gyakori porviharok. Ezek hatására finomszemcsés por rakódhat a napelemek felületére, jelentősen visszavetve az energiatermelést. Az energiaellátás csökkenése – mint az Opportunity esetében 2018-ban – a rendszerek teljes leállásához is vezethet. Az extrém hőmérséklet-ingadozások (-153°C és $+20^\circ\text{C}$ között) önmagukban is komoly terhelést jelentenek a műszaki berendezésekre, és megfelelő fűtés hiányában az elektronikai komponensek fagyása vagy meghibásodása is bekövetkezhet. [9] Bár a kozmikus sugárzás elsősorban az emberi szervezetre lenne veszélyes, okozhatja az érzékeny elektronikus eszközök hibás működését vagy akár végleges leállását is.

A SZEMÉLYZET FIZIKAI VÉDELME

Az automata Mars-missziók változó sikeressége és a bolygóra irányuló utazás technológiai kihívásai alapján világos, hogy az emberes expedíciók megvalósítása talán további évtizedek munkáját igényelheti. A jelenlegi műszaki háttér, beleértve a rendelkezésre álló hordozórakéták teljesítményét, a visszatéréshez szükséges rendszerek hiányát és az út során odaszállítandó anyagtömeg nagyságát, komoly korlátokat szab az ilyen vállalkozásoknak. A megfelelő indítási ablakok kihasználása, az energiatakarékos pályák – mint például a Hohmann-transzfer (lásd később) [21] – és az ehhez kapcsolódó időzítési, navigációs és üzemanyag-ellátási kérdések mind jelentős asztrodinamikai feladatokat jelentenek. A költségek szintén nagyságrendekkel meghaladják a korábbi küldetések ráfordításait (még a Hold-program vagy a Nemzetközi Űrállomás [ISS] működtetése sem szolgálhat közvetlenül referenciaként). Mindezek ellenére, amennyiben a technológiai feltételek adottá válnak, a következő lépés az emberi szervezetre nehezedő fizikai és pszichológiai terhelések vizsgálata. Az alábbiakban ezen humán tényezőkkel foglalkozunk, amelyek – bár nem az egyetlenek – kulcsszerepet játszanak egy hosszú távú Mars-küldetés sikerében.

Ami a fizikai kihívásokat illeti, az emberi szervezet a Föld stabil légköri, gravitációs és mágneses viszonyaihoz alkalmazkodott már evolúciós értelemben, ám mindezt egy

Mars-küldetés során mesterségesen kell pótolni. A túléléshez elengedhetetlen a megfelelő táplálkozás, hidratálás, fizikai aktivitás és pihenés. [30] Egy felnőtt napi energia-szükséglete $2000\text{--}2500 \text{ kcal}$ ($8400\text{--}10\,500 \text{ kJ}$), amelyet kiegyensúlyozott tápanyagbevitellel kell biztosítani. Kiemelten fontosak a vitaminok (különösen A, D, E, K, C, B), valamint az ásványi anyagok, fehérjék, zsírok és szénhidrátok. A vitaminhiány – például a skorbut esetében – súlyos következményekkel járhat. [30]

A vízellátás még kritikusabb: személyenként napi kb. 3 liter szükséges, ami egy hároméves küldetés során fejenként 3200 litert jelentene – ekkora mennyiség szállítása azonban jelenleg kivitelezhetetlen. Ezért elengedhetetlenek a víz-visszanyerő rendszerek: az ISS-en alkalmazott technológiák akár 98%-os újrahasznosítást is lehetővé tesznek. [30]

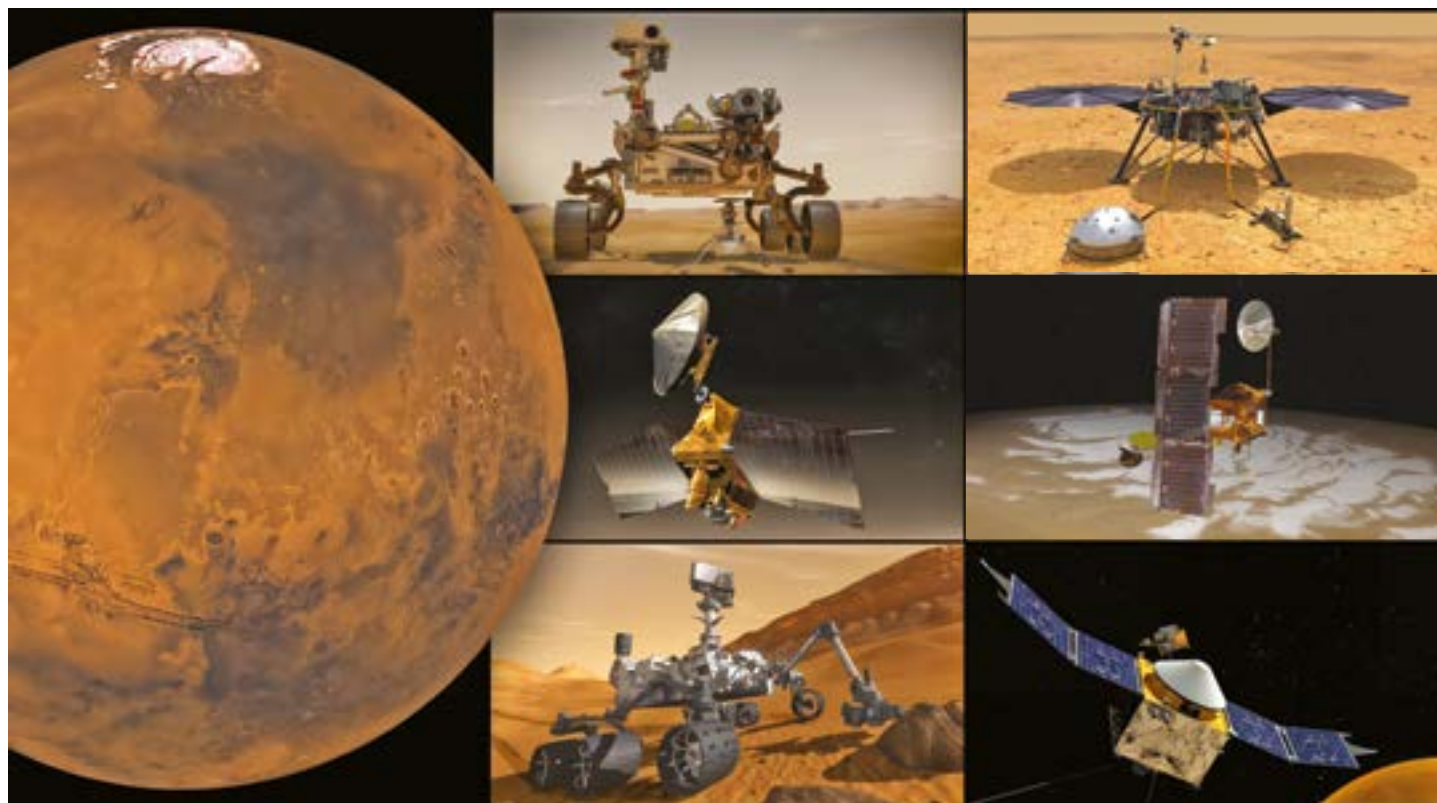
Az űrhajós élettérben a nyomást, a hőmérsékletet és a levegőösszetételt folyamatosan szabályozni kell. A súlytalanság gyors izom- és csonttömegvesztést okoz, amelyet napi testmozgással lehet mérsékelni. A Mars $0,38 \text{ g}$ -s gravitációja ilyen szempontból kedvezőbb a teljes súlytalanságnál, de a visszatérés továbbra is jelentős élettani megterhelést jelent. [30]

PSZICHOLÓGIAI KIHÍVÁSOK

A hosszú távú űrutazások jelentős pszichológiai megterheléssel járnak. Az izoláció, a korlátozott tér és az emberi kapcsolatok hiánya idővel súlyosan befolyásolhatja a személyzet mentális állapotát. [12] A Mars-missziók esetében ezt tovább fokozza az utazás hossza, az ismeretlen környezet és a visszatérés körüli bizonytalanság. A Mars felszíne nem nyújt közvetlenül élhető körülményeket, így az űrhajósok folyamatosan zárt, mesterséges élettérben kénytelenek tartózkodni, ahol a környezethez való alkalmazkodás nem lehetséges, és tartósan szükség van minden létfenntartó rendszer hibátlan működésére. Ezt tetézi a „pszichológiai távolság”: a Föld a küldetés során akár 400 millió kilométerre is lehet – jóval túl a Hold-program határain. [12] A kommunikációs késleltetés az égitestek

4. ÁBRA. A Perseverance marsjáró tesztelése a Sugárhajtás Laboratóriuma (Jet Propulsion Laboratory) kaliforniai épületében [7]





5. ÁBRA. A NASA Mars-küldetési, balról fentről az óramutató járásával megegyezően: Perseverance marsjáró és az Ingenuity Mars helikopter, InSight leszállóegység, Odyssey keringőegység, MAVEN keringőegység, Curiosity marsjáró és Mars Reconnaissance Orbiter (Forrás: NASA/JPL-Caltech)

egymáshoz viszonyított helyzetéből adódóan 4 és 24 perc között változhat, ami kizárja a valós idejű kapcsolatot, és fokozott autonómiát, döntéshozatali képességet követel meg az űrhajósoktól. A belső terek kialakításának is pszichológiai szerepe van: a monotonitás csökkentése, a privát szféra biztosítása és az otthonosság érzésének fenntartása hozzájárulhatnak a mentális stabilitáshoz, megvalósításuknak azonban határt szabnak az űrjármű korlátozott méretei. [12]

További kihívást jelent az utazás időzítése. A Mars és a Föld távolsága ciklikusan változik, így csak körülbelül 26 havonta nyílik lehetőség az optimális, minimális energiaigényű Hohmann-pályán történő indításra. [21] Ez a pályatípus az elérhető legalacsonyabb energiafelhasználással biztosítja az utat két bolygó között, de egyben a leghosszabb utazási idővel is jár. A visszaút megtervezése hasonló módon kötött: a légénységnek meg kell várnia a kedvező „visszatérési ablakot”, amely újabb hónapokat, akár egy teljes bolygóközi keringési ciklus kivárását is jelentheti a Mars felszínén.

A SUGÁRZÁS JELENTETTE VESZÉLY

A KOZMIKUS SUGÁRZÁS TÍPUSAI

Az elsődleges sugárzás közvetlenül asztrofizikai eseményekből származik.

- **Galaktikus kozmikus sugárzás (GCR):** a galaxisunkon belülről érkező, nagy energiájú töltött részecskékből (főként protonokból, alfa-részecskékből és nehezebb ionokból) álló sugárzás, amely a Naprendszeren kívülről származik, és állandó jelenlétével folyamatos háttérugárzást képez.
- **Extragalaktikus sugárzás:** távolabbi galaxisokból eredő, szintén nagy energiájú részecskék. Bár jelenlétük jóval kisebb mértékű, mint a galaktikus eredetű kom-

ponenseké, különleges események – például aktív galaxismagok, szupernóvák vagy gamma-kitörések – esetén lokálisan extrém sugárdózist is eredményezhetnek. Ennek vizsgálata jelenleg is kutatás tárgyát képezi. [13]

- **Szoláris részecskesugárzás (SEP):** a Napból érkező nagyenergiájú protonok és elektronok főként napkitörések és koronakidobódások (CME – Coronal Mass Ejection) során keletkeznek. Ezek a részecskék akár 20–30 percen belül elérhetik a Föld és a Mars pályáját, és rövid idő alatt drasztikusan megnövelhetik a sugárterhelést. Jellemzően, a Nap aktivitása 11 éves ciklus szerint változik, amely kisebb-nagyobb eltéréssel egy kb. 4 éves emelkedő és egy 7 éves csökkenő fázisból áll. Ez az aszimmetrikus szerkezet jelentősen befolyásolja a részecskekibocsátás intenzitását és gyakoriságát, így a küldetések időzítése szempontjából kulcsfontosságú tényező. A ciklus dinamikája miatt a sugárzási viszonyok előrejelzése nehéz, ami növeli a kockázatot a hosszú távú Mars-utazások során. [14][16]

A másodlagos sugárzás akkor keletkezik, amikor az elsődleges sugárzások részecskéi a légkör atomjaival ütközve részecskezápórokat hoznak létre. A Föld vastag atmoszférája és mágneses mezeje jelentős védelmet nyújt ezek ellen. A Marson azonban – a rendkívül ritka légkör és a globális mágneses mező hiánya miatt – ez a védelem gyakorlatilag elhanyagolható, így az élő szervezetek közvetlenül ki vannak téve e sugárzások hatásának. [17]

SUGÁRVÉDELEM AZ ŰRBEN

A kozmikus sugárzás hosszú távon növeli a rák kockázatát, károsítja a sejteket, és hatással lehet az idegrendszerre is. [13] A GCR különösen veszélyes, mivel a nagy tömegű

és töltéssel rendelkező részecskék erős ionizációs hatással bírnak (a GCR 90%-a protonokból áll), és az űreszközök ellenük nehezen árnyékolhatók. [16] A hagyományos űrhajó burkolata sem nyújt elegendő védelmet ezek ellen.

A védekezés kulcsa a passzív árnyékolás (pl. vastag falak, víréteg, polietilén anyagok) [19], valamint a küldetés megfelelő időzítése. További kutatások folynak aktív mágneses pajzsok kifejlesztésére is, de ezek még kísérleti fázisban vannak. [19]

A Mars alacsony gravitációja közvetett módon befolyásolja a sugárvédelmet, mivel gátolja a sűrűbb légkör kialakulását és hosszú távú megtartását. Ez korlátozza a bolygó természetes árnyékoló képességét, különösen a nagy energiájú részecskékkel szemben. A gyenge gravitáció emellett megnehezíti a nehéz, nagy árnyékolóképességű anyagok – például víz vagy polietilén – tárolását és mozgását a felszínen, ami technológiai kompromisszumokra kényszeríti a missziótervezőket. [24]

A SUGÁRZÁS ÉLETTANI HATÁSAI

Az emberi szervezet az evolúció során alkalmazkodott a Föld természetes háttérsugárzásához, amely átlagosan évi körülbelül 2,8 mSv (millisievert). [13] A világűrben azonban az ionizáló sugárzás szintje nagyságrendekkel meghaladja ezt az értéket, különösen a bolygóközi térben vagy a Mars felszínén, ahol hiányzik a Földre jellemző mágneses és atmoszferikus védelem. [19] Egy, a NASA által modellezett, 2,5 éves, oda-vissza történő Mars-utazás során egy űrhajóst összesen mintegy 1,01 Sv sugárdózis érne – ez körülbelül 360-szorosa a Földi háttérsugárzás éves értékének. [26]

A kozmikus sugárzás legnagyobb biológiai veszélye a DNS-károsodás, különösen az osztódásra hajlamos sejtek – a csontvelő, az ivarsejtek és a fehérvérsejtek – esetében. [14] [15] A hosszútávú sugárterhelés megnöveli a dagadt betegségek, a szürkehályog, a terméketlenség, valamint a veleszületett rendellenességek és idegrendszeri elváltozások kockázatát. [15][19] Az Apollo-küldetések során több űrhajós számolt be rövid fényvillanások érzékeléséről, különösen az Apollo-11 idején. [31] A jelenséget később nagy energiájú részecskék retinára gyakorolt hatásával magyarázták: ezek az idegrendszert stimulálva fényérzetet kelthetnek az agyban. [14] Bár az ilyen típusú expozíció

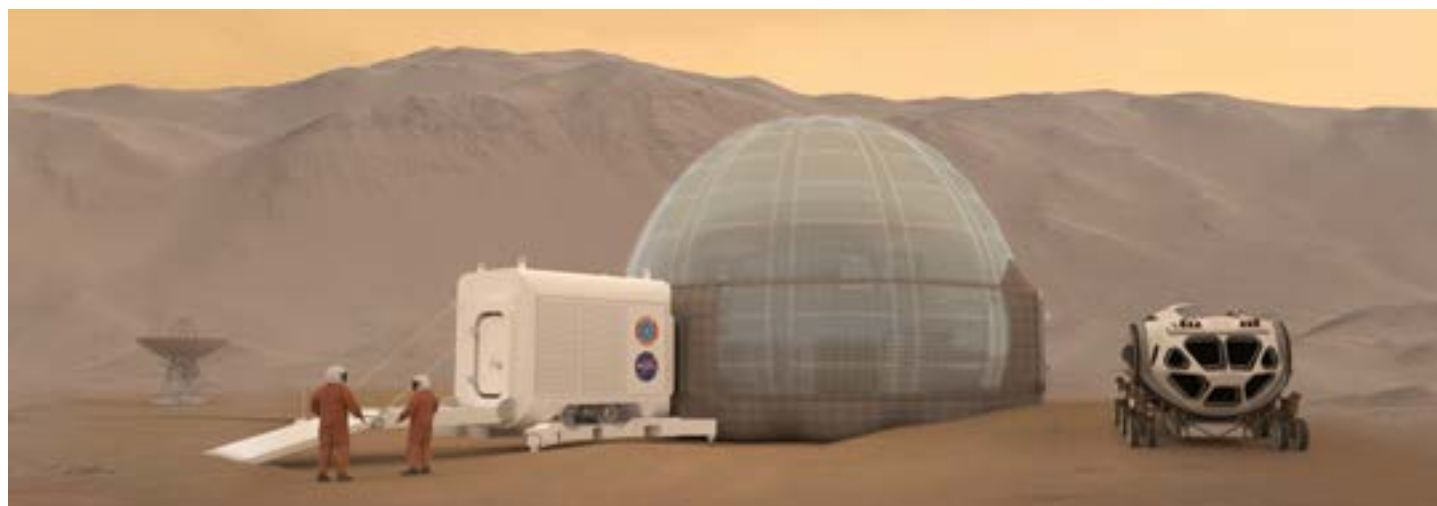
rövid távú egészségkárosító hatásait nem sikerült egyértelműen kimutatni, egyes későbbi vizsgálatok felvetették, hogy az űrhajósokat ért kozmikus sugárzás hozzájárulhat bizonyos szemészeti elváltozások – például a már említett szürkehályog – gyakoribb előfordulásához. [14][16]

SUGÁRZÁSI KÖRNYEZET

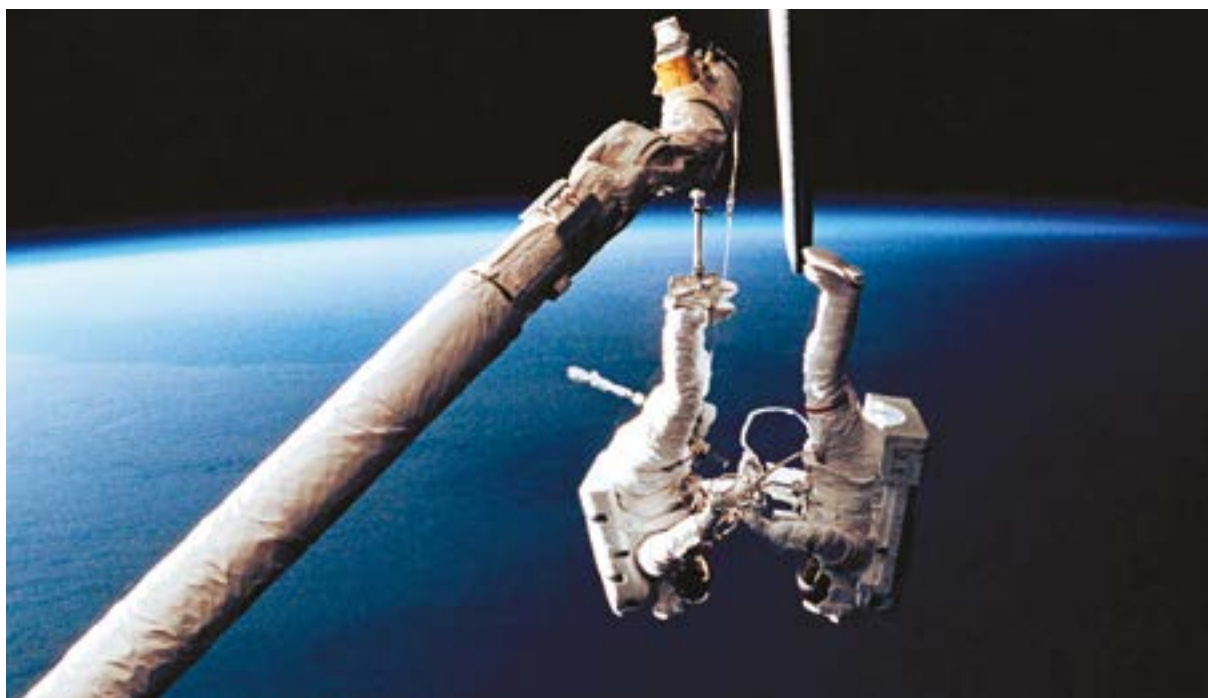
A Földet körülvevő Van Allen-sugárzási övek – egy belső, protonokban gazdag régió (kb. 1000–12 000 km magasságban) és egy külső, főként elektronokat tartalmazó övezet (megközelítőleg 13 000 és 60 000 km között) – részleges védelmet nyújtanak a felszíni élet számára a nagy energiájú galaktikus és szoláris sugárzással szemben. [18] Ezek a természetes védőmechanizmusok azonban kizárólag a Föld közvetlen környezetében érvényesülnek; egy Mars-misszió során, a bolygóközi térbe lépve ez a védelem megszűnik. Az űrbéli környezet extrém sugárzási viszonyait jól szemlélteti, hogy például a Hubble-űrtávcső környezetében az elnyelt dózis évi több száz gray is lehet. Ez ugyan nem az emberre ható biológiai dózist jelenti (amit sievertben fejezünk ki), de a gray-ben mért érték is komoly technológiai kihívást jelent az űreszközök sugárzás elleni védelme szempontjából. [19] Az Apollo-missziók során olyan repülési pályát alkalmaztak, amely a sugárzási öveket a lehető legrövidebb úton – szinte merőlegesen – szelte át, ezzel minimalizálva az asztronauták sugárterhelését. [16] A mai űreszközök, különösen a mikroelektronikai rendszerek, kifejezetten érzékenyek a nagy energiájú részecskékre. Emiatt napkitörések idején gyakran előzetesen lekapcsolják az érzékeny rendszereket, hogy megelőzzék az adatvesztést vagy a komolyabb károsodásokat. A Föld körül létezik egy viszonylag stabil, alacsony sugárzási szintű régió is – az úgynevezett „sugárzási minimumzóna” –, amely nagyjából 12 000 és 25 000 km közötti magasságban helyezkedik el, és viszonylag kedvező környezetet biztosít az érzékeny berendezések számára.

Egy Mars-utazás során azonban ez a védelmi lehetőség nem kihasználható, mivel a repülés tartósan a bolygóközi térben történik. A Napból származó nagy energiájú protonok – például egy koronakidobódás során – akár néhány órán belül elérhetik az űrhajót. Ha ezek ellen nem áll rendelkezésre megfelelő árnyékolás, a részecskeáramok olyan

6. ÁBRA. 2016-os koncepció ábra egy marsi lakómodulról (Forrás: NASA/Clouds AO/SEArch / Wikimedia)



7. ÁBRA. Mark C. Lee (jobbra) és Carl J. Meade (balra) űrhajósok az STS-64 küldetés során, 1994. szeptember 16-án. A felvételen látható a továbbfejlesztett, moduláris felépítésű űrruha, amelyre kiegészítő modulként rögzítették az ekkor elsőként tesztelt SAFER rendszert (Forrás: Shutterstock)



sugárdózist okozhatnak, amely már az életveszélyes tartományba esik az űrhajósok számára. Az Apollo-program szerencsés módon alacsony naptevékenységű időszakban zajlott, de a jövőbeni Mars-missziók indítását gondosan kell időzíteni, lehetőség szerint a napciklus minimumához igazítva, amikor a Nap aktivitása, és így a kockázat is csökken. [13]

A GAMMA-SUGÁRZÁS ÉS GALAKTIKUS EREDETŰ KOMPONENSEK

A Naprendszeren kívülről érkező gamma-sugárzás szintén jelentős kockázatot jelent az űrhajósokra nézve. Ezek a nagy energiájú fotonok rendkívül nagy áthatolóképeséggel rendelkeznek, és bár ionizáló hatásuk csekélyebb, mint a nehéz töltött részecskéké, mélyen behatolhatnak az űrhajó szerkezetébe, valamint az emberi testbe is. Mivel a gamma-sugarakat a hagyományos könnyű anyagok – például az alumínium vagy a műanyag kompozitok – csak korlátozottan képesek elnyelni, hatékony árnyékolásukhoz nagy sűrűségű vagy vastag rétegű anyagokra van szükség. Ez komoly kihívást jelent a Marsra irányuló küldetések tervezésénél, ahol a tömegoptimalizálás kulcsfontosságú. A gamma-sugárzás különösen problémás lehet a hosszú távú felszíni tartózkodás során, ahol az állandó háttérsugárzás folyamatos terhelést ró a szervezetre. Emiatt nemcsak az űrhajók, hanem a felszíni bázisok kialakításakor is kiemelt figyelmet kell fordítani az ilyen típusú sugárzás elleni védelemre. [19]

SUGÁRVÉDELEM A MARS KÖZELÉBEN

A Mars nem rendelkezik globális mágneses térrel, korábbi sűrű légköre pedig mintegy 4,2 milliárd éve elillant, így felszíne ki van téve a galaktikus és szoláris kozmikus sugárzásnak. Az InSight leszállóegység mérései – különösen a mágneses anomáliák és a felszíni tér vizsgálata – hozzájárultak az ősi magnetoszféra rekonstrukciójához. Egyes régiókban a felszínközeli kőzetek akár hússzor erősebb mágnesezettséget mutattak, mint azt korábban feltéte-

lezték, ami a korai globális mágneses tér maradványára utalhat. A napi ingadozások a napszél és az ionoszféra kölcsönhatására utalnak. A geofizikai mérések alapján a Mars magjának összetétele nem alkalmas aktív mágneses tér fenntartására, így a bolygón jelenleg nincs a Föld Van Allen-öveihez hasonló természetes sugárvédelmi övezet. Ez a sugárzás tartós egészségügyi kockázatot jelent az emberi jelenlét számára. [4] A gamma-sugárzás elsődleges forrásai az aktív galaxismagok, de a szupernóvarobbanások vagy pl. neutroncsillagok ütközésekor létrejövő „gammavillanások” rövid időre extrém módon megnövelhetik a sugárzás mértékét. Sajnos, mivel a gamma-sugárzás fénysebességgel terjed, semmilyen módszer nincs az előrejelzésére, így kiszámíthatatlan kockázatot jelent az űrutazás szempontjából.

Az Apollo-11 alumíniumborítása kb. 7 mm vastag volt, ami elméletileg egyenértékű 7 mm ólommal, mégsem nyújtott hatékony védelmet a mélyűri sugárzás ellen – különösen nem a gamma- és neutronsugárzással szemben. [16] A nagy rendszámú anyagok, mint az ólom vagy vas, bár hatékonyak, túl nehezek, ezért alternatívaként használható a víz: jó sugárelnyelő, emellett más funkciókat is ellát (pl. hűtés, ivóvíz). [19]

A védekezés elméleti lehetőségei között szerepelnek mesterséges mágneses pajzsok is, melyek a Föld magnetoszférájához hasonló módon térítenék el a töltött részecskéket – ezek fejlesztése még kísérleti szakaszban van. Emellett a SpaceX Starship koncepciójában az üzemanyagként alkalmazni kívánt folyékony metán megfelelően kialakított tartályokban való elhelyezése részleges védelmet biztosíthat, mivel a hidrogéntartalmú metán jó elnyelő a GCR és neutronfluxus esetében. [27]

A személyi védelem lehetőségei korlátozottak: a jelenleg használatos űrruhák [25] csak alacsony energiájú sugárzás ellen védenek rövid távon. Az ISS-en használt, továbbfejlesztett változatok modulárisak, SAFER (Simplified Aid

for EVA Rescue – űrbéli mentőegység) rendszerrel vannak ellátva. [11] A NASA 2022-es bejelentése szerint a Collins Aerospace új szakfanderei kiemelt figyelmet fordítanak a sugárzás- és a mechanikai védelemre, különösen marsi környezetben. [22]

A hosszú távú ott-tartózkodáshoz sugárvédett lakómodulok szükségesek. A Starship 4 mm vastag acélburkolata alapvető, de messze nem elégséges védelmet nyújt. [15] Kiegészítőként szolgálhat a Bigelow Aerospace B330 fel-fújható modulja, amely 330 m³ belső térrel és fokozott védelmi képességekkel rendelkezik – mind a sugárzás, mind a meteorbecsapódások ellen. [20] Az UV-szűrővel ellátott, többfunkciós belső térrel rendelkező B330 alkalmas kutatólaboratóriumnak és személyzeti egységnek egyaránt. A Starship és a B330 együttes alkalmazása komplex, hosszú távon fenntartható marsi környezet kialakítását teszi lehetővé.

ÖSSZEZEGÉS

Cikkünkben áttekintettük az emberes Mars-küldetés technológiai, élettani és környezeti kihívásait, különös tekintettel a sugárvédelem kérdésére. Bemutattuk a bolygó jellemzőit, az automata küldetések eredményeit és ezek korlátait, amelyek alapul szolgálnak a jövőbeli missziókhoz. Kiemelt figyelmet fordítottunk a hosszú távú utazások fizikai és pszichológiai terhelésére, valamint a kozmikus sugárzás okozta egészségügyi kockázatokra. Részleteztük az árnyékolási stratégiák főbb lehetőségeit, ideértve az anyagválasztást, az eszközök kialakítását és az indítás időzítését. A Starship és a B330 modul példáján keresztül bemutattuk, hogyan biztosítható tartósan lakható környezet a Mars felszínén. Az emberes Mars-küldetés így már nemcsak vízió, hanem elérhető cél – ha a műszaki, biológiai és környezeti kihívásokra megfelelő válaszokat találunk. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Schultz, Jim – Allen, Bob: Launching the Space Race: Making Space. NASA, 2017. <https://www.nasa.gov/langley/100/making-space> (Letöltve: 2022.07.22.)
- [2] Portee, David S. F.: History of Space Stations. Encyclopedia.com, 2020. <https://www.encyclopedia.com/science/news-wires-white-papers-and-books/space-stations-history> (Letöltve: 2022.07.25.)
- [3] Sheehan, William: The Planet Mars: A History of Observation and Discovery. University of Arizona Press, Tucson, 1996.
- [4] Williams, Dave: Mars Fact Sheet. NASA Goddard Space Flight Center, 2021. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html> (Letöltve: 2022.10.17.)
- [5] NASA: Mars Exploration Program – Mars Facts. NASA, Science Mission Directorate, Washington, D.C., 2024. <https://mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/> (Letöltve: 2025.07.22.)
- [6] Life on Mars. A biologist's journey to the Red Planet: The view from Mount Olympus https://lifeonmarsdotme.files.wordpress.com/2014/04/olympus_mons_on_mars_wallpaper-800x600.jpg?fbclid=IwAR1kmeOBBhKwC2tRRnA0VPzgxdkLiNdRkCGHGAH_GVkBgI6NRSrIS9u8Qg (Letöltve: 2022.10.17.)
- [7] Európai Űrügynökség képtár. Perseverance marsjáró. Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal, Európai Űrügynökség képe https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2020/04/perseverance_rover/21916728-1-eng-GB/Perseverance_rover_pillars.jpg (Letöltve: 2022.10.16.)
- [8] Wiens, Roger: Red Rover. Hachette Book Group, New York, 2013.
- [9] Abel, Anthony J. et al.: Photovoltaics-Driven Power Production Can Support Human Exploration on Mars. Frontiers in Astronomy and Space Sciences, 2022. (Letöltve: 2022.09.10.) <https://doi.org/10.3389/fspas.2022.868519>
- [10] Maki, J. N. et al. (2020). The Mars 2020 Engineering Cameras and Microphone on the Perseverance Rover: A Next-Generation Imaging System for Mars Exploration, Space Science Reviews. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11214-020-00765-9> (Letöltve: 2022.09.16)
- [11] Meade, Carl J.: First Flight Test Results of the Simplified Aid For EVA Rescue (SAFER) Propulsion Unit. Symposium Proceedings – Society of Experimental Test Pilots, 1995. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20120011735/downloads/20120011735.pdf> (Letöltve: 2025.07.13.)
- [12] Dingfelder, Sadie F.: Mental Preparation for Mars. American Psychological Association, 2004. <https://www.apa.org/monitor/julaug04/mental> (Letöltve: 2022.10.28.)
- [13] Townsend, Lawrence W.: Information Needed to Make Radiation Protection Recommendations for Space Missions Beyond Low-Earth Orbit. National Council on Radiation Protection and Measurements, 2006.
- [14] Polgár Andrásné: A radioaktív sugárzás hatásai. Pest Megyei Pedagógiai Intézet, Budapest, 1990.
- [15] Köteles György: Sugáregészség. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2002.
- [16] Salerian, Alen J.: Apollo Flights and the Hazards of Radiation. Neuroscience Institute, Zaimi, Paleo Faloro, Athens, Greece, 2021. <https://www.heraldopenaccess.us/openaccess/apollo-flights-and-the-hazards-of-radiation> DOI: 10.24966/PMRD-8670/100061
- [17] Pinsky, L. S. et al.: Light Flashes Observed by Astronauts on Apollo 11 through Apollo 17. Science, Vol. 183, Issue 4128, 1974, pp. 957–959.
- [18] SPace ENvironment Information System (SPENVIS): Radiation belts simulations. <https://www.spenvis.oma.be/> (Letöltve: 2022.10.18.)
- [19] Seedhouse, Erik: Space Radiation and Astronaut Safety. Springer International Publishing AG, 2018.
- [20] Roulette, Joey: NASA eyeing inflatable space lodges for moon, Mars and beyond. Reuters.com, 2019. <https://www.reuters.com/article/us-space-exploration-habitat-idUSKBN1WW1H2> (Letöltve: 2022.10.19.)
- [21] Smithsonian Institution / NASA Science: Chapter 4: Trajectories – Earth–Mars via Least Energy Orbit. NASA Science, 2008. <https://science.nasa.gov/learn/basics-of-space-flight/chapter4-1/> (Letöltve: 2025.06.18.)
- [22] Collins Aerospace: Collins Aerospace Selected to Develop NASA's Next Generation Spacesuits for the Moon and Mars. Collins Aerospace Newsroom, 2022. <https://www.collinsaerospace.com/newsroom/News/2022/06/NASA-Selects-Collins-Aerospace-for-Next-Gen-Spacesuits> (Letöltve: 2025.07.13.)
- [23] NASA's Perseverance Mars Rover Extracts First Oxygen from Red Planet. 2021.04.21. Elérhető: <https://www.nasa.gov/news-release/nasas-perseverance-mars-rover-extracts-first-oxygen-from-red-planet/> (Letöltve: 2025.11.07.)
- [24] Durante, M. – Cucinotta, F. A.: Space Radiation Protection: Destination Mars. Life Sciences in Space Research, 1 (2014), 2–9. (Letöltve: 2025.07.22.)
- [25] Swartout, Benjamin et al.: Exploration Extravehicular Mobility Unit (xEMU) Helmet and Extravehicular Visor Assembly (EVVA) Chamber B Thermal Vacuum Testing Results. 53rd International Conference on Environmental Systems, 2024.07.21–25., Louisville, Kentucky. https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20240004520/downloads/ICES_2024%20Helmet%20Final%20Strives%20Submit.pdf (Letöltve: 2025.07.22.)
- [26] NASA: Human Health and Performance Risks of Space Exploration Missions. NASA Human Research Program, 2023. <https://humanresearchroadmap.nasa.gov/evidence/reports/EvidenceBook.pdf> (Letöltve: 2025.07.22.)
- [27] Kingdon, Jack et al.: 3-months transit time to Mars for human missions using SpaceX Starship. Scientific Reports, 2025. <https://www.nature.com/articles/s41598-025-00565-7> <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00565-7>
- [28] Végvári Zsolt: Kilopower – villamos erőmű a Marson 1. rész. Haditechnika, 2019/2, 43–46. DOI: 10.23713/HT.53.2.08
- [29] Végvári Zsolt: Kilopower – villamos erőmű a Marson 2. rész. Haditechnika, 2019/3, 39–42, 2019. <https://doi.org/10.23713/HT.53.3.07>
- [30] Risk of Inadequate Food and Nutrition Causing Decrements in In-Mission Health and Performance and Long-term Health (Food and Nutrition Risk) – Revision D. NASA Human Systems Risk Board, 2025.06.09. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2025/08/food-risk-record-rev-d-web-final.pdf> (Letöltve: 2025.11.07.)
- [31] G. A. Nelson: The Space Radiation Environment. TRISH Red Risk School Seminar Series, 2020.04.30. <https://www.bcm.edu/sites/default/files/2020-05/red-risk-talk-g-nelson-042920.pdf> (Letöltve: 2025.11.07.)

1. ÁBRA. Az első Magirus Dragon X6 2025-ben érkezett a pápai MH 47. Bázisrepülőtérre
(Fotó: honvedelem.hu / MH 47. bázis reptér / Dr. Luka Dániel)



TÓTH SÁNDOR*

A KATONAI REPÜLŐTEREK TŰZOLTÓ- GÉPJÁRMŰ-ÁLLOMÁNYÁNAK MEGÚJÍTÁSA

Összefoglalás: A tanulmány a Magyar Honvédség repülőterein alkalmazott tűzoltó gépjárművek fejlesztését mutatja be a Magirus Dragon X6 TEP ARFF típusú gépjárműfecskenők rendszerbe állítása kapcsán. Foglalkozik a katonai repülőtereken alkalmazott tűzvédelmi előírásokkal, valamint az új típus képességeivel és előnyeivel a korábbi járművekhez képest.

Kulcsszavak: katonai tűzoltás, repülőtéri biztonság, Magirus Dragon X6, ICAO, NATO STANAG 3712

Abstract: The study presents the development of firefighting vehicles used at the airbases of the Hungarian Defence Forces, in the context of the procurement of the Magirus Dragon X6 TEP ARFF fire engines. It outlines the fire protection regulations applicable to military airfields, and compares the capabilities and advantages of the new model with previously operated assets.

Keywords: military firefighting, airport security, Magirus Dragon X6, ICAO, NATO STANAG 3712

BEVEZETÉS

A katonai repülőterek tűzvédelme a repülésbiztonság egyik legfontosabb pillére. A Magyar Honvédség repülőterein működő tűzoltó alegységek feladata, hogy a repülőeszközök, a fegyverzet, valamint a nagy mennyiségben tárolt üzemanyag biztonságát garantálják, és ha szükséges, baleset vagy tüzeset esetén azonnal beavatkozzanak.

A 2000-es években fokozatosan leváltásra kerültek a korábbi Tatra T-148, ZIL és Rába alvázra épülő repülőtéri tűzoltó járművek, és az alegységek alapvető eszköze az új

évezred elején rendszeresített Repülőtéri Nehéz Tűzoltó Gépjármű (továbbiakban: RNTG) lett, amely a katonai követelményeknek megfelelően nagy mennyiségű oltóanyagot (víz, hab) képes kijuttatni rövid idő alatt. A járművek terepen és a futópályán egyaránt bevetethetők, valamint megfelelnek a NATO 2–3 perces beavatkozási időre vonatkozó előírásainak.

Az RNTG önjáró MAN 27. 464 DFAC típusú háromtengelyes összerékhajtású járműalvázból és az azon elhelyezett Schmitz FLF 50/40/5 típusú, könnyűfém karosszéria-elemekből épített tűzoltó szakfelépítményből áll, beépített víz- és habképzőanyag-tartállyal, normál- és magasnyomású vízszivattyúval, habbekeverővel, tető- és orrágyúval, normál- és magasnyomású gyorsbeavatkozókval, szabványos szívó- és nyomóoldali be-, illetve kimenetekkel, sűrített levegős habbal oltó rendszerrel (ONE-SEVEN [1]), valamint saját járműönvédelmi rendszerrel van felszerelve.

A NATO Stratégiai Légiszállítási Képesség (Strategic Air-lift Capability, röviden: SAC) fejlesztési program részeként – a repülőtér és az ott települt szállítóflotta tűzvédelmének biztosítása érdekében – a HM CURRUS Zrt. és a Rosenbauer International AG együttműködésében 2009-ben 2 db Rosenbauer Panther 6×6 CA-05 állt szolgálatba az MH 47. Bázisrepülőtérre, Pápa. A rendszeresített jármű meg-

* Alezredes,
MH Logisztikai
Támogató
Parancsnokság
(HDF Logistic Support
Command). ORCID:
0009-0005-5701-3026

nevezése Nagyteljesítményű Repülőtéri Tűzoltó Gépjármű (továbbiakban: NRTG). [2]

Az NRTG az önjáró RBI 36.705 6×6 CA-05 típusú háromtengelyes összerékhajtású járműalvázból és az azon elhelyezett FLF 12500/1500/250 típusú tűzoltó szakfelépítményből áll. Beépített fűthető víz- és habképzőanyag-tartállyal, portartállyal, normálynomású vízszivattyúval, habkeverővel, tetőágyúval (víz/hab), orrágyúkkal (víz/hab, por), normálynomású gyorsbeavatkozókkal (víz/hab, por), szabványos szívó- és nyomóoldali be- illetve kimenetekkel, valamint saját járműönvédelmi rendszerrel van felszerelve.

2013-ban a repülőterek tűzvédelmét biztosító eszközpark kiegészült három darab, Rosenbauer ARFF 3.500/500/250 alapjárműre épített Repülőtéri Gyorsbeavatkozó Tűzoltó Gépjárművel (továbbiakban: RGYTG).

A Krím orosz annexióját követő 2014-es walesi csúcson elfogadott NATO Readiness Action Plan (NATO Készenléti Akcióterv) keretében jelentős hangsúly helyeződött a gyorsreakálási képesség növelésére és a katonai erők gyors mozgósíthatóságára, amely infrastrukturális fejlesztéseket követelt meg a szövetséges országok katonai létesítményeiben. Az ezt követő 2016-os varsói csúcstalálkozón megfogalmazott szándéknyilatkozat alapján a NATO keleti tagországainak területén – így Magyarországon is – az úgynevezett „Enhanced Forward Presence” (megerősített előretolt jelenlét) program keretében fokozódó katonai jelenlét pedig már dedikáltan is magában foglalta a légibázisok és repülőterek fejlesztésének követelményét annak érdekében, hogy ezek alkalmasak legyenek kiszolgálni a megnövekedett kapacitásigényeket. A fejlesztések a katonai repülőterek infrastrukturájának bővítésén túl kiterjednek a tűzoltási, mentési, üzemanyag-biztosítási és egyéb támogató kapacitások fejlesztésére is.

2020-ra az első RNTG-k már közel két évtizede, az NRTG-k pedig tíz éve álltak szolgálatban. Ez már önmagában is indokolta a gépjárműpark megújítására irányuló lépéseket (tekintettel arra, hogy a húszéves járművek alkatrész-utánpótlása egyre nehezebb), a varsói csúcsot követő döntések azonban végképp elengedhetlenné tették nemcsak a járművek cseréjét, hanem a repülőterek tűzvédelmi képességének növelését is.

A járműflotta modernizálása céljából kiírt közbeszerzési eljárás eredményeként 6 db Magirus Dragon X6 TEP ARFF-et szereztek be. Jelen összefoglaló célja az új eszközök alapvető tulajdonságainak bemutatása és azok összehasonlító elemzése a meglévő eszközökkel.

TÜZVÉDELMI ELŐÍRÁSOK A KATONAI REPÜLŐTEREKEN

A Magyar Honvédség repülőeszközei feladataikat elsősorban katonai repülőterekről, másodsorban ideiglenes leszállóhelyekről hajtják végre. A magyar katonai repülőterek tűzvédelme a szövetségi szabványokhoz (NATO STANAG) és az azok alapjául szolgáló polgári célú légiforgalmi előírásokat szabályozó Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (International Civil Aviation Organization, a továbbiakban: ICAO) által meghatározott nemzetközi repülőtéri tűzvédelmi előírásokhoz igazodik.

A katonai repülőterek a polgári célú légikikötőktől némileg eltérően olyan (katonai) létesítmények, ahol a légi járművek

1. TÁBLÁZAT. Repülőterek ICAO szerinti kategóriái méret és forgalom alapján* [5]

Repülőtér kategóriája	Repülőgép hosszúsága (Az alsó értéktől a felső értékig, de azt már nem beleértve)	Géptörzs legnagyobb szélessége	Kizárólag teherszállító repülőgépek számára fenntartott repülőterekre vonatkozó kategória	Magyar repülőterek
1.	0–9 m	2 m	1.	
2.	9–12 m	2 m	2.	Nyíregyháza [6]
3.	12–18 m	3 m	3.	
4.	18–24 m	4 m	4.	Sármellék [7]
5.	24–28 m	4 m	5.	Szolnok [8]
6.	28–39 m	5 m	5.	
7.	39–49 m	5 m	6.	Kecskemét [9] Debrecen [10]
8.	49–61 m	7 m	6.	Pápa [11]
9.	61–76 m	7 m	7.	Budapest, Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtér [12]
10.	76–90 m	8 m	7.	

* Szürke háttér jelöli az MH repülőtereire vonatkozó sorokat.

le- és felszállását, földi mozgását, technikai kiszolgálását, a szakszemélyzet kiképzését, tevékenységét, szakmai feladatainak ellátását, az utasok (szállított anyag) kiszolgálását, ellátását biztosítják, ugyanakkor jelentős mennyiségű, fokozottan tűz- és robbanásveszélyes anyagot is tárolnak, így az ebből adódó katonai sajátosságokra tekintettel a tűzvédelmet NATO-szabványok (STANAG-ek) [3] [4] szabályozzák.

A STANAG 3712 és az ICAO (ICAO Annex 14 – Aerodromes) a repülőtereket az 1. táblázat szerint kategorizálja.

Az ICAO a 2. táblázat szerint meghatározza az adott kategóriához szükséges oltóanyag mennyiségét is, azaz mennyi víz, habképző anyag és por álljon azonnal bevethető állapotban rendelkezésre, illetve ajánlást fogalmaz meg a szolgálatban tartandó járművek számára vonatkozóan.

A reakálási idő különösen fontos a gyorsan terjedő kerozintűzek miatt. Az ICAO-előírás szerint a tűzoltó egységnek 2 percn belül, de legfeljebb 3 perc alatt el kell érnie a repülőtér bármely pontját, ahol repülőgép-baleset történhet.

2. ÁBRA. A Magirus MPN 700 tűzoltószivattyú 9000 liter/perc teljesítményre képes 10 bar nyomáson (Fotó: dr. Kerekesné Benedek Mária alezredes)



2. Táblázat. ICAO-kategóriák szerinti, oltóanyagra és tűzoltó járművek minimális mennyiségére vonatkozó előírások* [13][14]

Repülőtéri kategória	„A” szintű teljesítményű habra vonatkozó követelmények		„B” szintű teljesítményű habra vonatkozó követelmények		„C” szintű teljesítményű habra vonatkozó követelmények		Kiegészítő oltóanyag		Tűzoltó gépjárművek minimálisan előírt mennyisége [db]
	Víz [l]	Oltóanyag-kibocsátás [l/min]	Víz [l]	Oltóanyag-kibocsátás [l/min]	Víz [l]	Oltóanyag-kibocsátás [l/min]	Oltópor [kg]	Oltóanyag-kibocsátás [kg/s]	
1.	350	380	230	230	160	160	45	2,25	1
2.	1 000	800	670	550	460	360	90	2,25	1
3.	1 800	1 300	1 200	900	820	630	135	2,25	1
4.	3 600	2 600	2 400	1 800	1 700	1 100	135	2,25	1
5.	8 100	4 500	5 400	3 000	3 900	2 200	180	2,25	1
6.	11 800	6 000	7 900	4 000	5 800	2 900	225	2,25	2
7.	18 200	7 900	12 100	5 300	8 800	3 800	225	2,25	2
8.	27 300	10 800	18 200	7 200	12 800	5 100	450	4,5	3
9.	36 400	13 500	24 300	9 000	17 100	6 300	450	4,5	3
10.	48 200	16 600	32 300	11 200	22 800	7 900	450	4,5	3

* Szürke háttérrel kiemelve az MH repülőtereire vonatkozó követelmények, az ICAO-előírás alapján.

A reagálási időkre vonatkozó előírások betartása egy nagy kiterjedésű repülőtéren értelemszerűen növeli az egy időben – ha kell különböző pontokon – készenlétben tartandó tűzoltó járművek szükséges mennyiségét. Az előírások szerint minimum két vagy három nagy teljesítményű tűzoltó járműnek kell a repülőtereken készenlétben lenni, amelyeknek egyszerre kell tudniuk vizet, habot és port ki-juttatni, továbbá rendelkezniük kell hőkamerával, magasnyomású oltórendszerrel és mentőeszközökkel. [15]

A 3. táblázatban látható, hogy a NATO követelményei ezt még szigorúbban szabályozzák – katonai sajátosságokkal egészítik ki –, például robbanóanyag-tárolók, fegyverzetet hordozó repülőgépek esetére, ami egyrészt magasabb minimumot határoz meg a készenléti tűzoltó járművek számára vonatkozóan, másrészt teljesítmény he-

lyett összetétel szerint AFFF (Aqueous Film Forming Foam – vizes filmképző hab), FFFP (Film Forming Fluoroprotein – filmképző fluoroprotein – fehérjealapú hab), flourprote-in és protein alapú habokra fogalmazza meg az előírásait. A Magyar Honvédség jelenleg „B” és „C” oltásteljesítményű AFFF-habokat használ.

Annak érdekében, hogy a repülőtéri környezet speciális követelményei mellett egy repülőtéri tűzoltó jármű hatékonyan, gyorsan és biztonságosan tudja ellátni mentési és tűzoltási feladatait, azok beszerzésekor – a katonai repülőterek esetlegesen megnövekedő forgalma és kapacitása, illetve esetlegesen új típusú repülőgépek megjelenése mellett – az alábbi fő szempontokat kell figyelembe venni:

- oltóanyagok típusa és mennyisége;
- vízágyúk teljesítménye (kiáramlási sebesség, hatótávolság és a sugár típusa);
- kiegészítő oltórendszerek teljesítménye;
- mozgékonyág (gyorsulás, sebesség és manőverezőképesség);
- jármű stabilitása;
- szivattyú- és habbekeverő rendszer kapacitása (különböző oltóanyagokra);
- ergonómia és biztonság;
- kommunikációs és navigációs berendezések a hatékony koordináció és helymeghatározás érdekében;
- tervezett alkalmazás éghajlati és környezeti viszonyai;
- karbantarthatóság;
- más mentési és tűzoltó eszközökkel való kompatibilitás és együttműködési képesség.

A 2023-ban lefolytatott közbeszerzési eljárás nyerteseként 2026. év elejéig a Horoszcóop Kft. hat darab Magirus Dragon X6 tűzoltó gépjárműfecskendőt szállított le és adott át a Magyar Honvédség repülőtereire részére.



3. ÁBRA.
Kabin Kontrol Panel
(Fotó: dr. Kerekesné
Benedek Mária
alezredes)

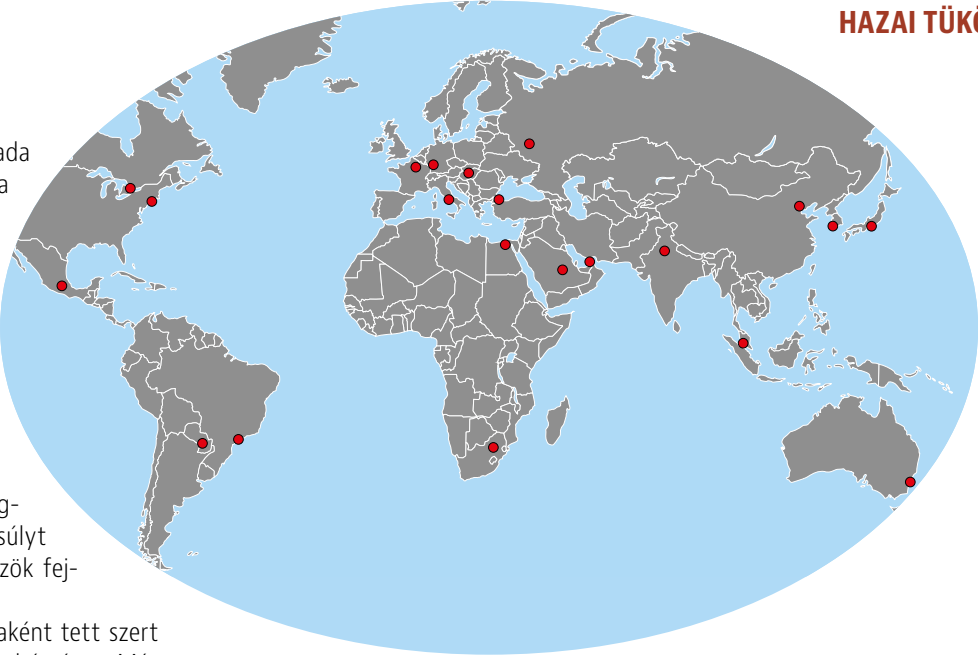
TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A Magirus neve több mint másfél évszázada fonódik szorosan össze a tűzoltótechnika fejlődésével. A céget 1864-ben alapította Ulmban Conrad Dietrich Magirus, aki maga is hivatásos tűzoltóparancsnok volt. A német vállalat nevéhez fűződik többek között a gépezetes tolólétra megalkotása, amely forradalmi újítást jelentett a városi tűzoltásban. A 20. század során a Magirus fokozatosan a világ egyik meghatározó tűzoltógépjármű-gyártójává vált, és a második világháborút követően különösen nagy hangsúlyt fektetett a speciális mentő- és oltóeszközök fejlesztésére. [16]

A vállalat később az Iveco csoport tagjaként tett szert globális jelenlétre és stabil technológiai háttérre. Mára a repülőtéri tűzoltó és mentőjárművek piacának egyik legmeghatározóbb szereplőjévé vált, olyan modellekkel, amelyek egyaránt megfelelnek az ICAO és az NFPA (National Fire Protection Association – Nemzeti Tűzvédelmi Szövetség, az Amerikai Egyesült Államokban irányadó szabályozó szervezet) előírásainak.

A REPÜLŐTÉRI TŰZOLTÓ ÉS MENTŐ JÁRMŰVEK SZEREPE

A repülőtéri tűzoltó- és mentőszolgálatok működésére vonatkozó – korábban leírt – szabályozókban rögzített előírások alapján a repülőtéri tűzoltó járművek a világ legnagyobb teljesítményű és leggyorsabb szárazföldi tűzoltó eszközei közé tartoznak. Gyakori az akár 736 kW-ot (1000 LE) meghaladó motorteljesítmény, amely szükséges a 30–40 tonna össztömeg mellett is a 0–80 km/h gyorsulás 25–30 másodperc alatt való teljesítéséhez.



A katonai repülőterek különösen nagy kihívások elé állítják ezeket a járműveket. A harci repülőgépek jelentős üzemanyag-kapacitása és a fedélzeti fegyverzet miatt egy baleset során nagy hőterhelésű és robbanásveszélyes környezet alakulhat ki. Ezért a katonai alkalmazásban a repülőtéri tűzoltó és mentőjárművektől elvárják:

- az extrém gyors reagálást;
- a nagy oltóanyag-mennyiség (víz, hab, por) szállítását;
- a többféle oltótechnológia (vízágyú, HRET: High Reach Extendable Turret – karos, kinyújtható „oltótorony”, porral oltó rendszer) bevetethetőségét;
- a terepjáró képességet, amely a baleseti helyszínnek megközelítését biztosítja.

E követelmények teljesítése indokolja, hogy a világ vezető gyártói – köztük a Magirus és a Rosenbauer – külön erre a célra fejlesztett, csúcsteljesítményű típusokat kínálnak, mint a Dragon X6 TEP ARFF vagy a Panther 6×6 CA-5.

4. ÁBRA. A Magirus Dragon X6 ARFF világszerte: a térkép a típust megvásárló országokat szemlélteti [17]

3. TÁBLÁZAT. A NATO STANAG 3712 előírásai az ICAO szerinti repülőtéri kategóriákra vonatkozó oltóanyagokra és a tűzoltó járművek minimális mennyiségére

Repülőtér kategóriája	AFFF- vagy legalább 5,5 L/min/m² kijuttatási intenzitású FFFP- habok		Fluoroprotein vagy FFFP- habok		Protein hab		Oltópor [kg]		Tűzoltó gépjárművek minimálisan előírt mennyisége [db]
	Víz [l]	Oltóanyag-kibocsátás [l/min]	Víz [l]	Oltóanyag-kibocsátás [l/min]	Víz [l]	Kibocsátás [l/min]	Mennyiség [kg]	Kibocsátás [kg/s]	
1.	446,63	225	616,96	290	685,09	322	45	2,25	1
2.	738,08	500	1022	680	1135,5	738	90	2,25	1
3.	2 536	800	3 073,4	1165	3 289,2	1 268	135	2,25	1
4.	5 053	1500	6 124,1	2 000	6 551,8	2 176	135	2,25	1
5.	10 454	3 000	12 657	4 300	13 531	4 656	205	2,25	2
6.	14 171	4 000	17 805	5 600	19 254	6 132	205	2,25	2
7.	18 459	5 500	23 740	7 450	25 852	8 038	205	2,25	3
8.	29 440	7 000	37 123	9 850	40 197	10 768	410	4,5	3
9.	36 222	9 000	46 514	12 500	50 632	13 172	410	4,5	4
10.	4 4527	11 700	58 009	15 500	63 406	17 411	410	4,5	4

* Szürke háttérrel kiemelve az MH repülőtereire vonatkozó követelmények, az ICAO-előírás alapján.



5. ÁBRA. Magirus Dragon X6 ARFF HRET [20]

A MAGIRUS DRAGON X6 TEP ARFF BEMUTATÁSA [18][19]

A Magirus Dragon X6 TEP ARFF a repülőtéri tűzoltó és mentőjárművek egyik legmodernebb képviselője, amelyet kifejezetten az ICAO és az NFPA szabványainak megfelelően fejlesztettek ki. A típus kialakításában a gyors reagálás, a nagy oltóanyag-kapacitás és a magas fokú kezelhetőség kapott kiemelt szerepet.

ALVÁZ ÉS HAJTÁSLÁNC

A Dragon X6 egyedi IM40X6 alvárra épül, 6×6 hajtásképlettel, amely kiváló terepjáró képességet biztosít. A járművet két darab Euro 5 Iveco-FPT Cursor 13 dízelmotor hajtja, a rendszer összteljesítménye 824 kW (1120 LE). Az erőátvitelt két darab Allison 4500 automata sebességváltó biztosítja. Ez a teljesítmény lehetővé teszi, hogy a közel 40 tonnás össztömegű jármű 80 km/h sebességre 20 s alatt gyorsuljon fel, maximális sebessége pedig elérje a 115 km/h-t (retarderrel szerelt változatban akár 135 km/h-t).

FUTÓMŰ, FÉK ÉS FELFÜGGESZTÉS

A jármű Kessler speciális tengelyekkel van felszerelve, kormányzott első tengellyel. Minden keréken tárcsafék található, ABS és EBS rendszerrel, valamint beépített (ITB= Iveco Turbo Brake) motorfékkel. A felfüggesztés független, tekercsrugós, ami hozzájárul a nagy sebességű terepjárás stabilitásához.

KABIN ÉS ERGONÓMIA

A Dragon panoráma-alumíniumkabinja négy fő számára biztosít helyet (1+3 ülés), integrált légzőkészülék-tárolókkal. A kabin légkondicionált, és kifejezetten a jó kilátás biztosítására tervezték. A kezelőfelületek a 3. ábrán látható központi Kabin Kontrol Panelen érhetők el, kiegészítve egy oldalsó szivattyú-vezérlőpanellel. A teljes jármű egyetlen kezelő által is teljes kapacitással üzemeltethető.

OLTÓANYAGTARTÁLYOK

- **vízartály:** 12 000 liter névleges, 11 400 liter hasznos kapacitású, korrózióálló GRP anyagból (Glass Reinforced Plastic – üvegszál erősítésű műanyag);
- **habtartály:** 1500 liter, szintén GRP anyagból;
- a tartályok belső hullámtörőkkel ellátottak, amelyek stabilizálják a folyadék mozgását nagy sebességű manőverek során.

SZIVATTYÚ- ÉS OLTÓRENDSZER

A jármű szíve a Magirus MPN 700 tűzoltószivattyú, amely 9000 liter/perc teljesítményre képes 10 bar nyomáson. A rendszer támogatja a Pump & Roll üzemmódot, amely lehetővé teszi, hogy a jármű menet közben is működtetni tudja a tűzoltószivattyút és a monitorokat, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy a jármű haladás közben is képes vizet vagy habot kijuttatni, például amikor repülőgép-tűzesethez közelít, és folyamatos védőhab-szőnyeget kell lefektetnie az útvonalra. (A Pump & Roll üzemmód használat közben a 8. ábrán látható.) A habtartályból történő adagolást a MAFP-M 600 elektronikus-mechanikus habkeverő biztosítja, 1–3–6%-os beállítható arányokkal.

HRET – HIGH REACH EXTENDABLE TURRET

A Dragon X6 egyik legfontosabb újdonsága az 5. ábrán látható Translink 16M – JR600 HRET rendszer, amely egy nagy hatótávolságú teleszkópos kar, amivel a Magyar Honvédségnek leszállított hat eszköz közül kettő rendelkezik.

Jellemzői

- fúvóka 1000 l/perc vízkibocsátással;
- 80 méteres víz/hab hatótávolság, 6000 l/perc kibocsátás összehajtott állapotban, 3800 l/perc kinyújtva;
- a kar végén víz-hab-por monitor, hőkamera, színes kamera és reflektor kapott helyet;
- a rendszer teljes egészében joystickkal vezérelhető a kabinból, ami lehetővé teszi a precíz és biztonságos tűzoltást akár zárt repülőgéptörzsekbe történő behatolásakor is.

Kiegészítő oltórendszerek

- orrágyú (Alco APF2): 2000 l/perc kapacitás víz/hab, valamint 2 kg/s por kibocsátására;
- porral oltó rendszer (DP 250): 250 kg kapacitású tartály, 30 méteres tömlővel, 2,5 kg/s kibocsátással;
- UHPS (Ultra High Pressure System – ultra-magasnyomású tűzoltó rendszer): 42 l/perc 100 bar nyomáson, 60 méteres gyorsbeavatkozó tömlőn keresztül;
- alul elhelyezett fúvókák: önvédelmi funkcióként a jármű alvázat is képesek víz- és/vagy habsugárral védeni.

A Magirus Dragon X6 TEP ARFF rendkívüli teljesítményt és sokoldalúságot képvisel. Képes megfelelni a repülőtéri tűzoltással szemben támasztott legmagasabb elvárásoknak, miközben modern ergonómiai és biztonsági megoldásai a kezelőszemélyzet számára is kiemelkedő munkakörnyezetet biztosítanak.

A vezetőfülke védelmét a jármű egy különálló pneumatikus szivattyúval biztosítja, ami a kabin körül elhelyezett fúvókákon keresztül vizet porlaszt, így mérsékeli a hőterhelést, és óvja a fülkét a hőhatástól. A rendszer előnye, hogy akkor is működőképes marad, amikor a tartály hasznos térfogata már kiürült, ilyen esetben is képes a tartályban még visszamaradó mintegy 600 liter vizet felhasználni a kabinvédelem fenntartására. A HRET-rendszer jelenléte különösen jelentős előrelépést jelent a hagyományos megoldásokhoz képest, hiszen lehetővé teszi a precíz oltást nehezen hozzáférhető pontokon is.

A HONVÉDSÉG KÖTELEKÉBEN RENDSZERESÍTETT TÍPUSOK

A Magyar Honvédség és a hazai katonai repülőterek tűzvédelmét több, különböző kategóriába tartozó speciális jármű biztosítja. Ezek közé tartoznak a gyorsbeavatkozással alkalmas könnyebb járművek, valamint a nagy oltóanyag-kapacitású nehéz repülőtéri tűzoltó gépjárművek.

RGYTG – REPÜLŐTÉRI GYORSBEAVATKOZÓ TŰZOLTÓ GÉPJÁRMŰ [21]

Az RGYTG a kezdeti tüzek megfékezésére és a repülőtéri események elsődleges kezelésére szolgál.

- **Rendeltetése:** repülőgépek, helikopterek kezdődő tüzeinek oltása por- és habfogóval együttes, illetve csak habfogó alkalmazásával; a kezdeti tüzek továbbterjedésének megakadályozása érdekében elsődleges beavatkozó tevékenység megkezdése; harci és szállító járművek, valamint egyéb technikai eszközök, éghető folyadékok, feszültség alatt lévő elektromos berendezések tüzeinek oltása porral saját tartályról; éghető folyadékok, technikai eszközök, üzemanyagok tüzeinek oltása habbal saját tartályról; a katonai repülőterek területén (objektumaiban vagy annak közvetlen közelében) keletkezett tüzek oltása; műszaki mentési feladatok ellátása.
 - **Oltóanyag:** legalább 3500 l-es víz- és 500 l-es habtartály, valamint 250 kg-os porral oltó rendszer.
 - **Felszerelés:** tető- és orrágyú, magasnyomású gyorsbeavatkozó rendszer, önvédelmi fúvókák, műszaki mentőfelszerelés (STANAG 7132 szerint).
 - **Kialakítás:** 4×4 hajtás, terepjáró képesség, fülke minimum 1+2 fő számára, integrált légzőkészülék-tárolással.
- Az RGYTG előnye a mobilitás és a gyorsreagálási képesség, hátránya viszont a korlátozott oltóanyag-kapacitás a nehezebb típusokhoz képest.

4. TÁBLÁZAT. Az RGYTG főbb műszaki adatai

Műszaki adatok	Értékek
Teljes hosszúság [mm]	8 310
Teljes szélesség [mm]	2 550
Teljes magasság (málházat nélkül) [mm]	3 875
Megengedett össztömeg [kg]	19 000
Legnagyobb sebesség [km/h]	105
Gyorsulás 0-ról 80 km/h-ra [s]	25

RNTG – REPÜLŐTÉRI NEHÉZ TŰZOLTÓ GÉPJÁRMŰ [22][23]

A katonai repülőtereken szolgálatot teljesítő tűzoltó alegységek jelenlegi alapvető, nagy teljesítményű oltóeszköze az RNTG, ami már nagyobb kapacitású, kifejezetten a közepes és súlyos tüzesetek felszámolására tervezett jármű.

- **Rendeltetése:** repülőesemények következtében keletkező tüzek oltása (a repülőtéri gyorsbeavatkozó tűzoltó járművek támogatásaként); éghető folyadékok, technikai eszközök üzemanyagtüzeinek oltása habbal saját tartályról; az objektum területén (vagy annak közvetlen közelében) keletkezett tüzek oltása; épületek, tárolók, szilárd anyagok tüzeinek oltása során támogatás biztosítása.

5. TÁBLÁZAT. Az RNTG főbb műszaki adatai

Műszaki adatok	Értékek
Teljes hosszúság [mm]	9 100
Teljes szélesség [mm]	2 500
Teljes magasság (málházat nélkül) [mm]	3 800
Megengedett össztömeg [kg]	26 000
Legnagyobb sebesség [km/h]	125
Gyorsulás 0-ról 80 km/h-ra [s]	45

- **Főbb műszaki adatai:** oltóanyag: 5000 liter víz; 500 liter hab;
- **Felszerelés:** tető- és orrágyú, normálynomású gyorsbeavatkozó rendszer, nagynyomású gyorsbeavatkozó rendszer, önvédelmi rendszer, műszaki mentőfelszerelés (STANAG 7132 szerint);
- **Kialakítás:** 6×6 hajtás, terepjáró képesség, fülke 1+3 fő számára.

RNTG – ROSENBAUER PANTHER 6×6 CA-5 [24][25]

A katonai repülőtereken szolgálatot teljesítő tűzoltó alegységek nagy teljesítményű oltóeszköze, a Magyar Honvédségben rendszeresített Rosenbauer Panther 6×6 CA-5 változat a világ legismertebb repülőtéri tűzoltó járművei közé tartozik.

- **Rendeltetése:** repülőesemények következtében keletkező tüzek oltása por- és/vagy habfogóval alkalmazásával, élet- és vagyonmentés biztosítása; éghető folyadékok, technikai eszközök üzemanyag tüzeinek oltása habbal saját tartályról; az objektum területén (vagy annak közvetlen közelében) keletkezett tüzek oltása; épületek, tárolók, szilárd anyagok tüzeinek oltása során támogatás biztosítása.

Főbb paraméterei:

- oltóanyag: 12 500 liter víz; 1500 liter hab, 225 kg oltópor;
- felszerelés: tető- és orrágyú, normálynomású gyorsbeavatkozó rendszer, önvédelmi rendszer, műszaki mentőfelszerelés (STANAG 7132 szerint);
- kialakítás: 6×6 hajtás, fülke 1+3 fő számára;
- motor: Caterpillar C18, 518 kW (703 LE);
- gyorsulás: 0–80 km/h < 32 s, végsebesség 115 km/h;
- szivattyú: Rosenbauer R600, 6200 l/perc 11 bar nyomáson;
- tetőágyú: 4750 l/perc 10 bar nyomáson, hatótávolság kb. 85 m;
- orrágyú: 1500 l/perc 10 bar-nál, vetőtávolság kb. 60 m;
- porral oltó rendszer: 225 kg, 2,5 kg/s kibocsátás, gyorsbeavatkozó tömlővel;
- fülke: 1+3 fő, ergonomikus kialakítás;
- speciális képességek: önvédelmi fúvókák.

6. TÁBLÁZAT. Az RNTG főbb műszaki adatai

Műszaki adatok	Értékek
Teljes hosszúság [mm]	11 770
Teljes szélesség [mm]	3 410
Teljes magasság (málházat nélkül) [mm]	3 650
Megengedett össztömeg [kg]	36 000
Legnagyobb sebesség [km/h]	115
Gyorsulás 0-ról 80 km/h-ra [s]	32



6. ÁBRA. Panther NRTG repülőtéri tűzoltó gépjármű a 2018-as pápai tűzoltóbajnokságon
(Fotó: HM Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Snoj Péter)

A Rosenbauer Panther előnye a megbízható konstrukció és a széles nemzetközi elterjedtség, hátránya viszont a magas beszerzési és üzemeltetési költség.

A Magyar Honvédség repülőterein megtalálhatók a gyorsreagálásra alkalmas RGYTG járművek, a nagy kapacitású RNTG-típusok, valamint a nemzetközileg is elismert Rosenbauer Panther NRTG-k. Ezek adják azt a védelmi hátteret, amelyhez képest a Magirus Dragon X6 TEP ARFF képességei értelmezhetők és mérhetők.

ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉS: A MAGIRUS DRAGON X6 TEP ARFF ÉS A KORÁBBI TÍPUSOK

A repülőtéri tűzoltó és mentőjárművek összevetésekor több fő szempont kerül előtérbe: teljesítmény, oltóanyag-kapacitás, speciális oltóberendezések, terepjáró képesség és kezelhetőség. Az egyes típusok részletes adatai a 7. táblázatban láthatóak.

1. Teljesítmény és mobilitás

- **Dragon X6:** két Iveco-FPT Cursor 13 motor, összteljesítmény 824 kW (1120 LE), gyorsulás 0–80 km/h ≤ 20 s, végsebesség 115–135 km/h;
- **NRTG:** CAT C18 motor, 519 kW (705 LE) gyorsulás 0–80 km/h < 32 s, végsebesség 115 km/h;
- **RNTG:** 440–515 kW (600–700 LE) körüli teljesítmény, 0–80 km/h ≤ 45 s, végsebesség 125 km/h;
- **RGYTG:** végsebesség ≥ 105 km/h, gyorsulás ≤ 25 s, össztömeg ≤ 18 t.

Értékelés: a Dragon X6 kiemelkedik a mezőnyből motorikus teljesítményben és gyorsulásban, ami különösen fontos az ICAO által előírt 2 perces reagálási idő teljesítéséhez.

2. Oltóanyag-kapacitás

- **Dragon X6:** 12 000 liter víz, 1500 liter hab, 250 kg por;
- **Rosenbauer Panther:** 12 500 liter víz, 1500 liter hab, 225 kg por;
- **RNTG:** 5 000 liter víz, 1500 liter hab;
- **RGYTG:** 3500 liter víz, 500 liter hab, 250 kg oltópor.

Értékelés: a Dragon X6 és a Rosenbauer Panther hasonló kapacitással rendelkeznek, míg az RGYTG gyorsbeavatkozó szerepet tölt be.



7. ÁBRA. A tetőágyú működés közben
(Fotó: dr. Kerekesné Benedek Mária alezredes)

7. TÁBLÁZAT. Katonai repülőtereken szolgáló tűzoltó gépjárműfecskeendők alapvető paramétereinek összevetése

Műszaki adatok	Dragon X6 TEP ARFF	Rosenbauer Panther 6 × 6	RNTG	RGYTG
Hosszúság [mm]	11 500	11 770	9 100	8 310
Szélesség [mm]	3 000	3 410	2 500	2 550
Magasság (hab-/vízágyúval) [mm]	3 990	3 650	3 800	3 875
Össztömeg (névleges) [kg]	38 500	36 000	26 000	19 000
Teljesítmény [kW] / [LE]	825 / 1120	517 / 703	~478 / ~650	~295–330 / ~400–450
Gyorsulás (0–80 km/h) [s]	≤ 20	< 32	≤ 45	≤ 25
Végsebesség [km/h]	115–135	115	125	≥ 105
Víztartály [l]	12 000	12 500	5000	3 500
Habtartály [l]	1 500	1 500	500	500
Porral oltó kapacitás [kg]	250	225	–	250
Szivattyúteljesítmény [l/perc]	9 000	6 200	6 000–9 000	3 800
Speciális rendszer	orrágyú, tetőágyú/HRET, önvédelmi fúvókák, UHPS	tető- és orrágyú, önvédelmi fúvókák, nagynyomású gyorsbeavatkozó, orr-porágyú	tető- és orrágyú, önvédelmi rendszer, normál- és nagynyomású gyorsbeavatkozó rendszer	tető- és orrágyú, önvédelmi fúvókák, nagynyomású gyorsbeavatkozó, orr-porágyú
Hajtás	6 × 6	6 × 6	6 × 6	4 × 4

3. Szivattyúrendszer és oltóberendezések

- **Dragon X6:** Magirus MPN 700 szivattyú, 9000 l/perc 10 bar-on, HRET-rendszer 80 m hatótávolsággal, Pump & Roll üzemmód;
- **NRTG:** Rosenbauer R600 szivattyú, 6200 l/perc 11 bar-on, tető- és orrágyú;
- **RNTG:** 6000–9000 l/perc szivattyú, tető- és orrágyú, önvédelmi fúvókák;
- **RGYTG:** tető- és orrágyú, nagynyomású gyorsbeavatkozó, 2650 l/perc teljesítményű szivattyú.

Értékelés: a Dragon X6 kiemelkedő a szivattyúteljesítmény és a HRET-technológia miatt, amely precíz beavatkozást tesz lehetővé zárt repülőgéptörzsek esetén.

4. Terepjáró képesség

- **Dragon X6:** 6×6 hajtás, független tekercsrugós felfüggesztés, 30° első terepszög, 28° hátsó terepszög és 28° megengedett oldaldőlés;
- **NRTG:** 6×6 hajtás, erős terepjáró képesség, hasonló terepszögekkel;
- **RNTG:** 6×6 hajtás, 30° leküzdhető emelkedő és 20° megengedett oldaldőlés;
- **RGYTG:** 4×4 hajtás, 31° leküzdhető emelkedő és 26° megengedett oldaldőlés, kisebb tömeg, nagyobb fordulékonyság.

Értékelés: a Dragon X6 és a Panther terepjáró képessége közel azonos, a különbség főként a futómű megoldásaiban mutatkozik.

8. ÁBRA. Pump & Roll használat közben (Fotó: dr. Kerekesné Benedek Mária alezredes)





9. ÁBRA. A Dragon jelzőfényei kiváló láthatóságot biztosítanak, így a gépjármű az éjszakai bevetések során is tökéletesen helytáll
(Fotó: HM Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Veres Franciska)

5. Ergonómia és kezelhetőség

- **Dragon X6:** panorámakabin, 1+3 ülés, integrált légző-készülék, joystick-vezérelt HRET, központi vezérlőpanel;
- **NRTG:** panorámakabin, 1+1+2 ülés, modern elektronikus vezérlés;
- **RNTG / RGYTG:** alapvető, funkcionális kialakítás, kevesebb elektronikus támogatás.

Értékelés: a Dragon X6 és a Panther a legfejlettebb ergonómiai megoldásokat kínálják, előnyösebbek a kezelőszemélyzet biztonsága és hatékonysága szempontjából.

KATONAI ALKALMAZHATÓSÁG ÉRTÉKELÉSE

A repülőtéri tűzoltó és mentőjárművek a légi közlekedés biztonsági rendszerének nélkülözhetetlen elemei. Katonai repülőtereken jelentőségük még hangsúlyosabb, hiszen a harci repülőgépek üzemanyag-kapacitása és fegyverzete miatt a baleseti kockázatok jóval magasabbak.

Az összehasonlító vizsgálat rámutatott, hogy a Magirus Dragon X6 TEP ARFF a legmodernebb technológiai megoldásokat képviseli a kategóriájában; a teljes körű ICAO/NFPA

megfelelés, a kiemelkedő gyorsulása és teljesítménye, nagy szivattyúkapacitása, a fedélzeti behatoláshoz és célzott oltáshoz alkalmazható HRET-rendszer hosszú távú megoldás lehet a magyar katonai repülőterek tűzbiztonságának fenntartásában. Ugyanakkor a már rendszeresített Panther 6×6 egy bevált, széles körben rendszeresített platform, jelenleg biztos alkatrész- és szervizhállyal, a mai napig etalonnak számító megoldásokkal.

A katonai alkalmazhatóság szempontjából a Dragon X6 fő erősségei:

- gyorsreagálás és nagy mozgékonyosság, ami kulcsfontosságú az ICAO által előírt kétperces beavatkozási idő teljesítéséhez;
- nagy teljesítményű szivattyú és HRET-rendszer, amelyek lehetővé teszik a célzott beavatkozást, akár a repülőgéptörzsbe történő behatolással is;
- komplex oltórendszerek (víz, hab, por, UHPS), amelyek többféle tüzesetre nyújtanak megoldást.

A magyar katonai repülőtereken – a meglévő RGYTG és RNTG flotta mellé – rendszeresítésre kerülő Magirus Dragon X6 típusok jelentősen javítják a reagálási időt, és lehetővé teszik, hogy a korosodó RNTG-típusokat idővel kivonhassák, és más területeken alkalmazhassák. A Rosenbauer Pantherek – bár korukból adódóan alkatrészeik beszerzése idővel egyre nehezebb lesz – továbbra is alkalmassak a nagyobb követelményű tűzoltási feladatokra; a két típus vegyes üzemeltetése a legmagasabb szintű készenlétet biztosíthatja.

Az új járművek komplex rendszerei (pl. HRET) miatt szükséges a szakállomány folyamatos képzése és továbbképzése, amit elősegít a járműpark egységessége, illetve a közös logisztikai és szervizhálózat.

HIVATKOZÁSOK

- [1] <https://www.oneseven.com/technologie?lang=en> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [2] Csapatpróba Intézkedési Terv a Nagyteljesítményű Repülőtéri Tűzoltó Gépjármű csapatpróbájának végrehajtására. 2010.
- [3] STANAG 3712 Airfield rescue and fire-fighting services identification categories.
- [4] STANAG 7133 Minimum level of crash, fire fighting and rescue (cfr) service for deployed fixed and rotary wing aircraft.
- [5] ICAO Airport Services Manual Doc 9137-AN/898. <https://ufuav.asn.au/wp/wp-content/uploads/2016/11/operations-manual.pdf> Chapter 2. Table 2-1. Airport category for rescue and Firefighting (Letöltve: 2025.11.16.)
- [6] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHNY> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [7] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHSM> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [8] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHSN> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [9] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHKE> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [10] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHDC> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [11] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHPA> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [12] <https://acukwik.com/Airport-Info/LHBP> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [13] ICAO Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation Chapter 9. Table 9-1. Aerodrome category for rescue and firefighting.
- [14] ICAO Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation Chapter 9. Number of rescue and firefighting vehicles 9.2.41 Recommendation.
- [15] ICAO Airport Services Manual Doc 9137-AN/898 Table 5-2. Guidance material related to rescue equipment carried on RFF vehicles. <https://ufuav.asn.au/wp/wp-content/uploads/2016/11/operations-manual.pdf> (Letöltve: 2025.12.09.)
- [16] <https://www.flyingwelt.com/2024/02/worlds-top-5-most-popular-airport-fire-trucks-arff-guardians-of-aviation-safety/> (Letöltve: 2025.11.16.)
- [17] A vizualizációt a szerző készítette a ChatGPT5 alkalmazásával a magirusgroup.cpm, a flyingwelt.com és az airportindustry-news.com hivatkozásainak, továbbá a típus Instagram és YouTube megjelenései alapján.
- [18] Dragon x6 TEP ARFF 14.000 DP 250 HRET technikai adatlap. 2023.
- [19] Dragon x6 TEP ARFF 14000 TEP 250 Use and Maintenance. Magirus Group Service Engineering Technical Publication, 2025.
- [20] https://www.magirusgroup.com/de/fileadmin/_processed_/f/4/csm_Dragon_X6_Magirus_202001_Malaysia_Kuala_Lumpur_02_8236da122e.jpg (Letöltve: 2025.12.09.)
- [21] Műszaki Dokumentáció a Repülőtéri gyorsbeavatkozó tűzoltó gépjármű beszerzéséhez 2012.
- [22] Repülőtéri Nehéz Tűzoltó Gépjármű műszaki leírása, kezelési és karbantartási utasítása 2006.
- [23] Repülőtéri Nehéz Tűzoltó Gépjármű szakfelépítmény műszaki leírása, kezelési és karbantartási utasítása. 2006.
- [24] Csapatpróba Intézkedési Terv a Nagyteljesítményű Repülőtéri Tűzoltó Gépjármű csapatpróbájának végrehajtására. 2010.
- [25] Rosenbauer – Repülőtéri Tűzoltó Gépjármű FLF 12500/1500/250 Panther 6x6 CA5 kezelési utasítás. 2009.

TERJÉK MIKLÓS*

AZ ÉJSZAKAI HARCKÉPESSÉGEK FONTOSSÁGA A MODERN HARCMEZŐN II. RÉSZ



1. ÁBRA. Egy amerikai katona teszteli az IVAS-rendszert 2023-ban (Forrás: DVIDS / Kade M. Bowers)

A z éjjellátó berendezések katonai alkalmazása alapvetővé vált a modern hadviselésben. Mára már nemcsak a különleges műveleti katonák eszköze az éjjellátó szemüveg, hanem minden műveleti katonának rendelkeznie kell ilyenekkel. A kétrészes tanulmány a különböző éjjellátó technológiák, így a képerősítő csöveken alapuló rendszerek, valamint a hőképkalkáló kamerák bemutatását tűzte ki célul, kiemelve azok harcászati előnyeit a harctéri helyzetismeret és a célazonosítás terén. A szerző az első részben a képerősítő rendszerű éjjellátó eszközök generációin keresztül mutatta be a technológia fejlődését, a második részben pedig a hőkamerák működését és fejlesztési irányait tárgyalja.

A HŐKAMERÁK TÖRTÉNETE

A hőkamerák képesek detektálni a tárgyak által kibocsátott infravörös sugárzást, majd vizuálisan megjeleníteni a hőmérséklet-különbségeket, lehetővé téve így az objektumok hőtérképének elkészítését. A működés alapja, hogy a hőkamerák detektorai az objektumok által kibocsátott infravörös sugárzást elektromos jellé alakítják. A legelterjedtebb detektortípusok közé tartoznak a BST (bárium-stroncium-titanát) alapú detektorok és a VOx (vanádium-oxid) mikrobolométerek. Az előbbieket ferroelektromos tulajdonságuk révén a hőmérséklet-változásra érzékenyek,

míg az utóbbiak az anyag elektromos ellenállásának változását használják a detektáláshoz. Az így kapott elektromos jeleket a kamera képfeldolgozó rendszere alakítja át hőképpé, ahol a különböző hőmérsékleti értékek színekben jelennek meg. Az 1950-es évek végén és az 1960-as években az amerikai Texas Instruments, a Hughes Aircraft és a Honeywell vállalatok fejlesztették ki az első hőérzékelő detektorokat. Az 1970-es években fejlesztették ki az első piroelektromos vidikon (infravörös fényre érzékeny vákuumcső) csövet, amelyet katonai hajótűzek kezelésénél használt a brit Királyi Haditengerészet. 1978-ban az amerikai Raytheon szabadalmaztatta a BST alapú infravörös detektorokat, amelyek hamarosan katonai alkalmazásokban is megjelentek. Az 1980-as évek végére az amerikai kormány támogatásával a Raytheon és a Honeywell jelentős fejlesztéseket hajtott végre mind a BST-, mind a VOx-technológiák terén. A kutatás-fejlesztési eredmények alapján az öbölháborút követően, a technológia polgári felhasználása is megindult, különösen a tűzoltóságok, a katasztrófavédelem és az ipari szereplők körében. [1]

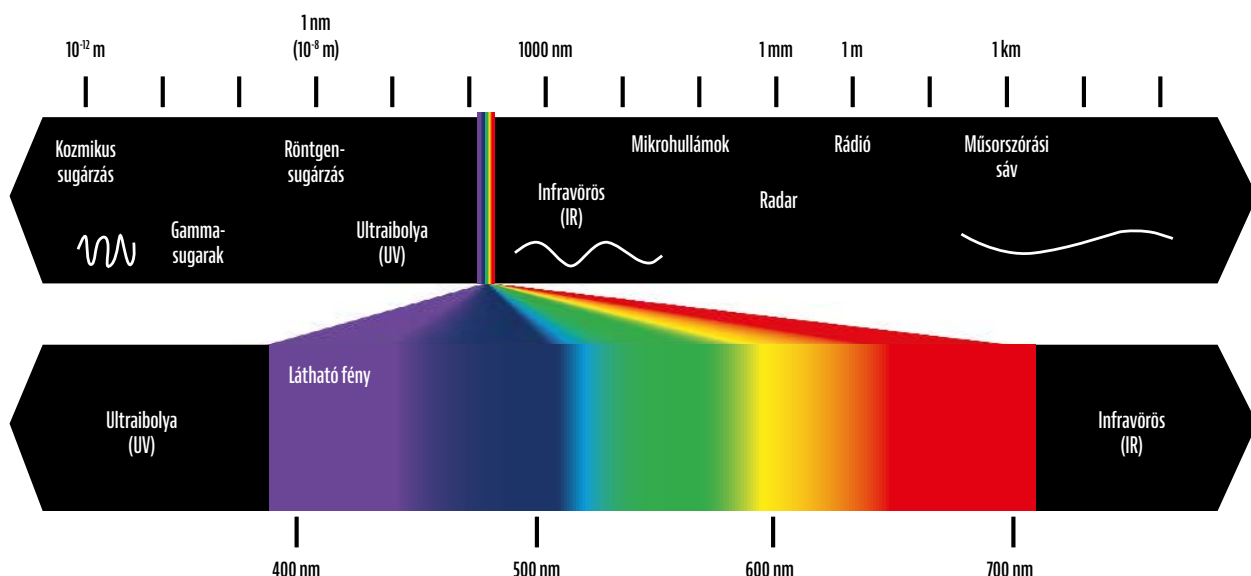
AZ ALAPOK

Az éjjellátó technológiák működésének átfogó megértéséhez szükséges a fény természetére és az emberi látás mechanizmusára vonatkozó alapvető ismeretek elsajátítása.

* Alezredes, NKE
Hadtudományi és
Honvédtisztképző Kar,
Katonai Felsővezető
Szakirányú
Továbbképzési Szak.
ORCID:
0000-0003-2705-0852



2. ÁBRA.
Az elektromágneses
sugárzás és a látható
fény spektruma [4]

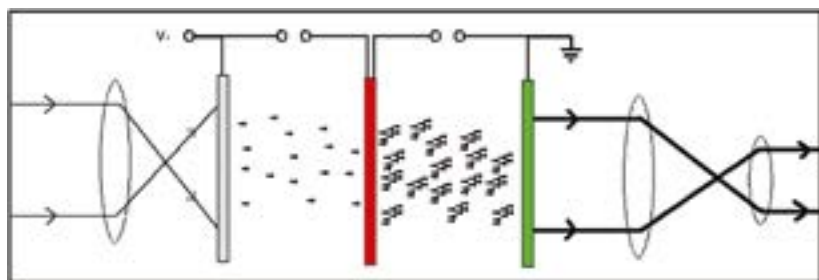


A fénytani megfogalmazás szerint: „Fénynek nevezük az elektromágneses spektrum látható tartományát. Fény keletkezéséről tehát akkor beszélhetünk, ha valamilyen módon ebbe a tartományba eső hullám keletkezik”. Tehát a fény nem más, mint elektromágneses sugárzás, amelynek teljes spektrumából az emberi szem számára csak egy szűk tartomány (2. ábra) érzékelhető. [2] A fényhullám energiájának mennyisége összefüggésben áll annak hullámhosszával: minél rövidebb a hullámhossz, annál nagyobb az energia. A látható fénytartományon belül az ibolya fény hordozza a legtöbb energiát, míg a vörös a legkevésbé. A látható fény és az elektromágneses sugárzás mikrohullámú része között helyezkedik el az infravörös (Infra Red – IR) tartomány. [3]

A különböző források eltérő értékeket használnak az infravörös sugárzás felosztása során. Itt az ISO 20473 által alkalmazott adatokat használom [5], amely szerint az infravörös sugárzás spektruma a 780 nm és 1 mm közötti hullámhossztartományba esik, és általánosan három fő kategóriára osztható. (2. ábra)

A termikus infravörös tartomány: minden olyan test, amelyik hőmérséklete magasabb az abszolút nulla foknál infravörös sugárzást bocsát ki magából. [6] A hőszugárzás az elektromágneses sugárzás infravörös spektrumából a 3–14 μm hullámhossztartományba esik. A különböző források ezt a tartományt termikus infravörös tartománynak is nevezik, és két fő részre osztják: közepes hullámhosszú infravörösre (Medium Wavelength Infrared – MWIR; sugárzás 3–5 μm között), valamint a hosszú hullámhosszú infravörösre (Long Wavelength Infrared – LWIR; sugárzás 8–14 μm között).

3. ÁBRA. Éjjellátó
berendezések
működése [11]



A képerősítő rendszerű éjjellátók működése szempontjából elengedhetetlen a környezeti maradékfény jelenléte – ennek hiányában, azaz fotonok nélkül, az éjjellátás fizikailag nem valósítható meg. Ezt a fényt a Nap, a Hold, a csillagok, valamint különféle mesterséges fényforrások – például közvilágítás, járművek fényszórói és fényreklámok – bocsátják ki, amelyek kiterjedt területek felett fénykúpokat, illetve világos fényudvart hoznak létre. A maradékfény azon fotonok összessége, amelyek éjjel és nappal, a fény sebességével haladva lefedik a környezetet. [7]

Az ember egyik legfontosabb érzékszerve a szem. A színes látás biztosítja az agy számára a külvilágból származó információk 90%-át, tehát ez alakítja legnagyobb mértékben a külvilágról alkotott képünket. A szem, amely egy összetett látószerv, két részből áll: az optikai rendszerből, amely fényingerek összegyűjtéséért és azok fókuszálásáért felel, valamint a neurális rendszerből, amely az optikai elemeken keresztüljutó ingerek előfeldolgozását és az agyba való továbbítását végzi. Az emberi szem leképezésben részt vevő szerkezetei szorosan együttműködve biztosítják a látást. A szaruhártya mögötti elülső csarnokot csarnokvíz tölti ki, amely fenntartja a szaruhártya alakját, valamint tápanyaggal látja el a szaruhártyát és a szemlencsét. Az elülső csarnokban helyezkedik el a pupilla is, amely a fény mennyiségét szabályozza simaizmok mozgása révén, ezzel alkalmazkodva a környezet fényssűrűségéhez. A pupilla mögött található szemlencse biztosítja az akkomodációt, vagyis a különböző távolságokra történő fókuszálást a görbületi sugár módosításával, amely a lencse szerkezetének és a sugártest izmainak köszönhető. A hátsó csarnokot az üvegtest tölti ki, amely strukturális stabilitást biztosít. A szem legbelső rétegét a retina alkotja, amely idegszövet, és kulcsszerepet játszik a képi információ feldolgozásában. [4] A retina kétféle sejtől épül fel, egyrészt csapokból, amelyek a színek megkülönböztetésére szolgálnak, másrészt pálcikákból, amelyek a fényerő érzékeléséért felelnek. Amikor a megvilágítás szintje csökken, kizárólag a pálcikák reagálnak, ezek ezerszer érzékenyebbek, mint a csapok; egy emberi szemben körülbelül 92–100 millió található belőlük. Ez megmagyarázza, hogy miért vált át a látás „fekete-fehér” módba. Emellett a tár-

gyak „elmosódottnak” tűnnek, mivel a pálcikák által küldött jelek továbbítása a látóideghez kevésbé hatékony. Alapvetően a természetes „éjjellátás” aktiválásához a pupilla kitágul, hogy több maradványfényt engedjen be, és ezáltal a pálcikák aktiválódjanak. Ez azonban a fényérzékelő sejtek mennyiségbeli korlátja miatt nem teszi lehetővé a hatékony éjszakai látást. [8]

A TECHNOLÓGIA

Az éjjellátó eszközök működését tekintve két, egymástól eltérő módszert különböztethetünk meg. Az egyik eljárás a képerősítés elvét alkalmazza – ezen az elven működnek az éjjellátó szemüvegek –, míg a másik a tárgyak által kibocsátott hőt érzékeli (infravörös hőkamera).

A képerősítő éjjellátó berendezések működése (3. ábra) összehasonlítható az emberi látásával, hiszen a fényt lencsék gyűjtik és továbbítják a különböző feldolgozó részegységekhez. A képerősítő csövek egy objektívlencsét használnak a rendelkezésre álló fény (fotonok) – beleértve az infravörös spektrumtartományból származó fény – összegyűjtésére. A lencse a fényt a negatív feszültségű fotokatódra (szürke) irányítja, amely a belépő fotonok hatására elektronokat bocsát ki, ezek a magasabb feszültségű mikrocsonnás erősítőlemezen keresztül haladva (piros) felgyorsulnak. Minden egyes elektron több másik elektron kibocsátását idézi elő a mikrocsonnás lemezről (kaskádhatás). Az elektronok a foszfor képernyőbe (zöld) csapódnak, arra kényszerítve a foszfort, hogy fotonokat bocsásson ki, amelyek az okulárlencsén keresztül jutnak a megfigyelő szemébe. [11]

Az I²-eszközök többféle foszforképernyővel készülnek, ezek közül a leggyakoribbak: P22 (zöld), P43 (sárgászöld) és P45 (fehér). A P22 típus a legelterjedtebb a katonai felhasználású eszközöknél a szélesebb látható spektrum miatt. A P43 képernyő szűkebb látható spektrummal rendelkezik, és a gyors képeltűnési ideje (decay time) miatt vált népszerűvé a repülőszemélyzetek körében. A P45 képernyő hasonló képeltűnési idővel rendelkezik, mint a P43, és kiváló felismerési képességet biztosít. A P45 által megjelenített kép fekete-fehér, ami csökkenti a szem fáradását, gyorsabb felismerést tesz lehetővé (különösen homokos/sziklás terepen) és jobb árnyalat-megkülönböztetést biztosít, mint a hagyományos zöld kijelzők. [7] (4. ábra)

A hőkamera-technológia alapvetően eltér más éjjellátó eszközökétől. Míg a képerősítők a 750–1100 nm közötti közeli infravörös (NIR) hullámhossz-tartományra épülnek, addig a termikus rendszerek a célobjektum és környezete közötti hőmérséklet-különbséget érzékelik a közepes (MWIR:



Zöld foszfor



Fehér foszfor

3–5 μm) és hosszúhullámú (LWIR: 8–14 μm) infravörös sávban. Működési rendszerük szerint három típust különböztethetünk meg: hődetektoros vidikon rendszerű, letapogató, valamint mátrixdetektoros (Focal Plane Array – FPA) hőkamerákat. A vidikon csöves és a letapogató (szkenelő) hőkamerák mára elavultnak számítanak, ezért működésüket itt nem ismertetem. A mátrixdetektoros kamerákban a képerősítő eszközökben alkalmazott fotokatódos képalkotó csövek helyett a hőképet egy rácsszerűen elrendezett érzékelőelemeket tartalmazó FPA-egység alakítja át. Ezen hőkamerák a használt érzékelők típusai szerint két csoportba sorolhatók: termikus érzékelők és fotondetektorok. A termikus érzékelők az infrasugárzás, azaz egy elektromágneses hullám energiája hatására felmelegsznek, és ennek következtében valamely fizikai (villamos) paraméterük megváltozik, amiből a képalkotáshoz szükséges villamos jel keletkezik. Hűtésük nem szükséges, mivel érzékelőik környezeti hőmérsékleten is működőképesek. Bár ezek a rendszerek alacsonyabb érzékenységgel rendelkeznek, előnyeik közé tartozik az alacsonyabb költség, a kisebb méret, a gyorsabb üzembe helyezés és a csendesebb működés. Az utóbbi évek technológiai fejlődésének köszönhetően a nem hűtött rendszerek váltak a legelterjedtebbé. A másik típushoz a fotondetektorok tartoznak, melyek a fotonok számával arányos villamos jelet adnak, de működésükhöz rendkívül alacsony hőmérsékletre történő lehűtésük szükséges. Ehhez olyan technológiát alkalmaznak, amely a detektor hőmérsékletét jelentősen – akár 200 Kelvinig (-100°F ; $-73,15^\circ\text{C}$) – képes csökkenteni. A hűtés célja, hogy a detektor hőmérséklete alacsonyabb legyen, mint a megfigyelt objektumoké, ezáltal növelve az érzékelés érzékenységét. A hűtéshez többféle technológia áll rendelkezésre, például cseppfolyósított gázokon alapuló kriogén rendszerek, termoelektromos Peltier-elemek,

4. ÁBRA. A zöld- és fehérfoszfor-kijelzők közötti különbség (Forrás: Night Vision Experts)

1. TÁBLÁZAT. Az infravörös sugárzás spektruma [5]

Sugárzás megnevezése	Rövid jelölés		Hullámhossz λ [μm]	Frekvencia ν [THz]	Hullámszám σ [cm ⁻¹]	Fotonenergia Q_e [eV]
Közeli infravörös	IR-A	NIR*	0,78 – 1,4	385 – 215	13 000 – 7000	1,6 – 0,9
	IR-B		1,4 – 3	215 – 100	7000 – 3300	0,9 – 0,4
Közepes infravörös	IR-C	MIR**	3 – 50	100 – 6	3300 – 200	0,4 – 0,025
Távoli infravörös		FIR***	50 – 1000	6 – 0,3	200 – 10	0,025 – 0,001

* Near-infrared (közeli infravörös sugárzás); ** Medium infrared (közepes infravörös sugárzás); *** Far infrared (távoli infravörös sugárzás).

valamint mechanikus Stirling-hűtők. A Peltier-hűtők előnye a kis tömeg és a karbantartásmentes működés, ugyanakkor magas energiaigényük miatt ritkán alkalmazzák őket. A Stirling-hűtők ciklikusan sűrítik és tágítják a gázt, ezáltal biztosítva az állandó hőmérsékletszabályozást. Ezek a rendszerek általában vákuumzárt burkolatban helyezkednek el, amely megakadályozza a külső hőhatások befolyását. A tipikus üzemi hőmérsékletük 77 K vagy annál alacsonyabb. A hűtött rendszerek előnye, hogy kiváló képminőséget biztosítanak, képesek multispektrális és nagy sebességű IR-képalkotásra, továbbá kiváló érzékenységgel rendelkeznek. Ugyanakkor hátrányaik közé tartozik magas költségük, zajos működésük, a 3–4 perces felfutási idő a működési hőmérséklet eléréséhez, valamint a hűtőrendszerek korlátozott élettartama és nagy karbantartási igénye. [7][9]

A LEGÚJABB FEJLESZTÉSEK

Az éjjellátó technológia területén napjainkban több jelentős fejlesztés is zajlik, amelyek célja a katonák harctéri hatékonyságának növelése. Az innovációk között kiemelkednek a fúziós képalkotó rendszerek, amelyek a legújabb generációs fehérfoszforos éjjellátó csöveket és a hőképalakító technológiát egyesítik valós idejű információmegjelenítéssel és baráti/ellenes azonosítással. Ilyen az amerikai hadsereg által jelenleg fejlesztett IVAS (Integrated Visual Augmentation System: integrált vizuális támogató rendszer) (1. ábra), ami egy sisakra szerelhető, kiterjesztett valóságot (Augmented Reality) alkalmazó eszköz, amely a vizuális érzékelést navigációs és valós idejű harcászati információkkal egészíti ki, beleértve a baráti és ellenséges erők helyzetét. Emellett a multispektrális képalkotási technológia – különböző hullámhosszokon történő érzékeléssel – fokozza a látási képességeket, zavaró környezeti tényezők (pl. köd, füst) jelenlétében. Az IVAS rendkívüli potenciállal rendelkezik, és az éjszakai harcképességet magasabb szintre emelheti. Azonban a Microsoft által ere-

detileg a HoloLens 2 civil változatára épített IVAS-rendszer számos technikai és ergonómiai hiányossággal küzd, beleértve a megbízhatósági gondokat és a katonák által jelentett fizikai kellemetlenségeket, mint például fejfájás és hányinger. Ezek a problémák késedelmekhez és a program újragondolásához vezettek. 2025 februárjában a Microsoft bejelentette, hogy az IVAS-program vezetését átadja az Anduril Industries-nek, egy védelmi technológiákkal foglalkozó vállalatnak. Továbbá az amerikai hadsereg elindította az „IVAS Next” nevű kezdeményezést, amelynek célja a rendszer továbbfejlesztése és a korábbi problémák orvoslása. A program keretében az iparági szereplőknek lehetőségük van prototípusok bemutatására és javaslatok benyújtására.

A fejlesztési irányvonalak közé tartozik továbbá a rendszerek miniaturizálása és ergonómiai optimalizálása, amely a katonai eszközök könnyebb viselhetőségét és hosszabb távú alkalmazhatóságát szolgálja. Az egyik legújabb trend az éjjellátó eszközök mesterséges intelligenciával (MI) és gépi tanulással való integrációja. Az MI-alapú rendszerek automatikusan érzékelik és kiemelik a potenciális fenyegetéseket, ezáltal csökkentik a felhasználók mentális terhelését és gyorsítják a döntéshozatalt. Ezen eszközök valós időben alkalmazkodnak a változó környezethez, optimalizálva a képminőséget. A jövő kilátásai különösen ígéretesek: a kvantumpontok, alacsonyfény-érzékelők és fejlett optikai rendszerek forradalmasíthatják az iparágat, eddig nem látott képtisztaságot és teljesítményt kínálva. Az éjjellátás kombinálása más új technológiákkal – például autonóm rendszerekkel vagy drónokkal – új távlatokat nyithat a katonai és civil felhasználásban egyaránt. Az éjjellátás képessége hamarosan minden eddiginél hozzáférhetőbbé és sokoldalúbbá válhat. [10]

KÖVETKEZTETÉS

Az éjszakai idő harctevékenységek céljából történő kihasználása mára már minden modern haderő számára elengedhetetlenül szükségessé vált a következő okok miatt. Egyrészt az éjjellátó eszközök használatával kialakított éjszakai harcképesség biztosíthatja azt a pluszt, ami az azt professzionális módon alkalmazó és lehetőségeit kihasználó hadsereg számára, egy ezen a téren szerényebb képességekkel rendelkező ellenféllel szemben, a siker kulcsa lehet. Illetve a hasonló módon „éjjellátó” ellenség esetén az esélyeket kiegyenlítheti. Az éjjellátó eszközök jelentős fejlődésen mentek keresztül a kezdeti, robusztus berendezésektől napjaink sokoldalú, fejlett technológiát képviselő megoldásáig. Az olyan technológiai újítások, mint a hőképalakítás, a digitális képalkotás, a multispektrális érzékelés és a mesterséges intelligencia integrációja, forradalmasítják az éjjellátás lehetőségeit. Ezen éjszakai képességek kombinációja célmegjelölő és kommunikációs eszközökkel egy komplex rendszerbe foglalva lehetővé teszi a harcmező átfogóbb értelmezését, a gyorsabb döntéshozatalt és az információs fölény megszerzését. Ha egy hadsereg nem tart lépést ezen a területen, súlyos hátrányba kerülhet. A korszerű éjjellátó rendszerek a lehető leg szélesebb körben történő rendszeresítése elengedhetetlen az erőfölény fenntartásához.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Gromicko, Nick: The History of Infrared Thermography. <https://www.nachi.org/history-ir.htm> (Letöltve: 2025.05.10.)
- [2] Macsuga János et al.: Fénytan, színdinamika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Miskolc, 2011, 21.
- [3] Haque, Mohd Junedul – Muntjir, Mohd: Night Vision Technology: An Overview. International Journal of Computer Applications, 2017, 37–42. <https://doi.org/10.5120/ijca2017914562>
- [4] Ábrahám György et al.: Jármű optika. BME MOGI, Budapest, 2014. https://www.mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch02.html (Letöltve: 2025.04.26.)
- [5] ISO 20473, Optics and photonics – Spectral bands. International Standard.
- [6] Makkay Imre: Elektrooptikai eszközök légijárművek felderítésére. Repüléstudományi közlemények, 2014/3, 15–26. https://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2014_3/2014-3-02-0177_Makkay_Imre.pdf (Letöltve: 2025.05.04.)
- [7] Night Vision Technologies Handbook. U.S. Department of Homeland Security, 2013, 10. https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/NV-Tech-HB_1013-508.pdf (Letöltve: 2025.05.09.)
- [8] Tagged, Jerome: What is Night Vision? AresMaxima, 2018.09.17. <https://en.aresmaxima.com/2018/09/17/la-vision-nocturne-cest-quoi/> (Letöltve: 2025.05.02.)
- [9] Lengyel Gabriella – Horváth Áron: Hőkamerákról bővebben. Solvergroup, 2018.10.10. <https://solvergroup.hu/sajtoszoba/hokamerakrol-bovebben> (Letöltve: 2025.05.12.)
- [10] James, Nathaniel: Illuminating the Dark: Exploring the Evolution of Night Vision Devices. Verified Market Reports, 2025. <https://www.verifiedmarketreports.com/blog/top-7-trends-in-night-vision-devices> (Letöltve: 2025.05.14.)
- [11] Night Vision Device. E Scholarly Community Encyclopedia, <https://encyclopedia.pub/entry/29146> (Letöltve: 2025.04.25.)

OTT ISTVÁN DÁNIEL*

ATOM-TENGERALATTJÁRÓK AZ AUSZTRÁL KIRÁLYI HADITENGERÉSZET KÖTELEKÉBEN IV. RÉSZ

AZ AUSZTRÁL KIRÁLYI HADITENGERÉSZET TENGERALATTJÁRÓ-FEGYVERNEME

Asorozat első részében az ausztrál tengeralattjáró-fegyvernem történetét tekintettük át a megalakulásától a 20. század végéig. A folytatásban az 1980-as és 1990-es évek technikai fejlesztéseit, valamint az új ausztrál tengeralattjáró-stratégiát mutattuk be. A harmadik fejezetben az ausztrál–brit–amerikai védelmi szövetség és az atom-tengeralattjárók melletti döntés hatásairól, illetve az újabb típusokról volt szó.

A VIRGINIA-OSZTÁLYÚ TENGERALATTJÁRÓK FEGYVERRENDSZEREI ÉS SZENZORAI

A Virginia-osztályú atom-tengeralattjárók a Los Angeles és a Seawolf-osztályú elődjeiknél nagyobb méretekkkel rendelkeznek, ami lehetővé teszi, hogy a hosszú, vízfel-szín alatti bevetésekhez jelentős mennyiségű fegyvertet helyezhessenek el a hajótörzsben. Ez a Virginia-osztály esetében hajók és tengeralattjárók ellen 25 db Mk 48 torpedót vagy – a torpedók számának rovasára – UGM–84 Harpoon hajók elleni robotrepülőgépet jelent, melyeket négy 533 mm átmérőjű torpedóvetőcsövön keresztül indíthatnak. A szárazföldi célpontokat 12 függőleges indítócső-

ben elhelyezett BGM–109 Tomahawk robotrepülőgépekkel támadhatják. [2] (3. ábra)

Kérdés, hogy az ausztrál egységeket a fent említettek közül pontosan mely fegyverrendszerekkel szerelik fel. Az tény, hogy az ausztrál haditengerészet részéről kár lenne kihasználatlanul hagyni a különböző fegyverrendszerek alkalmazásának lehetőségeit, hiszen a Virginia-osztály fejlesztési terveiben ezzel kapcsolatban jelentős potenciál van, többek között az orr-részben modulárisan cserélhető fegyvertároló, melyekben további, függőlegesen indítható Tomahawk robotrepülőgépek, vagy egyéb, jövőbeni fegyverek helyezhetőek el. A Virginia-osztály Block V sorozata pedig a hajótörzs meghosszabbítása által még legalább nyolc függőleges indítócsővel rendelkezik majd további robotrepülőgépek és rakéták alkalmazásához, ám Ausztrália nem ezzel a felszereltséggel, hanem a korábbi, tehát ezekkel az indítócsövekkel nem rendelkező, Block IV-es és Block VII-es példányokat fogja kapni. [4]

A fejlesztési tervek között szerepel lézerfegyver alkalmazása is, amelyet feltehetően az elektrooptikai periskópba integrálnának. Az ilyen fegyverekkel folytatott

1. ÁBRA. Művészi ábrázolás a brit-ausztrál együttműködés keretében megvalósuló SSN AUKUS atom-tengeralattjáróról. Érdekes megfigyelni a hajótörzshöz íves, áramvonalas átmenettel csatlakozó tornyot és az „X” alakú kormánylap-elrendezést, ami eddig nem volt jellemző az atommeghajtású típusokra [1]

* Járműmérnök, gépipari szakoktató. ORCID: 0000-0001-5524-6735





2. ÁBRA.
A tengeralattjáró jobb oldalára felszerelt LWWAA-készlet egyik szenzorának illusztrációja. A panelrendszer szenzorai teszik lehetővé a Virginia-osztály számára a sekély vizekben folytatott biztonságos manővereket [7]

kísérletek sorozatosan visszatérő problémáját, a működtetésükhöz szükséges tetemes energia biztosítását minden bizonnyal bőségesen kielégítené a tengeralattjáró atomreaktora által megtermelt villamos áram. Arról, hogy a lézerfegyvert pontosan mire alkalmaznák, nem nagyon van információ, ám – a hasonló kategóriájú fegyvereket alapul véve – elsősorban önvédelmi céllal légi eszközök, helikopterek, drónok, esetleg motorcsónakokkal támadó terroristák vagy az ilyen jellegű fegyverekhez hasonló vízfelszíni támadó drónok ellen vethetnék be. [6]

A modern fegyverrendszerek mit sem érnének a fejlett érzékelő- és szenzorrendszerek nélkül, a Virginia-osztály egységeit természetesen ezek legkorszerűbb változataival szerelik fel. A legfontosabbakat említve: a tengeralattjáró rendelkezik aktív és passzív szonárrendszerrel, melyek részben a már korábbi amerikai atom-tengeralattjárókon alkalmazott eszközök továbbfejlesztései.

Az aktív és passzív szonárantennák egy részét a hajótest áramvonalas orrburkolata alatt, illetve a tornyon és a függőleges kormányfelületeken helyezték el. A felde-

rítést továbbá a hajótestből optikai kábelben kiengedhető és vontatható szonárantenna segíti, illetve már a Seawolf-osztálynál is alkalmazott, a hajótest oldalán elhelyezett érzékelőpanelek továbbfejlesztése, a Northrop Grumman Electronic Systems által szállított LWWAA (Light Weight Wide Aperture Array), (2. ábra) ami a hajótest oldalára szerelt hat szenzorpanelből álló passzív ASW (Anti Submarine Warfare, vagyis tengeralattjáró elleni hadviselésre szolgáló) szonárrendszer. A rendszer száloptikai és lézeres technológiákat alkalmaz a céltárgy által a vízben generált akusztikus energia információvá alakítására, hogy azonosítsa és nyomon kövesse azt. Ezenkívül kiváló eszköz a tengerfenék feltérképezésére, és mivel körkörös lefedettséget biztosít, lehetővé teszi sekély vizekben is a nagy méretű atomtengeralattjárók biztonságos manővereit anélkül, hogy azok zátonyra futnának, vagy a tengerfenéknek ütköznenek. A Lockheed Martin gyorsan integrálható, kereskedelmi forgalomban elérhető, nyílt architektúrájú szoftvert biztosított a szonárrendszer frissítéséhez, a becslések szerint 2–4 évente kell majd elvégezni. [7]

Talán mindezeknél is figyelemre méltóbb eszköz a Boeing által fejlesztett hosszú távú aknafelderítő rendszer (LMRS – Long Mine Reconnaissance System), [9] melyet nemcsak a Virginia-osztályú, hanem más amerikai atom-tengeralattjárókra is telepíteni fognak. Az LMRS 533 mm átmérőjű, így a torpedóvetőcsőből indítható. A pilóta nélküli víz alatti jármű (UUV – Unmanned Underwater Vehicle) a kibocsátást követően autonóm módon, többnyire a tengeralattjáró előtt haladva közlekedik. Megközelítőleg 60 órán át működik, utána visszavigát a tengeralattjáróra, ahol egy robotkar emeli vissza a vetőcsőbe. Fő feladata az aknák önálló felderítése és semlegesítése a tengeralattjáró előtt, akár száz kilométeres távolságban, továbbá, hogy jelezze azok jelenlétét, alternatív elkerülő útvonalat biztosítva ezzel a tengeralattjáró számára. (5. ábra) Egyelőre kérdéses, hogy az Ausztráliának szánt Virginia-osztályú atom-tengeralattjárókat fel-

3. ÁBRA. Tengeralattjáróról is indítható BGM-109 Tomahawk robotrepülőgép főbb részeinek és technikai adatainak szemléltető ábrája. (Az eszköznek az indítási módtól függően több változata létezik, ezért az itt bemutatott példány felszereltsége általános jellegű) [3]

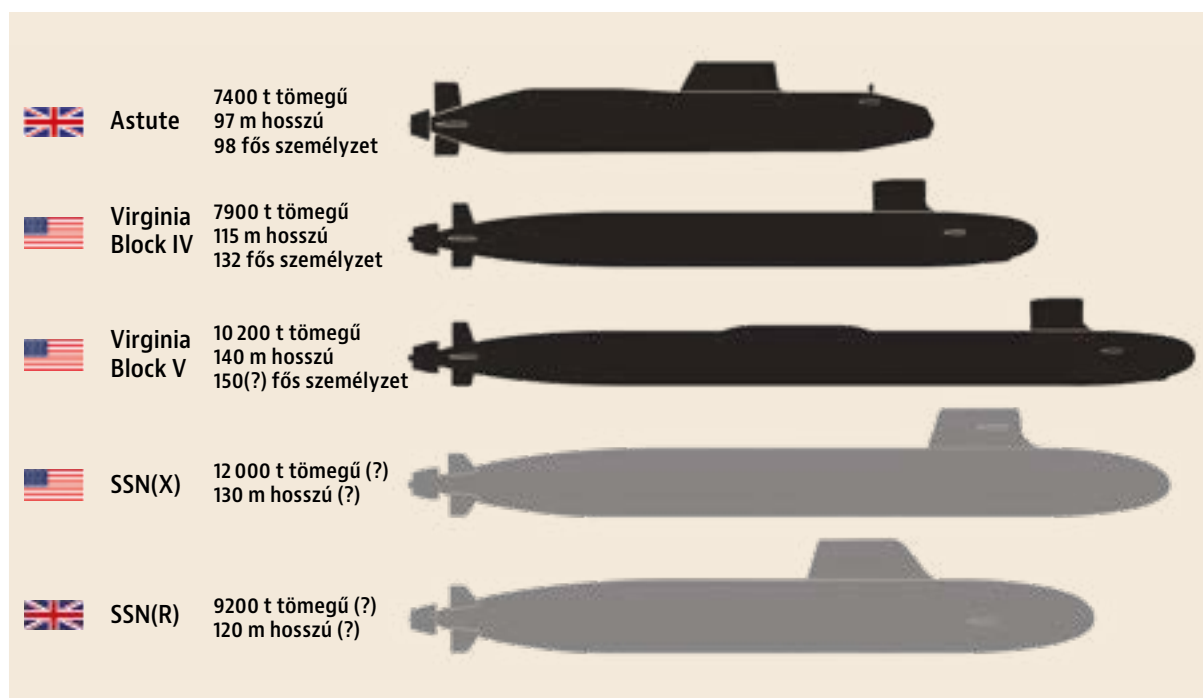
TOMAHAWK ROBOTREPÜLŐGÉP

TECHNIKAI ADATOK

Tömeg [kg]	1450
Hatótávolság [km]	1100
Sebesség [km/h]	880
Hosszúság [mm]	6300
Szárnyfesz távolság [mm]	2700

DSMAC (digitális képalkotó-összehasonlító rendszer) a beérkező infravörös képet hasonlítja össze az eltárolt célképpel, végső pontosításként a célba csapódás előtt

A DSMAC infravörös kamerája tereppasztaázáshoz



4. ÁBRA. Stilizált körvonalakkal és alapadatokkal készült összeállítás. Fentről lefelé: Astute-osztályú SSN (jelenleg a brit királyi haditengerészet legkorszerűbb atom-tengeralattjárója); amerikai Virginia-osztályú atom-tengeralattjáró Block IV verziója (melyből Ausztrália három kap majd); a nagyobb, legalább plusz nyolc függőleges indítócsővel rendelkező Block V változat; szürkével az USA jelenleg koncepcióként létező új támadó atom-tengeralattjárója; legalul, SSN(R) jelzéssel az Aukus egyik előtanulmánya [5]

szerezik-e ezekkel az eszközökkel; amennyiben igen, úgy képesek lesznek azok üzemeltetésére. [8]

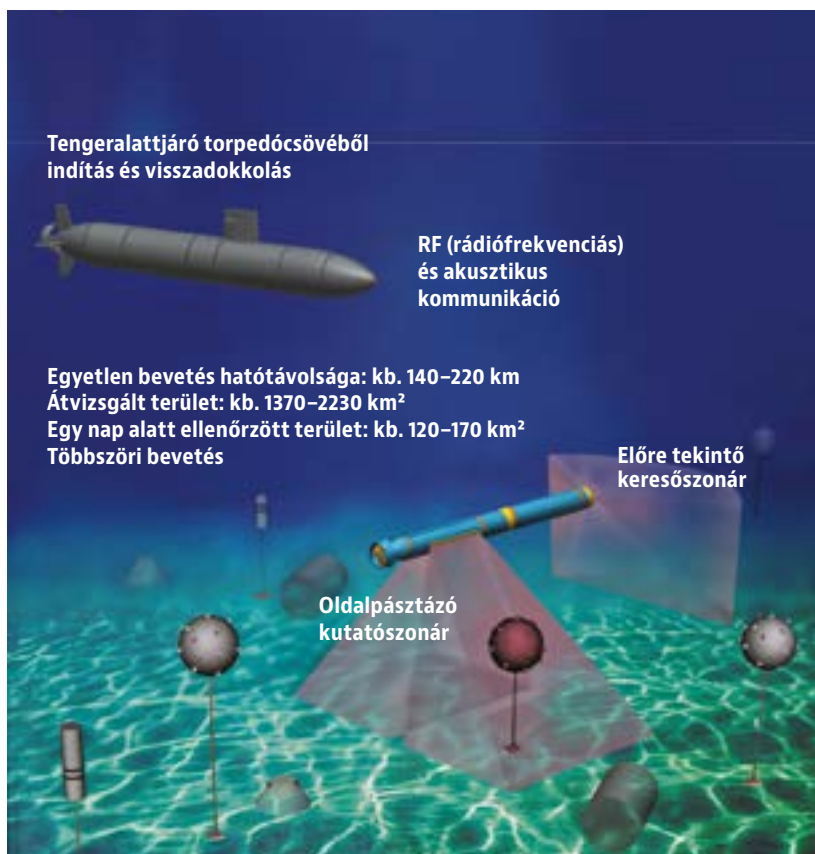
A Virginia-osztály Ausztráliának átadott első példányai várhatóan 2030 után állnak majd szolgálatba. Jelen tervek szerint ezek azok az amerikai haditengerészet hadrendben lévő Block IV sorozatú nukleáris meghajtású tengeralattjárói lesznek – valószínűleg az SSN 792 VERMONT és az SSN 793 OREGON –, melyeket egy teljesen új gyártású Block VII sorozatú példány követi majd, amely kifejezetten egy Ausztráliának készülő „exportváltozat” lesz. A Block IV sorozat a korábbi gyártású példányokhoz képest elsősorban abban jelentett újdonságot, hogy a reaktorok karbantartási ciklusát sikerült háromról négy évre meghosszabbítani, ezzel biztosítva a hosszabb rendelkezésre állási időt. Ezenfelül opcionálisan további két új építésű példány megvásárlásáról lehet szó, de számos szakértő aggályosnak tartja, hogy az amerikai haditengerészet a saját, megfeszített tempóban folytatott sorozatgyártásából miként tudja majd biztosítani az Ausztrália számára szállított példányokat. [10]

SSN AUKUS

Még nagyobb a bizonytalanság a Virginia-osztály után következő új, brit–ausztrál tervezésű és gyártású nukleáris tengeralattjáró kialakításával kapcsolatban, mely az amerikai, brit és ausztrál háromoldalú védelmi megállapodás tiszteletére az Aukus-osztály nevet kapta. Az SSN AUKUS elsődlegesen a brit haditengerészet szempontjait figyelembe véve készül majd, hogy leváltsa a jelenleg alkalmazott Astute-osztályú támadó tengeralattjárókat. Az új típus gyártásába Ausztrália partnereként kapcsolódna be, kamatoztatva az addigra már szolgálatba állt, amerikai gyártmányú Virginia-osztállyal szerzett üzemeltetési tapasztalatait. Fontos hangsúlyozni, hogy az AUKUS-program több műszaki paramétere jelenleg még tervezési fázisban van, ezért az alábbi megállapítások részben hivatalos közléseken, részben szakértői elemzéseken alapulnak.

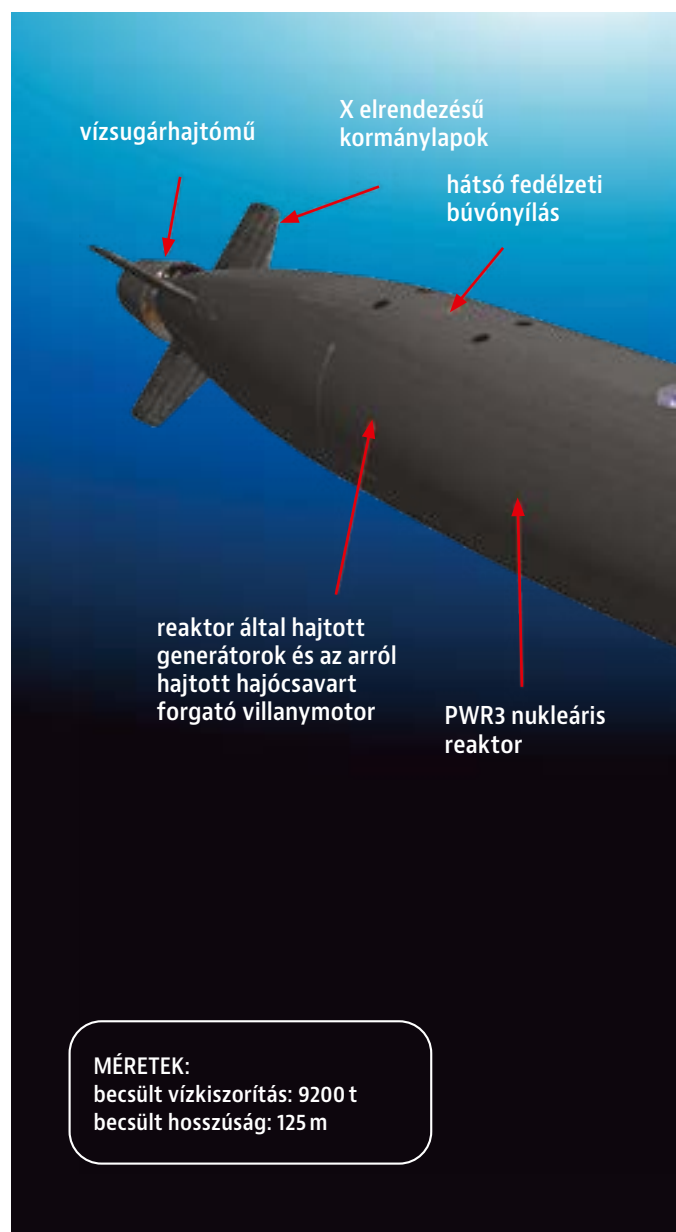
A fejlesztést ütemét lassítja, hogy Nagy-Britannia először a nukleáris elrettentését biztosító Vanguard-osztályú SSBN-jeit szeretné leváltani, így a nukleáris tengeralattjárókkal kapcsolatos tervezési és gyártási kapacitását az új Dreadnought-osztályú SSBN-ek fejlesztése köti le. [12] Bár az új SSN-kategóriájú tengeralattjárókkal kapcsolatos munkálatok már 2018-ban elkezdődtek, Ausztrália csak 2023-ban csatlakozott a programhoz. [18]

5. ÁBRA. Az LMRS-rendszer működési elvét szemléltető illusztráció [9]



A jelenleg rendelkezésre álló információk alapján az új brit–ausztrál tengeralattjáró részben az Astute-osztálynál már bevált hajtáslánccal és egyéb, abból a projektből átvett és továbbfejlesztett rendszerekkel épül meg. Ez az eljárás hasonló ahhoz a módszerhez, amelyet az amerikaiak alkalmaztak a Virginia-osztály fejlesztésekor, amikor a Seawolf-osztályú tengeralattjárók rendszereit vették alapul. A fentiekre hivatkozva mind az amerikai, mind az Aukus tengeralattjárók fejlesztésével kapcsolatban az az álláspont, hogy kerülni kell a technológiai kockázatokat és a kísérleti fejlesztéseket a reaktoros hajtás, illetve a hajótest kialakításánál, de erre nincs is szükség, hisz közel hetven évnyi tapasztalat gyűlt össze az atom-tengeralattjárók építésével kapcsolatban. Az új eszközöknek, amint azt már részleteztem, a fegyverrendszereik, érzékelőik és kommunikációs eszközeik révén kell technológiai fölényt elérniük az ellenfelekkel szemben. Az új tengeralattjáróba a Rolls-Royce cég szállítja majd a nyomottvízes atomreaktort, amely hasonló lesz a korábbi Astute-osztálynál alkalmazotthoz. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy Ausztrália nagyban törekszik arra, hogy Virginia-osztályú és a még csupán tervezés alatt álló Aukus-osztályú tengeralattjárói minél több rendszerükben mutassanak azonosságot. Ennek oka elsősorban a logisztikai ellátás és a személyzet kiképzésének egységesítése. Fontos különbség azonban, hogy az amerikai tengeralattjárók S9G típusú atomreaktorokkal készülnek, amelyek üzemeltetése némi eltérést mutathat a Rolls-Royce gyártmányától. A tengeralattjáró végleges meghajtási rendszeréről még nincs hivatalos információ. Mivel azonban a tervek a már hadrendbe állított Astute-osztályon alapulnak, valószínűsíthető, hogy az azokon és a Virginia-osztályú egységeken használt víz-sugár-hajtóművet fogják alkalmazni, ezzel teljesen háttérbe szorítva a hagyományos, kevésbé hatékony és nagy zajjal működő hajócsavarokat.

Az eddig nyilvánosságra hozott tervek és számítógépes ábrák alapján az Aukus kialakítása hasonló lesz a Virginiához: áramvonalas hajótest, ahhoz íves átmenettel csatlakozó toronnyal. Utóbbival kapcsolatban kétféle ábrázolás is megjelent: egy hagyományos kialakítás, valamint egy áramvonalasabb koncepció, amelynél a torony teljes belépőjele éles szögben döntött. Ez utóbbi megoldást először az új generációs brit SSBN, a Dreadnought-osztály tervein lehetett látni. (Érdemes megjegyezni, hogy a szovjet és orosz egységeken már évtizedek óta alkalmazzák a zömök, áramvonalas toronykialakítást, kihasználva annak előnyeit.)¹ [13] A mellső merülő kormánylapok – a brit tengeralattjárókra jellemző módon – az orr-részbe behúzhatók, ezáltal elkerülhető azok sérülése, amikor a felszínre emelkedések során a toronnyal kell áttörni a sarki jeget. A hátsó kormánylapok az eddig főként dízel-elektromos tengeralattjárókra (például a Collins-osztályra) jellemző X elrendezést kapnak. Ez a kialakítás csökkenti a hajótest űrszelvényének szélességét, így könnyebb és biztonságosabb manőverezést tesz lehetővé a kikötőkben és a sekély vizekben. Érde-

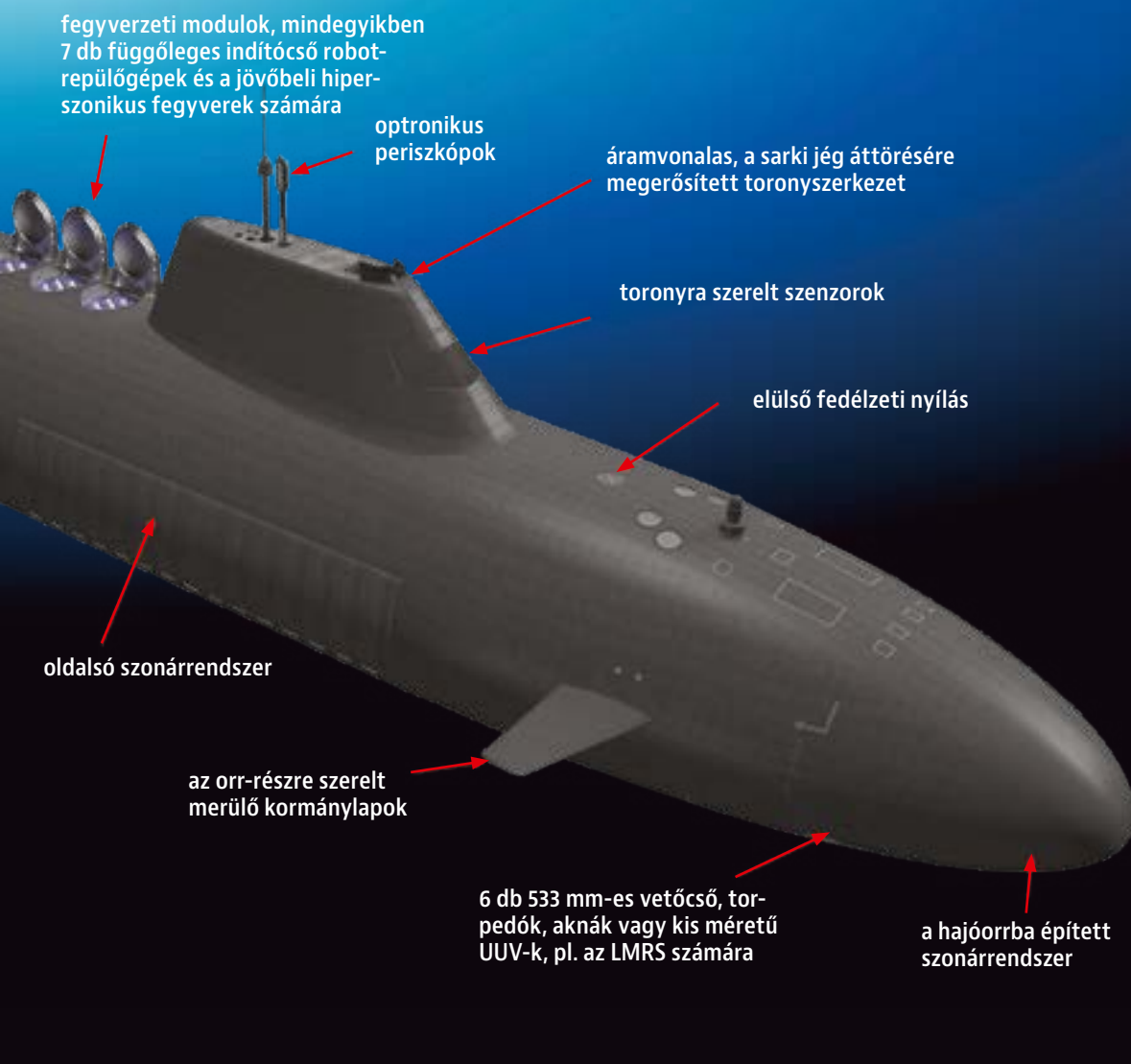


mes megjegyezni, hogy az új amerikai Columbia-osztályú SSBN atom-tengeralattjárók is X alakú kormánylapokkal lesznek felszerelve, ami jelentős újdonságnak számít a rakétahordozó atom-tengeralattjáróknál.

Egyelőre kevés a konkrét információ arról, hogy milyen kommunikációs, szenzor- és fegyverrendszerekkel lesz ellátva az Aukus-osztály. Ami biztos, hogy ezek fejlesztésében az Egyesült Királyság és Ausztrália nagyban támaszkodni fog az USA-ra, ami nemcsak a jelentős és fejlett technológiai transzfer, hanem az interoperabilitás miatt is előnyös lesz mindhárom ország számára. Az érzékelők és a kommunikációs eszközök várhatóan a Virginia-osztálynál már alkalmazott rendszerekhez hasonlóak, illetve azok továbbfejlesztett változatai lesznek, továbbá a fegyverzet Mk 48 torpedókból és robotrepülőgépekből fog állni.

¹ A szovjet Victor, Sierra, Akula (NATO-kód) tengeralattjárók zömök, áramvonalas, uszonyra emlékeztető toronykialakítása egyrészt gyorsabb és hidrodinamikailag kevésbé zajos haladást biztosított, másrészt ezek a részek jobban ellenálltak a jégpáncél áttöréseknek, az északi-sarki felszínre emelkedések során. A nyugati tengeralattjárókra egészen ez idáig kevésbé áramvonalasnak tűnő és magasabb tornyokat építettek.

SSN(R) Aukus atom-tengeralattjáró első koncepciója



6. ÁBRA. SSN (R) jelzetű terv a brit Astute-osztály leváltására. Az már bizonyos, hogy ehhez az elképzeléshez hasonló kialakítású lesz az új ausztrál SSN AUKUS is: a hajótestet függőleges indítócsövekkel szerelik fel, amelyek a hagyományos típusok mellett a legmodernebb, akár hiperszonikus sebességre is képes robotrepülőgépek és rakéták indítására is alkalmasak lesznek [5]

A fegyverzet mennyiségéről és a robotrepülőgépek pontos típusáról még nincs pontos információ. Friss források szerint az Aukus-osztályt függőleges vetőcsövekkel is felszerelik, így a robotrepülőgépek azokból és a vízszintes torpedóvetőcsövekből egyaránt indíthatók lesznek. Kérdéses az is, hogy ott lesznek-e a torpedók között az aknákat autonóm módon felderíteni képes LMRS-ek. Bár az első ausztrál példányoknak csak a 2040-es évek elejétől kellene szolgálatba állniuk – jelenleg öt, Ausztráliában gyártott SSN AUKUS tengeralattjáró rendszeresítéséről van szó –, mégis vannak, akik már most aggódnak a határidők és a költségkeret túllépése miatt. [12]

A kritikus véleményt megfogalmazókat megnyugtathatja, hogy Ausztrália láthatóan komolyan veszi az infrastrukturális háttér felkészítését. Atom-tengeralattjárókat ugyanis nemcsak beszerezni, hanem üzemben tartani és építeni is nehéz. Komoly kihívást jelent az üzemeltetéséhez szakembereket biztosítani, valamint a kiegészítő radioaktív fűtőegységek és a leselejtezett eszközök biztonságos

szétszerelése és ártalmatlanítása is. Amint azt a 3. részben részleteztük, egészen a közelmúltig Ausztrália semmilyen atomiparral nem rendelkezett, szinte a nulláról kellett elkezdenie az építkezést. Bár az Osborne-i hajógyárban korábban már építettek tengeralattjárókat – pl. a Collins-osztály egységeit –, de nukleáris hajtást és azok tartozékait még soha. Az elsődleges feladat az ott található infrastruktúra fejlesztése és az ott dolgozó szakemberek felkészítése. Az atom-tengeralattjárók kikötőkben történő kiszolgálásában már rendelkeznek némi tapasztalattal, hiszen az amerikai és brit egységek rendszeresen látogatják az ausztrál kikötőket, ahol az ellátási feladatokban az ausztrál tengerészek is részt vesznek. A nukleáris hajtás üzemeltetése során a keletkező kisebb szennyezettségű hulladékokat – például a védőfelszereléseket, a szerszámokat és az elhasznált alkatrészeket –, valamint az évtizedeken keresztül sugárzó radioaktív fűtőelemeket és leszerelt egységeket Ausztrália területén fogják semlegesíteni, amire a felkészülés már szintén megkezdődött.

7. ÁBRA. A Boeing LMRS-rendszer ugyanolyan szabványméretekkel rendelkezik, mint a torpedók, így betöltésének folyamata is hasonló ahhoz, mint amikor a torpedókkal és más fegyverrendszerekkel látják el a Virginia-osztályú egységeket [8]



8. ÁBRA. Számítógéppel készített illusztráció a merülésben haladó SSN AUKUS-ról. Az ábrán jól megfigyelhető az orron elhelyezett merülő kormánylap és a taton az X elrendezésű vezérsík a vízszághajtóművel [4]



ZÁRSZÓ

Az Ausztrál Védelmi Erők látszólag mindig „túlméretezettek voltak” az elmúlt évszázadban is a lakosság számához és Ausztrália költségvetéséhez képest. Korábban repülőgéphordozót is üzemeltettek, és a brit Vulcan bombázók rendszeresítését fontolgatták [14]. Végül azonban – az USA-n kívül egyetlen országgént – az F-111-es közepes bombázók mellett döntöttek. [15] Bár a hivatalos ausztrál álláspont szerint a Canberra-osztályú helikopterhordozón nem rend-

szerezik a STOVL-képességű (Short Take-off and Vertical landing – rövid kifutópályáról felszállásra és függőleges leszállásra alkalmas) F-35B vadászgépeket, a technikai feltételek adottak, így a jövőbeni alkalmazásuk pusztán döntés kérdése. Mivel a hajók rendelkeznek a STOVL-rendszerű repülőgépek üzemeltetéséhez szükséges „súgró sánccal”, lehetőség nyílik a szövetségesekkel való együttműködésre. A japán, brit vagy amerikai F-35B-kkel megvalósuló „keresztüzemeltetés” révén Ausztrália – ha csak korlátozottan is – ismét repülőgéphordozó képességhez juthat. [16] Azt gondolhatnánk, hogy az elmúlt hidegháborús viszonyok mellett sem volt indokolt az ilyen mérvű fegyverkezés, a speciális földrajzi elhelyezkedés védelmében. Valójában azonban éppen ez a tényező – a hatalmas partvidék, a két óceán és az azokhoz tartozó kereskedelmi és biztonságpolitikai érdekek – indokolja, hogy Ausztrália mintegy „megelőzve a bajt” már jóval a szárazföldi határaitól távol érvényesítse védelmi stratégiáját. Ezt a célkitűzést kizárólag erős, korszerű flottával és a hozzá tartozó modern tengeralattjárókkal tudja biztosítani a jelenben és a jövőben egyaránt. A térség stratégiai fontossága, a tengeri hajózási útvonalak, valamint a csendes-óceáni szigetvilág és a tengerfenék hatalmas nyersanyag- és energiakészletei más államok figyelmét is felkeltették. Kína többször is kijelentette, hogy nagyobb befolyást és ellenőrzést kíván gyakorolni a fent említett területek felett. Az elmúlt két évtizedben olyan intenzív kékvízi flottafejlesztésbe kezdett, hogy a felszíni egységek mennyiségében már lehagyta az Egyesült Államokat is, [17] így, ha kell, politikai экспанзиóját a diplomácián túl akár tettekkel is megvalósíthatja...

1. TÁBLÁZAT. A csendes-óceáni térségben jelenleg és a jövőben szolgálatba álló SSN atom-tengeralattjárók főbb technikai adatai

Osztály/típus	Virginia (Block IV)	Astute	Aukus	Jaszeny	Type 093/Shang	Arihant*
Gyártó ország	USA 	Nagy-Britannia 	Nagy-Britannia/Ausztrália  	Oroszország 	Kína 	India 
Hajótörzs hossza [m]	115	~ 97	n.a.	139	108,5	111
Hajótörzs szélessége [m]	10	11,3	n.a.	13	11	11
Vízízorítás felszínen / merülésben [t]	? / 7900	~7400 / 7800 <	? / ~ 10 000	~8600 / 1800	? / 6675	5900 / 6600
Meghajtás	1 × 596 nyomottvízes atomreaktor, 210 [MW] 2 × gőzturbina, 29 400 [kW] (40,000 [LE]) egy tengely hajócsavarral, vízszághajtómű	1 × Rolls-Royce PWR2 nyomottvízes atomreaktor, vízszághajtómű	1 × RollsRoyce PWR? nyomottvízes atomreaktor, vízszághajtómű?	OK-650KPM nyomottvízes reaktor 200 [MW] gőzturbinák 31 605 [kW] (43,000 [LE]) egy hajócsavar	2 × 70–75 [MW] nyomottvízes atomreaktor, egy hajócsavar vagy vízszághajtómű típusváltozattól függően	1 nyomottvízes atomreaktor 83 [MW] egy hétlapátos hajócsavar
Sebesség merülésben [km/h]	46	56	n.a.	65	52–56	44
Merülési mélység [m]	240	300<	n.a.	450<	n.a.	300<
Fegyverzet	4×533 [mm] torpedóvetőcső 25 db Mk 48 torpedó és/ vagy UGM–84 hajók elleni robotrepülőgépek 12 db függőleges indítócső Tomahawk robotrepülőgépek indításához	6×533 [mm] torpedóvetőcső 38 db Spearfish torpedó, aknák, Harpoon vagy Tomahawk robotrepülőgépek számára	Mk 48 torpedók és robotrepülőgépek	10×533 [mm] Futlár (Fizik-2) torpedók, 32 db függőleges indítócső Onyksz hajók elleni és Kalibr robotrepülőgépek számára	6×533 [mm] torpedóvetőcső Yu-3, Yu-4, Yu-6 torpedók, YJ-18 és YJ-82 hajók elleni robotrepülőgépek indításához	6×533 [mm] torpedóvetőcső 30 torpedó, aknák vagy robotrepülőgépek, 4 db függőleges indítócső 12 db K-15 vagy 4 db K-4 ballisztikus rakéta
Személyzet létszáma (fő)	135	98–109	n.a.	85	100	95
Darabszám [db] legyártott/tervezett	24/66 ? +3 Ausztráliának	5/7	0/12 + 5 Ausztráliának	5/12	6/10	2/4
Rendszeresítés éve	2020.	2010.	2030–2040.	2013.	2006.	2016.
Rendszeresítő országok	USA, Ausztrália	Nagy-Britannia	Nagy-Britannia, Ausztrália	Oroszország	Kína	India

* Az ARIHANT valójában SSBN-kategóriájú, tehát nukleáris meghajtású ballisztikusrakéta-hordozó tengeralattjáró. Mivel azonban India saját fejlesztésű atommeghajtású támadó-tengeralattjárója (SSN) még csak a tervezési fázisban tart, az összehasonlításban az Arihant képviseli az indiai atomtengeralattjáró-képességet.



9. ÁBRA. A USS Oregon (SSN-793) Virginia osztályú atom-tengeralattjáró próbaútja 2022-ben. A típus azon egységeket esélyese, amelyeket az AUKUS-megállapodás keretében, 2030 után adhatnak át az ausztrál haditengerészetnek [11]

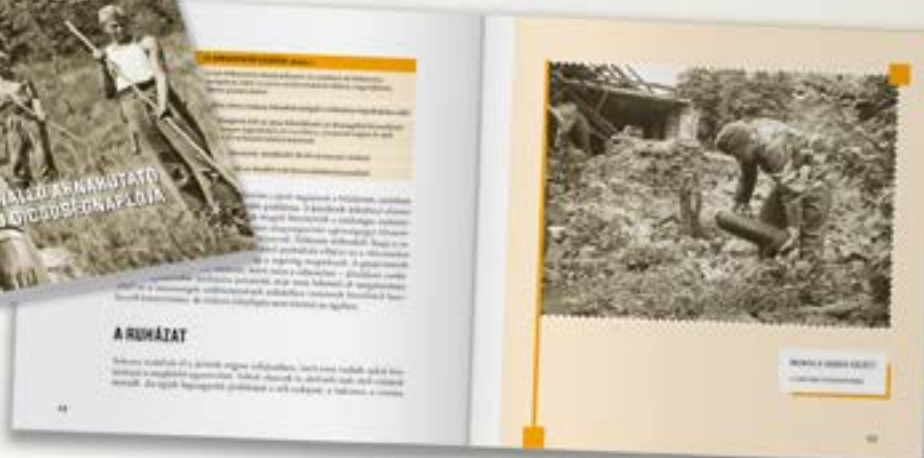
HIVATKOZÁSOK

- [1] Langford, Craig: Work begins on future British nuclear attack submarine. 2025.06.28. <https://ukdefencejournal.org.uk/work-begins-on-future-british-nuclear-attack-submarine/> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [2] Sárhídi Gyula – Szabó Miklós: Atom-tengeralattjárók, 1954–2004. Zrínyi Kiadó, Budapest, 2005, 37.
- [3] Robinson, Martin: How Trump unleashed awesome arsenal on Assad... 2017.04.07. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-4389482/How-Trump-unleashed-awesome-Mediterranean-arsenal-Assad.html> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [4] Altman, Howard: Everything We Know About The Future SSN-AUKUS Submarine's Configuration. 2023.03.15. <https://www.twz.com/everything-we-know-about-the-future-ssn-aucus-nuclear-submarines-configuration> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [5] Royal Australian Navy (RAN) 2040. 2024.04.24. <https://svppbellum.blogspot.com/2024/04/royal-australian-navy-ran-2040-il-primo.html> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [6] Keller, John: Navy eyes latest version of Virginia-class attack submarine with laser weapon and seabed warfare capability. 2024.10.24. <https://www.militaryaerospace.com/sensors/article/55234966/general-dynamics-mission-systems-submarine-seabed-warfare-laser-weapon> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [7] Northrop delivers first Block IV LWMAA shipset for US Virginia submarines. 2016.12.04. <https://www.naval-technology.com/news/newsnorthrop-delivers-first-block-iv-lwmaa-shipset-for-us-virginia-submarines-5683321/?cf-view> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [8] AN/BLQ-11 Autonomous Unmanned Undersea Vehicle. <http://www.navaldrone.com/AN-BLQ-11.html> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [9] Long Term Mine Reconnaissance System [LMRS]. <https://man.fas.org/dod-101/sys/ship/weaps/lmrs.htm> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [10] Salisbury, Emma: AUKUS still has a Virginia problem. 2025.10.07. <https://www.fpri.org/article/2025/10/aucus-still-has-a-virginia-problem/> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [11] A kép forrása: <https://www.seaforces.org/usnships/ssn/SSN-793-USS-Oregon.htm> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [12] Briggs, Peter: SSN AUKUS is at the back of the queue. 2024.02.27. <https://www.aspistrategist.org.au/ssn-aucus-is-at-the-back-of-the-queue/> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [13] Gibbons, Tony – Miller, David: Korszerű Hadihajók. Kossuth Könyvkiadó, 1993, 65.
- [14] Eyre, David C.: AVRO Vulcan. 2019.05.19. <https://aeropedia.com.au/content/avro-vulcan/> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [15] Batchelor, John – Lowe, Malcolm V.: A repülés enciklopédiája 1945–2005. Gabo Könyvkiadó, 2006, 213.
- [16] Farley, Robert: The F-35B and Australia's Canberra-class: Still a Chance? 2019.02.14. <https://thediplomat.com/2019/02/the-f-35b-and-australias-canberra-class-still-a-chance/> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [17] Bajema, Natasha: Rewriting the Rules of Submarine Stealth. 2024.12.16. <https://foreignpolicy.com/2024/12/16/submarine-stealth-aucus-nuclear-powered-china/> (Letöltve: 2026.01.04.)
- [18] Australian Submarine Agency Annual Report 2023–24. The Optimal Pathway. <https://www.transparency.gov.au/publications/defence/australian-submarine-agency/australian-submarine-agency-annual-report-2023-24/chapter-2%3A-australian-submarine-agency-overview/the-optimal-pathway> (Letöltve: 2026.02.04.)

Az egyetlen terület, ahol nemcsak minőségi, hanem jelentős mennyiségi elmaradásban van, az atom-tengeralattjárók alkalmazása, így logikus lépésnek tűnik, hogy a nagyszámú felszíni hadihajók ellen nagy mennyiségű, csúcstechnológiával felszerelt támadó tengeralattjárókkal védekezzenek. Ezt teszi az Egyesült Államok a jelentős számban megrendelt és rendszeresített Virginia-osztályú atom-tengeralattjárókkal. Mivel Ausztrália nem kíván kizárólag az USA-ra támaszkodni védelmi politikájában, így katonailag érthető és elfogadható terv a saját atom-tengeralattjárók rendszeresítése. Jelenleg nincs esély Kína külpolitikai törekvéseinek mérséklődésére.

Emiatt – részben a kínai expanzióval szemben, részben saját érdekeiket követve – a térség meghatározó országai is jelentős haditengerészeti fejlesztésekbe kezdtek. Bár ezen beruházások intenzitása elmarad a kínaitól, Indonézia, Vietnám és India mellett a távolabbi, de a tengeri kereskedelem szempontjából jelentős államok, mint Pakisztán, Irán vagy a Perzsa-öböl országai is ütemesen fejlesztik flottájukat. Nem lebecsülendő az orosz csendes-óceáni flotta jelenléte sem. Bár az elmúlt évtizedekben az olyan hagyományos meghajtású dízel-elektromos tengeralattjárók, mint amelyeket most még Ausztrália is használ, jelentős fejlődésen mentek keresztül, még az új AIP- (levegőfüggetlen) rendszerű egységek sem biztosítanak olyan kapacitást, mint a tartósan vízfelszín alatt nagy sebességgel haladás, mert akkumulátorkapacitásuk és gázolajkészletük, egyszóval hajtásláncaik energia-tartalékai végesek ehhez. Ezzel szemben a nukleáris hajtás elméleti síkon korlátlan, gyakorlatban akár hónapokig lehetővé teszi, hogy az atom-tengeralattjáró merülésben nagy sebességgel kísérjen vagy üldözzön repülőgép-hordozó flotta-kötelékeket, együttműködjön szövetséges atom-tengeralattjárókkal, vagy felderítsen és megtámadjon ellenséges, akár rakétahordozó atom-tengeralattjárókat, még mielőtt azok rakétaikkal megelőző csapást mérhetnének a szárazföldi célpontjaikra. Mindemellett az olyan egységek, mint a Virginia vagy a jövőbeni Aukus korszerű szenzor- és szonárrendszereikkel biztonsággal manőverezhetnek majd a sekélyebb vizekben is a fenéknek vagy zátonynak ütközés veszélye nélkül, így az eddig ezen a területen a kisebb és csendesebb dízel-elektromos egységek nyújtotta előnyökkel, például különleges egységek partra helyezésében is hatékonyabban tudnak majd részt venni. Ha szükséges, az új atom-tengeralattjárók robotrepülőgépeikkel szárazföldi célpontokat is támadhatnak majd, sőt a jövőben új fegyverrendszereket, akár lézersugárral romboló eszközöket is integrálhatnak fedélzetükre. Megállapítható, hogy a nukleáris meghajtású tengeralattjárók rendszeresítése az ausztrál védelmi stratégia hosszú távú képességfejlesztési irányvonalába illeszkedik, és a regionális biztonsági környezet változásaira adott strukturális válaszként értelmezhető. Az, hogy az ország gazdasági teljesítőképessége ismeretében ez a teljes élettartamra vetítve mennyire kifizetődő az újabb dízel-elektromos, vagy AIP-rendszerű egységek vásárlásához képest, már mellékes kérdés, hisz a fent említettek szerint Ausztrália és a térség biztonságát az erős és potens ausztrál flotta fogja biztosítani. ■

Könyvesbolt: 1024 Budapest, Fillér utca 14.



Hadházi Sándor könyve a tüzszerezetek hősi munkáját idézi fel, akik a mesztegnyői halálmező mentésével életüket kockáztatva tették biztonságossá az elaknásított területeket.

A Zrínyi Kiadó újdonságai



A Magyar katonai híradás története sorozat harmadik kötete a magyar katonai híradás második világháború utáni történetét dolgozza fel egészen az 1970-es évek végéig. A szöveg mellett illusztrációk, képek, szervezeti ábrák és táblázatok tárják elénk az új Magyar Honvédség, majd a Magyar Néphadsereg híradószervezeteinek és -csapatainak történetét.



shop.hmzrinyi.hu



HAJDU PÉTER*

A MAGYAR KÉTÜLÉSES FOKKER D.VII-ESEK TÖRTÉNETE



1. ÁBRA. Négyágú légsavarral felszerelt H.08-as a Mátyásföldi repülőtéren. Az ilyen légsavart általában egy 200 LE-s Daimler-motorral forgatták. A felső szárnyon 4 db üzemanyagtartály látható (Forrás: Winkler Aero Archiv)

Összefoglalás: Az első világháború végén a Fokker D.VII-es korának egyik legjobb vadászpilóta volt. A nagy háborút követően kétüléses változatok is készültek, és néhány országban tovább használták őket. A kétüléses D.VII-esek építése Magyarországon is elkezdődött, de a központi hatalmak októberi veresége és az Osztrák–Magyar Monarchia felbomlása miatt a gyártást kénytelenek voltak leállítani. A Tanácsköztársaság alatt legyártottak tíz példányt, melyekből legalább egy részt vett harci bevetéseken. A cikk a Magyarországon repült kétüléses Fokker D.VII-esek történetét ismerteti, eddig csak szűk szakmai körben publikált dokumentumok és források alapján, új kutatási eredményekkel kiegészítve azt.

Kulcsszavak: I. világháború, kétüléses Fokker D.VII, 200 LE-s Austro-Daimler motor, Magyar Általános Gépgyár, Anthony Fokker

Abstract: At the end of World War I, the Fokker D.VII was one of the best fighter aircraft of its time. After the Great War, two-seat versions were also produced and continued to be used in some countries. The construction of two-seat D.VII's also began in Hungary, but due to the defeat of the Central Powers in October and the dissolution of the Austro-Hungarian Empire, production was forced to stop. During the weeks of the Soviet Republic in Hungary, ten were produced, of which at least one participated in combat missions. The article describes the history of the two-seat Fokker D.VII's flown in Hungary, based on documents and sources previously published only in a narrow professional circle, including new research results.

Keywords: World War I, two-seat Fokker D.VII, 200 hp Austro-Daimler engine, Hungarian General Machine Factory, Anthony Fokker

BEVEZETŐ

Az I. világháború késői időszakának egyik legjobb vadászpilóta volt, a német Fokker D.VII-esből kétüléses verziók is készültek, melyekből legalább egy a magyar Tanácsköztársaság harcaiban is részt vett. A típus magyarországi gyártásáról és működéséről dokumentumok hiánya miatt azonban alig tudunk valamit. Ami biztos, hogy a Fokker cég jó kapcsolatokat ápol a budapesti Magyar Általános Gépgyár Rt.-vel (MÁG), amely a Fokker harci repülőket licen-

gyártotta a háború alatt a Császári és Királyi Légyárócsapatok (k. u. k. Luftfahrtruppen) részére, így a kétüléses verziót az eredeti tervek alapján gyárthatták le. Korábban csak a magyarországi Tanácsköztársaság idején készült fényképeken látható kétüléses Fokker D.VII-esek jelenléte volt bizonyítható. Ezen a néhány fényképen kívül az utóbbi évtizedekben új adatok voltak olvashatók (pl. Valerin Avram vagy Czirik Zoltán munkáiból), amelyek segítik tisztázni a repülőgépekről elterjedt számos téves információt.

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



A kétüléses Fokker D.VII-est tévesen Fokker C.I-esként azonosították néhány hazai tanulmányban,¹ holott valójában két különböző típust képviseltek. Ugyanis a repülőgépek elnevezése a gyártó nevéből (pl. Fokker), a repülőgép típusát jelző nagybetűből és egy római számból mint modellszámból álltak. A D.VII a Fokker cég együléses kétfedelű vadászgépének hetedik konstrukciója volt. Ha a repülőgépet licenc alapján gyártották, azt a cégnév zárójelbe tett rövidítése jelezte: például Fokker D.VII (MAG), amely a Magyar Általános Gépgyára utal. Az osztrák–magyar repülőgéptípusok kódolása [1] megfelelt a német légierő kódjának (volt olyan repülőgép, ami eltérő modellszámot kapott), jelen tanulmányban csak a témát érintő két típust ismertetjük. A „C” típuskód a kétfedelű, kétüléses, felfegyverzett és 160 LE-nél erősebb motorral ellátott, többcélú repülőgépek jelzése volt. A „D” típuskód a kétfedelű, együléses harci repülőgépek jelzése, amelyek fixen beépített, előretüzelő géppuskával voltak felfegyverezve. A konstruktőr, Anthony Fokker² a háború végi kaotikus állapotok miatt Németországban már nem tudta elérni, hogy hadrendbe állítsák az új kétüléses típust, így az típuskódot sem kaphatott.

Anthony Fokker az együléses Fokker D.VII prototípusai (V11 / V18 / V22 / V24) után kifejlesztette a repülőgép kétüléses verzióit. Az első V35 jelzésű [2] kétüléses D.VII-es ketős kezelőszervvel volt felszerelve, így ez a verzió oktató repülőgépként is funkcionált. Az üzemanyagtartályt – amely eredetileg a motor mögött volt – a kerekek közötti vastag szárny helyére, a pilóta elé építették be, míg az utasülést a súlyponthoz közel helyezték el. A személyzet hátsó tagja számára viszont szűkös, korlátozott volt a hely. A második Fokker V38 [2] a BMW-motoros D.VII megnövelt méretű, kétüléses variációja volt. A V38-ban több hely volt a hátul ülő megfigyelőnek és egy körbeforgatható géppuskának. Ez volt a háború utáni sorozatban gyártott Fokker C.I prototípusa. A D.VII-hez képest a különbség nyilvánvaló: nagyobb szárnyfeszításvonal, törzshossz és magasság. (1. táblázat) [2]

A legyártott és a háborúban már be nem vetett Fokker C.I-eseket, illetve a maradék D.VII-eseket tervezőjük (alkatrészekkel, nyersanyagokkal együtt összesen hat vontatszerelvénnel) Hollandiába szállította. Fokker Amszterdamban repülőgyárat alapított, ahol tovább gyártotta a kétüléses C.I-eseket [3] és az együléses D.VII-eseket. (Az első még Németországban készült példányok voltak.) Fokker holland üzeme is használt egy módosított kétüléses D.VII-est [3] személyszállítási feladatokra.

Az I. világháború után megmaradt és módosított kétüléses Fokker D.VII-esekről nagyon keveset tudunk. Szinte csak annyi biztos, hogy géppuska-körsínnel nem voltak felszerelve, szemben a C.I-esekkel. Számukat csak Németországban 4-6 példányra becsülik, és még többre azokét, amelyek nem lettek dokumentálva. Ezt a zűrzavart később az is fokozta, hogy többen saját maguk építettek vagy



módosítottak együléses D.VII-eseket kétülésessé a tervezővel való egyeztetés nélkül. Ezek nagyrészt műhelyekben átalakított együléses repülőgépek voltak, így erősen különböztek egymástól. Egy részüket kerekek közötti, más részüket a felső szárnyba szerelt benzintartállyal látták el. Létezett egy 1924-től utángyártott 9 darabos, a német polgári piacot megcélzó kétüléses kis széria, amelyet Huffer HSD II. / H9 néven építettek, de D.VIII típusként [3] is említik őket. Ezek már jelentősen eltértek az eredeti Fokker D.VII-esektől és egymástól is. Felhasználták őket sportcélokra kívül utasszállításra, reklámcédulák szórására vagy transzparensvontatásra.

A MAGYARORSZÁGI KÉTÜLÉSES FOKKER D.VII-ESEK

Az egyik legfontosabb írott forrás a kérdéses repülőkről Valerin Avram román történész tanulmánya, [4; 40.] amelyben felsorolja a románok által 1919-ben zsákmányolt Fokker D.VII-es repülőgépek lajstromszámait:

Fokker (93.10, 93.11, 93.12, 93.13 sérült, 93.14, 93.15 sérült, 93.16, 93.17, 93.18, 93.19, 93.20, 93.21, 93.22, 93.23, 93.24, 93.25, 93.26; H.1-196.30, H.4-197.42, H.5-197.44, H.6-197.45, H.7-197.46, H.8-197.47 gy.sz., H.9 kétkormányos, H.10 kétüléses).

Ezen forrás szerint a 196-os és 197-es szériaszámmal készült repülőgépek kapták a H.01–H.10 jelzést. Ezekkel a szériaszámokkal az a probléma, hogy az osztrák–magyar repülőcsapatok által alkalmazott számozásnál 93-as volt az utolsó MÁG-szériaszám³ az osztrák–magyar dokumentumokban, [5] és csak az itt publikált forrás szerint – 12 típust kihagyva – kezdték használni a 196-os szériaszámot. A Magyar Általános Gépgyár (MÁG) volt a Monarchia 9-es számú gyára, ezért 9-essel kezdődött a szériaszám. Az ezt követő szám volt a gyár által gyártott típus [6] jelzése: 91-es Aviatik C.I-es kétüléses, 92-es Aviatik D.I vadászgép 200 LE motorral, 93-as a Fokker D.VII-es együléses vadászgép 225 LE-s motorral. [5; 410.] A kísérleti és prototípusok jelzése a 90-es szériaszám [6] volt. A gyár motorgyártó részleggel [7; 614.] is rendelkezett, ahol az Austro-Daimler licencek alapján ott gyártott (MÁG) Daimler-motorokkal [8] szerelték fel a saját gyártású repülőgépeket.

2. ÁBRA. A H.02-es 1919. június elején Páztón, a MÁG-gyártású Fokkeres tipikus zárt motortakaró lemezeivel (Forrás: Winkler Aero Archiv)

¹ Többek között Repülés 1968/3, 50. o. vagy Aero História 1989/5, 49. o. Érdekes továbbá Vajdáné Csizmarik Irén: A Magyar Tanácsköztársaság légereje c. tanulmánya (Hadtörténelmi Közlemények, 1969/2), amelyben a „magyar Fokker C.I-es” egy szinkronizált és egy forgatható géppuskával volt felszerelve, és Hollandiából került hazánkba.

² Anton Herman Gerard „Anthony” Fokker (Blitar, Indonézia, 1890. ápr. 6. – New York, USA, 1939. dec. 23.) holland repülőgéptervező, a repülés és a repülőgépgyártás egyik úttörője, a szinkronizált géppuska egyik kifejlesztője.

³ A repülőgépek gyártási azonosítószámát (szériaszám, pont, sorozatszám) a légierőnél lajstromszámként is használták. Ezenkívül, a szériaszámot a korabeli forrásokban a típus azonosítására is alkalmazták: a „92-es típus” vagy „348-as szériájú repülőgép”.



3. ÁBRA. Az egyetlen ismert fotó a H.02-es jobb oldaláról, elől a Daimler-motor hat kipufogócsöve látható. A hátsó ülésnél a géptörzsre egy repülőműszert szereltek (Forrás: Winkler Aero Archiv)

Felvetődik a kérdés, hogy az 1918. novemberi katonai összeomlás után eltértek-e a már megszokott számozástól. Épp ellenkezőleg, a magyar kézen maradt gyárak tovább használták a k. u. k. által alkalmazott számozásokat. A 93.01 jelzésű mintapéldány 1918. október 11-én repült először, és egy október végi jelentésben a MÁG-nál 35 Fokker D.VII-es a végső összeszerelési fázisban, emellett további 25 gép (részei) folyamatban volt.⁴ Ezekből 1919 májusától már kb. 10 repült, főleg a 8. vörös repülőszázad állományában. A fotók alapján a 93.02 (ezt korábban 93.03-ként azonosították, de a modern digitális képjavító technológia alkalmazása révén valószínűbb a 93.02), 93.07 és 93.09 lajstromszámúak kerültek bevetésre. [9; 67.] A többségüket a gyárban vagy a cinkotai Anyagszertárban tárolták. Az ugyanebben a gyárban készített 92-es szériájú Aviatik D.I-es vadászpilóta gyártását folytathatták a megrendelt 172. példányig, és a számozástól ennél a sorozatnál sem tértek el. [7; 617.]

Ki kell térni egy magyar repüléstörténeti szakirodalomban hivatkozott [6; 115.] 1919. április 6-ai jelentésre, ami szintén félreértésekre adott okot. Az adott napon a 8. repülőszázad gépállománya a következő Fokkerekből állt: „négy darab német eredetű Fokker D.VII (BMW-motoros) együléses vadászgép, a 93.03 és 93.07 jelű MÁG Fokker D.VII együléses és a 93.02 (H.02) és 93.08 (H.08) jelű kétüléses MÁG Fokker D.VII harcizrepülőgép...”. Mindez azt valószínűsíti, hogy a 93.02-es azonos a H.02-vel és a 93.08-as a H.08-assal. Ezzel szemben, ha összevetjük a 93.02-ről és a H.02-ről, valamint a 93.09-ről és a HD.09-ről készült fényképeket, [8][9] látható, hogy különböző repülőgépeket takarnak az egyedi azonosítók. Továbbá a román szákmánylistában is külön tételként szerepel a 93.10 együléses és a H.10 kétüléses repülőgép. Nyilván a korabeli írott források hiánya miatt alakult ki ez a feltételezés (aminek pontos forrását szintén nem ismerjük). [10]

Azonban, ha elhagyjuk a „gyári számból” a pontot (H.1-19630, H.4-19742, H.5-19744, H.6-19745, H.7-19746, H.8-19747),

azt feltételezhetjük – a korabeli repülőszázadi jelentések vagy kiutalási jegyzőkönyvek alapján –, hogy a lajstromszám mellett valóban a repülőgépmotor azonosítószámát adhatták meg. Ez igen valószínűnek tűnik, hiszen a hathengeres, 200 LE-s MÁG-gyártású (!) Daimler soros motorok azonosítószámai 19500–19999 közé [1] estek. Viszonyításként a győri repülőosztálynak 1919. február 3-án az alábbi, a MÁG által gyártott és ugyanott készült 200 LE-s motorral felszerelt Aviatik D.I vadászgépeket utalták ki: 92.148 (19725), 92.149 (19729), 92.150 (19736), 92.156 (19724). [11; 309.]

Amennyiben egy osztrák–magyar repülőgép (pl. Aviatik C.I-es) négytollú légsavarral volt felszerelve, az biztos jele volt annak, hogy 200 LE-s Daimler-motor hajtja. [5] A kétüléses Fokkerek közül a H.08 lajstromszámú négyágú légsavarral volt ellátva (1. ábra), ami megerősíti a 200 LE-s verzió használatát. Ahol a motorlemez hiányoztak (1. és 4. ábra), ott láthatóvá váltak a Daimler-motorok jellegzetes „Y” alakú szívócsövei.

Nem volt szokatlan, hogy a MÁG Fokker D.VII együléses vadászgépeket 225 LE-s, és a kétüléseseket 200 LE-s Daimler-motorral szerelték fel; más repülőgépeknél is előfordult a többféle motor használata.⁶ Amikor 1918-ban a Monarchia hadvezetése kiválasztotta a Fokker D.VII-est, a Fliegerarsenal (Flars?) eredeti elképzelései szerint 200–240 LE-s Hiero motorokkal gyártották volna azokat. [5; 410.] Továbbá a monarchia részére készült két prototípust a V22/90.05⁸ és a V22/II. (Holzrumpf) jelzésűeket is 200 LE-s Austro-Daimler motorral [5][8; 72.] tesztelték.

A nagyobb teljesítményű 225 LE-s motorból 1919-ben hiány mutatkozott. Az ugyanezt a motort használó 348 szériájú aszódai gyártású Aviatik D.I-es első 50 legyártott példányából 35 db motor nélkül állt a cinkotai Anyagszertárban. [7; 617.] Úgy tűnik, hogy a szűkösen rendelkezésre álló 225 LE-s Daimler-motorokat igyekeztek az akkori legjobb magyar vadászgépnek, az együléses Fokker D.VII-eseknek fenntartani, míg a kisebb teljesítményű, ám rendelkezésre álló 200 LE-seket kapták a kétüléses Fokkerek és a 92-es Aviatik D.I-esek. Levéltári források tanúsítják, hogy a világháború után – a nehézségek ellenére is – a 200 LE-s motorokat továbbra is gyártották. Egy 1918. december 28-án kelt MÁG-jelentés említi, hogy a 200 LE-s Daimler-motorok közül 24 darabot készen átvettek és beraktároztak, egy darab még nincs átvéve, további nyolc esetében propellerbefutást végeznek, 26 darab pedig szerelésben van. [7; 615.]

Viszont a Monarchia Császári és Királyi Tengerészeti Repülőhadteste (Kaiserliche und Königliche Seefliegerkorps) nagybetűt használt típusjelként a szériaszám helyett. A Tanácsköztársaság csepeli vízirepülő százada például a K249 és K250 lajstromszámú „K” típusú repülőcsónakokat, vala-

⁴ Az együléses magyar Fokker D.VII-esek gyártását és történetét (1918–1935 között) részletesen lásd a [8] és a [9] tanulmányokban. Jelen cikkben csak az alapvető információkat közlöm a 93-as típusról.

⁵ Fokker schwerini üzeméből (Németország) 6 db félkész D.VII-est kapott a MÁG, amikbe 225 LE-s Daimler-motort szereltek.

Ezek voltak a „német” D.VII-esek. Az átvonuló német csapatoktól lefoglalt D.VII-esek között nem volt BMW-motoros. [8]

⁶ Például az aszódai gyártású Aviatik Berg D.I-es vadászpilóta, ami többféle (MÁG) Daimler-motort is használt: a 48-as széria 185 LE-set, a 248-as széria 160 LE-set, a 348-as széria 225 LE-set.

⁷ A Fliegerarsenal (Repülőarsenal), röviden Flars koordinálta az osztrák–magyar légierő anyagi és személyi ellátását, utánpótlását és fejlesztését.

⁸ A 90.05 lajstromszámú Fokker 19245 sorozatszámú, osztrák gyártású Austro-Daimler-motorjának teljesítményét egyes források 210 LE-ben adják meg.

Az angolok az ugyanebbe a szériába tartozó 19218 sorozatszámú, szákmányolt Austro-Daimler motort kielemezték (de pl. a német ZH6 Bosch gyűjtőmágnessel is), és ők is 200 LE-re állapították meg a teljesítményét. [The 200 h.p. Austro-Daimler aero engine, Flight International Magazine, 1918.10.31, 6–10.]

mint a C.1, C.2, C.3, C.5 lajstromszámú „C” típusú Brandenburg W.29-es úszótalpas vízirepülőket biztosan alkalmazta. [12] A Monarchiában használtak szárazföldi indítású tengerészeti Phönix D.I-es vadászipülőket (vagy fejlettebb verzióit) is, amelyek az A97–104, A107–118, A156–205 haditengerészeti jelzéseket kapták. [13] Később, 1918. augusztus 5-étől átnevezték őket J1–70-re⁹ (pl. A110-ból lett a J.12), ezekből a J.31 és a J.32 jelzésű vadászgép 1920-ban Magyarországra került. [14] A „szárazföldi” tengerészeti repülőket a haditengerészeti bázisok, Trieszt és Pula légvédelmét látták el. A dokumentumok hiánya miatt nem tudunk jelenleg arra választ adni, hogy a „H” jelzésű kétüléses D.VII-eseket eredetileg a tengerészeti légierőhöz szánták volna. Ide kapcsolódik, hogy Fokker budapesti fiókja 1918 végén jelezte, hogy az osztrákokat érdekli a D.VII-es hidrolán változata. Anthony Fokker ezért egy jachttervezővel úszótalpakat terveztetett, és ezt egy V.35 verzióra szereltette fel (csak később tesztelték a V.38 verzióval is). Tényleges gyártásra jóval a háború után Hollandiában került sor, Fokker C.IW [15] néven.

A kétüléses verzió technikai adatairól nincs megbízható forrásunk. Méretei hasonlóak az együléses D.VII-eshez. Mivel az első ülés előrébb került, a motor mögötti fő benzintartályt [8; 73.] megszüntették. Eredetileg (V.22 paramétere alapján [2]) a törzs előreszéiben 60 literes fő és 30 literes tartalék fém benzintartályok, valamint egy 12 literes olajtartály volt beépítve. Helyette a felső szárnyba helyeztek (1., 3., 7. ábra) négy áramvonalas benzintartályt, kettőt a bal, kettőt a jobb oldaliba (a két szárnyfőtartó és a törzsközi szárnybordák közé süllyesztették be őket). Az előrébb helyezett első ülés felett mélyebb lett a kivágás a felső szárnyon. Némelyik fényképen látszanak (1. ábra) a tartályokból a motorba vezető üzemanyag-vezetékek is. A repülőgépet két M16 Schwarzlose szinkronizált géppuskával szerelték fel. A géppuskák elhelyezése különbö-

zött az együlésesektől, ahol a motor felett helyezkedtek el, amint az a 93.02-nél [8; 71.] vagy a 3867-nél [9; 67.] látszik. A H.02-nél a motorhűtőn látható két kicsi lőrés (2. és 4. ábra) jelzi, hogy a géppuskákat besüllyesztették a motor felső része mellé, ahogy a 200 LE-s motort használó 92-es szériás Aviatik D.I-eseknél is. [5; 489.] Az még tisztázatlan kérdés, hogy melyik ülésből vezették a repülőgépet:

- a hátsó ülés jobb oldalán egy külső repülőműszer (1. és 3. ábra) látható a gép törzsén; a kerek kijelző a hátsó fülke felé néz; gyakran anemométert (légsebességmérő) szereltek a korabeli repülőgépek törzsére vagy szárnyára; [12]
- a H.08-ast (1. ábra) ábrázoló fényképen a hátsó fülke elején nem sima a faburkolat, hanem kerek foltok láthatók, amik lehetnek műszerek kijelzői;
- ha hajózót látunk a repülőgépben, az a hátsó fülkében ül pilótasapkában (7. ábra), vagy oda behajolva szerel; (2. ábra)
- több külföldi kétüléses változatnál látható, hogy a repülőgépet a hátsó fülkéből vezetik, az utas pedig elöl foglalt helyet (például Ernst Udet 10415/18 jelzésű Fokker D.VII-ese). [2]

A technológiai újdonságnak számító acélcsőváz-szerkezetet és a vastag szárnyakat világossárga¹⁰ repülőgépvaszonnal (Aeroleinen) burkolták. A motorburkolat természetes fémszínű volt. A szárnyakra alul-felül, a géptörzsek és a függőleges vezérsíkok oldalára fehér mezőben vöröscsillag-felségjel került. Ez a jelzés 1919. május 13-tól volt érvényben 1919. augusztus elejéig, némi keretet adva a Fokkernek működési idejének. A politikai bizonytalanság, a munkásleépítések, valamint a nyersanyaghiány nyilván ezt a „H” szériát is érintette (bővebben [6][7][8][9]), visszavetette a termelést. A Tanácsköztársaság március 21-i kikiáltása után kitört a nyílt fegyveres konfliktus. Az új vezetés utasította a repülőgépgyárakat a termelés



4. ÁBRA. A kétüléses H.02-es lajstromszámú Fokker D.VII (MAG) repülőgép leszerelt motorburkoló lemezekkel, így látható a 200 LE-s Daimler-motor (Forrás: Winkler Aero Archiv)

⁹ „A” Abwehrflugzeug: elhárító repülőgép; „J” Jagdflugzeug: vadászipülőgép. [13]

¹⁰ 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 alapos műszeres vizsgálatnak vetették alá. Az eredmények alapján az 1918-as színek hasonlítanak a következőkre a német RAL-színkálá szerint: RAL 7036 platinaszürke; RAL 7012 bazaltszürke; RAL 1015 világos elefántcsont (sárga).

folytatására. [6] Első intézkedésként a már kész egyesülés aszói Bergek berepüléséről és a vadászszázad szintén egyesülés Fokker D.VII-eséibe fegyverek beépítéséről és belövéséről rendelkeztek. [7; 616.] Délvidéki területekről indított légitámadástól tartottak, [8; 74.] és Budapest légvédelmére kellett mielőbb a vadászpilótákat felszerelni. A MÁG a legnagyobb magyar vadászpilóta-gyártóként elkezdte befejezni a gyárban álló félkész D.VII-eseket.

A 93-as széria darabjai 1919. május végétől (a 93.01 már 1918 decemberétől), de inkább júniustól jelentek meg a 8. repülőszázad állományában. Június elején került a 3. repülőszázadhoz a H.02-es, ami bizonyította, hogy volt a kétüléses verzió kész példánya. A maradék kétüléses Fokker berepülése és átadása június-július hónapokban folytatódhatott. Bár a mátyásföldi 8. repülőszázad egyesülés repülőgépeket használt, a jelentésekben felbukkantak kétüléses repülőgép alkalmazására utaló jelek (két fő repült egy gépen¹¹), de lajstromszámot nem adtak meg. A 121.53 oldalszámú kétüléses Phönix C.I-es [16; 75–76.] a század része volt 1918 novemberétől, de nem kizárt, hogy más kétüléses is repült az egység (H.03 nem szerepel a számkönyvtárban, valahol használhatták).

A magyar hadvezetés a világháborús tapasztalatok nyomán „egy rep. századnak 1/4 évi rep. gép elhasználását” vette alapul és ez újra feltöltésre szorult. Havi 20 darab repülőgép gyártását tervezték, ebből havi hat példány [7; 615.] jutott volna a MÁG-ra. Ezért a legyártott Fokker nagy része a cinkotai Repülő Anyagszertárba került eltárolásra (a különböző század/raktár kimutatásokban június 9-e után alig szerepel lajstromszám). Miután a románok 1919. augusztus 4-én bevonultak Cinkotára, a Repülő Anyagszertárban található repülőgépanyagot¹² bevagonírozták, és Romániába szállították. Ezek között volt

7 darab D.VII-es kétüléses a H.01-es és H.04–H.08-ig, valamint H.10-es példányok. A H.02 kényszerleszállást hajtott végre, a H.03 sorsáról nem tudunk semmit, a HD.09-et pedig a gyárból hurcolták el. A MÁG-ból a HM kárjelentése [17] szerint csak egy motorbeszerelésre váró (100 000 K értékben) és egy „original” D.VII-est (190 000 K értékben) vittek el.

A Romániába került Fokkerokról keveset tudunk. Az egyik forrás szerint [17; 46.] 6 példányt repültek főleg Aradon, ebből csak a HD.09 volt kétüléses, amiről biztosan tudjuk, hogy oktatóverzió volt. A román D.VII-esek géppuska nélkül láthatók a fényképeken (fegyverzet nélkül vitték el őket Cinkotáról). [9] A D.VII-eseket érintő alkatrészhiány és a beérkező új francia repülőgépek miatt nem sokáig használták¹³ a Fokkerokat.

NÉHÁNY MAGYAR KÉTÜLÉSES D.VII-ES RÖVID TÖRTÉNETE

A H.01-esnek a többi kétüléseshez képest jóval alacsonyabb sorszámú volt a motorszáma. A 19630-as sorozatszámú volt a MÁG Daimler 200 LE-s motorok szériájában a 131. példány. Az ezt használó Aviatik D.I-es gépekből a világháború végéig 121 példányt átadtak a Flars-nak. [7; 617.] Nyilvánvalóan a repülőgépekbe nem sorban építették be a motorokat, hanem úgy, ahogy éppen rendelkezésre álltak; ez a cikkben is látszik a két (rep. lajstrom- és motorszám) felsorolásban. Ezek alapján 19630 sorozatszámú motor 1918 október–novemberében rendelkezésre állhatott. Dokumentumok [8; 74–75.] szerint 1918 októberében az egyesülés 93.01 Fokker D.VII-es berepülése folyamatban volt. Ezek alapján nem lehet kizárni, hogy már 1918 végén megépült a kétüléses Fokker D.VII-es mintapéldánya is, ami a H.01-es lehetett.

5. ÁBRA. A román kézre került, kiképző feladatú HD.09-es Aradon 1920. február 20-án balesetet szenvedett. A fekvő katona mellett a kiszakadt hátsó pilótaülés nem a „C” típusnál alkalmazott megfigyelőülés (Forrás: www.cartula.ro)



¹¹ Pl. a júl. 14-én Mátyásföldről Újszászra átrepülő 7 db „vadászgép” között 2 db kétüléses volt. Továbbá a 8. rep.sz. pilótái új kétüléses gépeket repültek be Mátyásföldre júl. 11-én és 14-én.

¹² Az egykori k.u.k. Repülő Anyagszertárból (Cinkota) elvittek: 208 repülőgépet motorral, 192 repülőgép-sárkányt, 130 repülőgépmotort. Ezek egy része használt k.u.k. vagy német repülőgép, leszerelt repülő vagy repülőroncsok és új gépek részben motor nélkül. A gyárakból elhurcolt motoros repülőgépek kárértéke 190 000, a szertárból elvitteké 150 000 korona/db volt. (A használt gépek értéke nyilván leértékelt az átlagárat.) [17]

¹³ Ha összevetjük a román Fokkerok és a csehszlovák kézre került MÁG-motoros „német” D.VII-es (3867 sz.) történetét, a cseh repülőgépet már 1920 elején nagyjavításra kellett küldeni. A csehek szerencséjére rendelkezésükre állt az összetört 253.116 sz. Albatros D.III-as (Oeffag) 23266 sz. 225 LE-s Austro-Daimler-motorja, amit be tudtak építeni a D.VII-esükbe.



A **H.02**-es az egyik legjobban dokumentált repülőgép a „H” széria és egyáltalán a Tanácsköztársaság repülőeszközei között. 1919 júniusától a 3. Vörös Repülőszázadhoz került, ahol Üveges József¹⁴ fényképész több fényképen is megörökítette. Pilótája Deutsch (Piantowsky) István viszszaemlékezésében írt a bevetéseiről, ezt külön ismertetjük. A „H” betű alakja, a nagy lajstromszám, a hiányzó bal kerékvédő lemez és a légcsavar formája alapján könnyen beazonosítható. Daimler-motorral (4. ábra) látták el, valószínűleg 200 LE-sel. A gépet két szinkronizált géppuskával szerelték fel. Egyik érdekessége a nagy lajstromszám formája, ami a későbbi példányoknál már kisebb, szabványos kivitelű lett. A másik, hogy a jobb alsó szárnyon (2. ábra) nem az előírt fehér négyzetben vörös csillag felségjel szerepel, hanem a fordítottja, a vörös négyzetben fehér csillag. Ezt az egyedi fordított felségjelzést más repülőgépnél nem ismerjük, de nem kizárt, hogy máshol is használták. 1919. július 19-e körül Rákosról repült át Ongára, útközben kényszerleszállást hajtott végre, ahol orra állt (6. és 7. ábra). Sorsa ezután nem ismert, román zsákmánylistában nem szerepelt, de a legvalószínűbb, hogy a többi repülőroncs-hoz hasonlóan a románok összeszedték a maradványait [7] [17] és kivitték az országból.

A **H.08**-ról is rendelkezünk fényképpel (1. ábra), és ismerjük a Daimler-motor sorozatszámát (19747) is. A Mátyásföldi repülőtéren álló fegyvertelen Fokkerről leszerelték a felső motortakaró lemezt, így előtűnik a 200 LE-s Daimler-motor. A gép körül álló civilek és a bőrkabátos pilóta arra utalnak, hogy a fotó nem harci bevetés előtt, hanem egy gyári átadáskor készült. Ami különlegessé teszi a H.08-at, hogy négyágú csúsztatott „X” (60°/120° állású) Jaray légcsavarral szerelték fel, amely lehetővé tette a szinkronizált géppuska használatát. Mivel négyágú propellerrel a V.22 együléses [8; 72.] D.VII-es prototípust is tesztelték, egyes angol nyelvű internetes portálon összemosták a H.08-ast a V.22-vel, aminek semmi valós alapja nincs. Valószínűleg a többi kétüléseshez hasonlóan a cinkotai Repülő Anyagszertárba került a berepülés után, és onnan zsákmányolták el a románok.

A **HD.09**-est [9] Mátyásföld megszállása (1919. aug. 4.) után a románok rögtön az első hullámban vitték el a MÁG gyártelepéről, és repülték át Rákosra, majd Aradra. Az erről tudósító MÁG-jelentésben [19; 69.] említik a teljesen felszerelt és üzemképes állapotú „H.D.9 sz. Fokker repülőgépet”. Az 5. ábra tanúsága szerint a HD.09-es 1920. február 20-án Aradon balesetet szenvedett. A képen jól látszik, hogy a gép kétüléses, tehát a „H” jelzés valós, de honnan jött a jelzésben a „D” betű? A választ egyrészt a román zsákmánylista adja meg, amelyben a H.9 mellett – a felsorolásban egyedülként – a „kétkormányos” megjegyzés olvasható. Másrészt a HM-kárjelentésben is szerepel a MÁG alatt „1 db – D (kísérleti) repülőgép – 200.000 K” tétel. [17; 45.] A HD.09-es az egyetlen – okmányokkal igazolt – magyar fejlesztésű és gyártású kétkormányos kiképző Fokkert jelezte.

A H.02-ES JELZÉSŰ FOKKER VADÁSZREPÜLŐGÉP HARCIBEVETÉSEI

A vadászgép pilótája a 3. repülőszázadban szolgáló Deutsch István (1895–1984) törzsőrmester volt. 1917-ben Perginében a 21. repülőszázadban (Fliegerkompanie 21 – Flik 21) repült. [18; 100.] 1919. március 28-án egy légvédelmi lövedék szilánkjaitól megsérült az arca, ezért néhány hétre kiesett a harcokból. Májusban a Felvidék felett több propaganda-repülést (röplapszórás) végzett, így helyismerettel is rendelkezett. 1918. november 16-án, a Népköztársaság kikiáltásakor egy nem azonosított repülőgépről Lenin felhívását szórták az ünneplő tömegre a Parlamentnél. Évtizedekkel később derült ki, hogy a repülőgép pilótája Deutsch volt. Azon kevés pilóta egyike volt, akiben megbízott a kommunista vezetés, és még Kun Bélától is külön elismerést kapott. [20] Deutsch István a háborút követően Piantowsky Istvánra változtatta a nevét.

1919. május 30-án közel 250 kilométeres északi arcvonaleleti szakaszán megindult a magyar Vörös Hadsereg hadjárata. Ennek részeként a 3. hadosztály hadműveleteinek támogatására a (Budapest) rákosi 3. repülőszázadból Pász-tóra helyeztek egy különítményt.

6. ÁBRA. Kukoricásban orra állt kétüléses Fokker D.VII-es vöröskatonák gyűrűjében. A kukorica magasságából és a már meglévő kukorica-címerről július hórá lehet datálni a balesetet (Forrás: Winkler Aero Archiv)

7. ÁBRA. A 6-os ábrát felnagyítva kiderül, hogy a balesetet szenvedett repülőgép a H.02-es jelzésű Fokker. Annyi információval rendelkezünk, hogy pilótája Deutsch István 1919 július közepén Rákosról Ongára repülve útközben egy vadászgéppel kényszerleszállást hajtott végre. Hogy ez egy és ugyanaz az esemény, azt nem tudjuk peröntően bizonyítani (Forrás: Winkler Aero Archiv)

¹⁴ Üveges József (?–?) civilben fotográfus, a 3. repülőszázadnál is fényképész. A Hadtörténeti Múzeumnak számos fényképet adományozott. Ezek közül 45 db a Tanácsköztársaság alatti repülőgépekről, 37 légi felvétel Budapest 1919. május 1-jei ünnepéről, valamint 35 fotó az 1921-es antant repülőgép-rombolásról készült.



8. ÁBRA. Mátyásföldön 1921-ben az antant békeszerződés részeként megsemmisítik a Fokker D.VII-esek részére készített acélsővázakat. A MAEFORT-nak gyártottak volna civil felhasználású MÁG kétüléses repülőgépeket (Forrás: Winkler Aero Archiv)

Deutsch István szerint három Hansa-Brandenburg felderítőgéppel vonaton érkeztek az új állomáshelyre. [21] A néhány repülőgépes raj valójában feladatorientáltan vegyes volt, találunk köztük Brandenburg C.I-es „hosszújáratú”, UFAG C.I-es gyors „rövidjáratú” felderítő repülőgépet és vadászgépet is. Az is nyomon követhető, hogy a különítmény és a rákosi repülőtéren maradt részleg repülői [21] és pilótái cserélődtek. A századkimutatás szerint először június 1-jén Szopkó Jenő egy UFAG C.I-gyel repült át Rákostól Pásztóra. A repülőszázad irataiból hiányzik a H.02-esre és egyáltalán Fokker repülőgépre vonatkozó utalás. Június első napjaiban több fénykép is készült a Pásztóra települt repülőgépekről, köztük a H.02-es (2. és 3. ábra) Fokkerről. Egy, a pilótákról a helyszínen készült csoportképen [21; 41.] Deutsch is szerepel. A néhány fotón látható pásztói vasútállomás épülete jól beazonosítja a helyszínt [21; 40.], és Deutsch is ekkortól datálja, hogy új vadászgépet kapott: „június elsején egy Fokker D.3. típusú¹⁵ vadászgépet is kaptam”. [20] A típusra rosszul emlékezik Deutsch, a forgómotoros Fokker D.III-as (M.19) nem volt a vörös repülőcsapatok állományában. A németek már 1916 decemberében kivonták a frontszolgálatból, és csak gyakorlatozásra használták. A Flars legyártott 8 példányt (04.41–04.48 sz.) Fokker D.I (MÁG) néven, de a német Oberursel forgómotorok hamar tönkrementek, így a repülőgépeket rövidesen Wiener-Neustadtban raktározták el, [5] és ott érték meg a világháború végét. Természetesen nem zárhatjuk ki azt sem, hogy a kétüléses Fokker típusjele lehetett a D.3, de erről nincs más dokumentum. A Pásztón készült fényképeken (2. és 3. ábra) egyértelműen a Fokker D.VII-es kétüléses verziója látható.

„Ettől kezdve feladatom volt a vezérkar által megjelölt kisebb területek gyors felderítése, ellenséges csapatmozdulatok zavarása és az ellenséges repülőgépek elhárítása. Az utóbbival csak egyszer találkoztam Zólyom felett, de mielőtt elértem volna, észrevett és oly gyorsan távozott, hogy képtelen voltam utolérni.” Máshol meg a különítményen

belüli tevékenységéről írt: „én pedig a felvonuló csapatok, lőszer szállító vonatok és kocsik támadását folytattam, ezek közül ismertetek néhányat.” [20]

„Június 5-én Horváthék jelentették, hogy Nyitrától délre csapatfelvonulásokat láttak, ezek közül többet megtámadtak. Horváth gépén több puska golyó találat volt. Vadászgéppel azonnal elindultam a megjelölt terület fölé, ahol kisebb csapatmozgásokon kívül, Nyitra és Verebely között lovak által vontatott tüzerűteg haladt a front felé. Megtámadtam és annak következményeképpen a vontató lovak az ágyúkat és a lőszerkocsikat elragadták és többet az útszéli árokba borítottak. Rövid idő múlva az ágyúk és a lőszerkocsik egy pár döglött lovon kívül, lovak nélkül heverték szanaszét.” [20]

Június 6-án Pásztóról három gép települt át Losoncra,¹⁶ a hónap további részében innen repültek bevetéseiket a század pilótái. Deutsch szerint Losoncról „majdnem mindennap felszálltunk”. [20] Az áttelepüléskor Deutschnak utasa is volt, egy Sály [21] nevű katona, aki nem szerepelt a század pilótanévsorában. Valószínűleg repülőműszaki volt, ő lehetett a H.02-es szerelője.

„Június 15-én Aranyosmarót irányából Léva felé haladó vasúti sín mellett libasorban meneteltek cseh katonák Léva felé, valószínűleg abban a tévhitben voltak, hogy felülről nem látni őket, de hamar észrevettük, hogy tévednek, mert gépfegyvereim golyói nagy pánikot idéztek elő soraikban, valószínűleg többen megsebesültek.” [20] A „gépfegyvereim” azért fontos szó, mert mind a 2 darab géppuskája megvolt, miközben több magyar Berg vadászgép¹⁷ egy géppuskával vagy géppuska nélkül volt a repülőszázadoknál. [9; 68.]

„Július 12-én Besztercebánya irányából a front felé hadiszerelvényt szállító tehervonatot vettem észre és támadtam meg. A legnagyobb hatást a mozdonynak vezető és fűtő által elfoglalt részére leadott golyóim okozták. A vonatot leállították, a szerelvényt kísérő katonákkal együtt leugráltak és a vonat mentén elterülő berkes erdőben kerestek fedezéket és lövöldöztek gépemre. A vonat három vagonjában vas hordókban benzint vagy olajat szállítottak, ezek nagy része gépfegyvereim golyóitól kilyukadt és tartalmuk kifolyt, sajnos gépfegyvereimben gyújtófoszforos töltény nem volt.” [20] A júliusi dátum elírás lehet, hiszen június 24-én már fegyverszünet volt érvényben a csehszlovák csapatokkal. Deutsch július végére datálja a visszavonulási parancsot az emlékiratában, amit valójában június 29-én adtak ki.

„Július 16-án Nyustya melletti község szélén négy teherautó és egy személyautó állt, amelyek körül cseh katonák tevékenykedtek, amire odaértem a katonák elbújtak a környező házakba, és onnan lövöldöztek a gépemre. Mivel gépfegyvereimben minden ötödik töltény gyújtó volt, így a hetedik közeletről leadott széria után lángra lobbant a go-

¹⁵ A téves típusazonosítást sajnos többen átvették. Deutschról két olyan közeli felvétel is ismert, amelyeken repülőgéppel együtt látható, amelyet tévesen Fokker D.3-asnak jelöltek meg. Ez a repülőgép valójában Albatros D.III-as (Oeffag) volt. Deutsch később már ezt nyilatkozta: „egy új típusú vadászgépet kaptam”. (Népsport 1986.03.21)

¹⁶ A losonci leszállóhelyet május végén a csehszlovák 1. polni letecká setnina (1. tábori repülőszázad) is használta. Nevezetesen május 25-én motorhiba miatt a 4869/18 sz. LVG C.VI-osuk itt kényszerleszállt. Ugyanekkor a 3. rákosi rep. sz. többször végzett felderítést Losonc térségében, ami fontos vasúti csomópont volt. [10] [21]

¹⁷ Például a tanulmányban szereplő, győrieknek kiutalt 4 db Aviatik D.I vadászgépből márciusban csak a 92.156-os sz. rendelkezett 2 db géppuskával. [11]

lyóim által eltalált üzemanyagtartályokból kifolyt benzin. Egy darabig a helyszínem maradtam, mert a cseh katonák el akarták távolítani az autót egymás közeléből, de a gépfegyvereimmel ezt megakadályoztam és így az autók leégtek.” [20]

Július 20-án pedig „Zólyom felett észrevettem, hogy a vasúti állomáson a tehervonatokból hadianyagot rakodnak ki, mivel gépfegyvereim töltényei már előbb kifogytak, hazarepültem és jelentésem nyomán Horváth Mihály és Rohla megfigyelő négy bombával felszerelve startolt a helyszínre és az általam megjelölt vasúti szerelvények közül több találatot kapott”. [20]

A júliusi dátum itt se pontos, ugyanis a 3. repülőszázad a hónap közepétől már települt¹⁸ át a román frontra. A „Fokker vadászgép” további sorsáról Deutsch nem tesz említést kéziratában. [20] Deutschot közben egy vadászrepülő-különítménybe vezényelték, ugyanis a Hadsereg-parancsnokság július 16-án „egynéhány Fokker együléses harci gépet” tervezett Ongára [10] küldeni. Az 1. kaposvári repülőszázadtól Hoffart Jánost, a 4. győri repülőszázadtól Schnepf Istvánt, a 3. rákosi repülőszázadtól Deutsch Istvánt rendelték a különítménybe. A raj Rákoson gyülekezett, majd onnan szállt fel Hoffart parancsnoksága alatt. Ongát csak Hoffart érte el az Aviatik D.I-es (92.131 sz.) vadászgépével, mert az egyik kísérője Hatvannál, a másik repülőgép Mezőkövesdnél [10; 359.] kényszerleszállást hajtott végre. Írott forrás nincs a H.02 manővereiről, de a rendelkezésre álló fénykép (6. és 7. ábra) alapján következtetni tudunk a gép balesetére. A Fokker orr-ra állt, de a jobb szárnya is érintkezett a talajjal, az is sérülhetett. Nem lehet reptéri baleset (túlfutásnak semmi nyoma a növényzetben), hiszen a H.02-es kukoricásban áll, ahová nagy valószínűség szerint kényszerleszállás következtében kerülhetett. Noha a fotó nem a legjobb minőségű, a kukorica magassága és a már meglé-

1. TÁBLÁZAT. A Fokker D.VII és a Fokker C.I repülőgépek közötti főbb különbségek

Repülőgéptípus	Fokker D.VII [5]	Fokker C.I [3]
Személyzet [fő]	1	2
Törzshosszúság [m]	7	7,23
Szárnyfeszítávolság [m]	8,9	10,5
Magasság [m]	2,75	2,87
Szárnyfelület [m ²]	20,8	26,3
Üres tömeg [kg]	670	855
Felszállótömeg [kg]	874	1255
Motor	225 LE-s Daimler	185 LE-s BMW IIIa

vő kukoricacímer alapján júliusra tehető a baleset időpontja. Nem bizonyítható meggyőzően, hogy az átrepülés közben történt a H.02-es összetörése, de amíg valami döntő bizonyíték nem kerül elő, addig az Ongára repülés közben történt kényszerleszállás a legvalószínűbb opció.

A magyar kétüléses D.VII-esek története 1919-ben még nem ért véget, ugyanis 1920-ban a katonai légi tevékenység fedésére létrehozott első magyar civil légitársaság, a Magyar Aeroforgalmi Rt. (MAEFORT) irataiban [22; 72–73.] felbukkan a típus. A MAEFORT és a Honvédelmi Minisztérium között lezajlott 1920. október 11-ei tárgyalás jegyzőkönyvében szerepel további 15 Phönix és 36 MÁG kétüléses repülőgép [22; 74.], valamint 12 db új motor megrendelése. Ez valószínűleg már nem valósult meg. Az antant-féle repülőgép-rombolásról 1921. szeptember 20-án Mátyásföldön készült fényképeken (8. ábra) számos D.VII-es acélcsőváz-szerkezet látszik, amelyek a gyártásra váró kétüléses Fokkerek törzsei voltak.

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

HIVATKOZÁSOK

- [1] Hauke, Erwin et al.: Die Flugzeuge der k.u.k. Luftfahrtruppe und Seeflieger 1914-1918. Weishaupt, Graz, 1988.
- [2] Herris, J. – Leckscheid, J.: Fokker Aircraft of WWI. Vol. 5: 1918 Designs Part 1: Prototypes & D.VI. Aeronaut Books, Reno, Nevada, USA, 2023.
- [3] Owers, Colin: Fokker Aircraft of WWI: Vol.7: Postwar. Aeronaut Books, Reno, Nevada, USA, 2023.
- [4] Avram, Valerin: A román V. repülőosztály 1919-es tevékenysége Magyarországon felett. Aero História. Közlekedési Múzeum, Budapest, 1992. okt., 32–41.
- [5] Grosz, Peter M. et al.: Austro-Hungarian Army Aircraft of World War One. Flying Machines Press, Mountain View, California, 1993.
- [6] Csanádi Norbert et al.: A magyar repülés története. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1977.
- [7] Czírok Zoltán: A magyar repülőcsapatok 1918–1919. évi történetéhez. Hadtörténelmi Közlemények, 2009/3, 603–634.
- [8] Hajdu Péter: A magyar Fokker D.VII-es vadászrepülőgépek története I. Haditechnika, 2020/3. <https://doi.org/10.23713/HT.54.3.15>
- [9] Hajdu Péter: A magyar Fokker D.VII-es vadászrepülőgépek története II. Haditechnika, 2020/4. <https://doi.org/10.23713/HT.54.4.14>;
- [10] Czírok Zoltán: Az első légi háború Magyarországon felett – 1919. Hadtörténelmi Közlemények, 2011/2, 335–364.
- [11] Czírok Zoltán: A győri repülőszázad történetéhez. Arrabona – Múzeumi közlemények, Győr, 2007/1, 309–324.
- [12] Hajdu Péter: A Brandenburg W.29 vízi repülőgép magyarországi alkalmazása I. Haditechnika, 2011/3, 19–21.
- [13] Zahálka, J. et al.: Phönix D.I – D.III. JaPo, Praha, 2005.
- [14] Czírok Zoltán: A póttankos haditengerészeti vadászgépek rejtélyei. Haditechnika 2022/1, 72–75. <https://doi.org/10.23713/HT.56.1.15>
- [15] Weyl, Alfred: Fokker: The Creative Years. Putnam, East Hoathly, UK, 1965.
- [16] Hajdu Péter: A magyar Phönix C.I-es repülőgépek története I. Haditechnika, 2024/1, 72–76. <https://doi.org/10.23713/HT.58.1.12>
- [17] Bernád Dénes: A Román Királyi Légierő első magyarországi hadjárata 3. Aero História. Közlekedési Múzeum, Budapest, 1991. aug., 39–46.
- [18] Veinfurter, Robert: Das Fliegende Personal der k.u.k. Fliegerkompagnien im Ersten Weltkrieg. ÖFH, Wien, 2017.
- [19] Czírok Zoltán: Katonai repülők Mátyásföldön (1918–1919). Magyar Repüléstörténelmi Társaság évkönyve, Budapest, 2014, 54–70.
- [20] Piantowsky István 1919-es veterán visszaemlékezése. Közlekedési Múzeum Archívuma, Kézirattár.553/969.
- [21] Czírok Zoltán: Hadirepülők Rákoson (1918–1919). Magyar Repüléstörténelmi Társaság évkönyve, 2011, 33–48.
- [22] Hajdu Péter: A magyar Phönix C.I-es repülőgépek története 3. Haditechnika, 2024/3, 70–75. <https://doi.org/10.23713/HT.58.3.12>

¹⁸ A 3. sz. különítmény 1919. júl. 18-án már Mezőtárkányról tevékenykedett, majd júl. 26-án Ongára települt. Összeomlaskor a repülőképes repülőgépek Dunántúlra átrepültek, a Rákoson maradt és a vasúton szállított gépek a románok zsákmányává váltak.

1. ÁBRA. Német
Do 27 a levegőben
(Forrás: Leila Paul /
Wikimedia)



ZSUBRITS GÁBOR*

EGY SOKSZÍNŰ EGYMOTOROS

A DORNIER DO 27

A TÍPUSRÓL

A második világháború után Németországot eltiltották a katonai célú repülőgép-tervezéstől és -gyártástól, de hogy a Dornier cég minél előbb folytatni tudja a korábbi tevékenységét, Spanyolországban nyitott egy műszaki irodát. A Spanyol Légiközlekedési Minisztérium egyik pályázatára tervezték meg a Dornier Do 25-ös típust, amit a Do 27 előfutárának is tekinthetünk. Ehhez egy olyan gép követelményeit határozták meg, ami kis sebességű repülési tulajdonságokkal rendelkezik, rövid fel- és leszállásra is képes, könnyű, és több feladat elvégzésére is használható. A cég mérnökei egy felsőszárnyas, más néven vállszárnyú egyfedelű gépet terveztek. Két prototípus készült végül, a Do 25 P1 és a Do 25 P2. Az első 1954 nyarán szállt fel, de a beépített ENMA Tigre GV motor és a nem állítható légcsavaros megoldás nem biztosított elegendő teljesít-

ményt. Emiatt a második prototípus egy jelentősen erősebb, 225 lóerős Continental O-470-J motorral készült, és állítható légcsavarral szerelték fel. Ezzel az új motorral sokkal jobb repülési tulajdonságokat értek el, és így alkalmas volt a gép az előírt rövid fel- és leszállásokra. Végül nem ezt a típust választotta a minisztérium, de a Dornier cég ennek ellenére úgy döntött, folytatja a tervezést a Do 25-ös alapjait finomítva, és kifejlesztette a Do 27-et. A második prototípust ezek után még évekig használták demonstrációs célokra. [1][2]

Az új légi jármű egy 4-6 fő befogadására alkalmas gép lett, amiből az évek során számtalan további változatot fejlesztettek ki. A Do 27-es 1955-ben szállt fel először, amit további 40, Spanyolországban készült gép követett, de a sorozatgyártás nagy részét később már a cég németországi gyárában végezték. A gépek jelentős részét a német hadsereg és a légierő szerezte be, mivel a hidegháborús helyzet kialakulása miatt szükségük volt olyan típusra, ami nem csak a kiépített reptereken tud leszállni. A német és a spanyol hadsereg mellett nagyobb darabszámban üzemeltette a típust még a portugál légierő is, amely 40 újonnan gyártott és 108 darab, németektől átvett gépet kapott, mivel a kiváló fel- és leszállási tulajdonságokat jól ki tudta használni az őt érintő afrikai konfliktusokban. A Do 27-est 1966-ig gyártották, és addig további országokba exportálták, többek között Izrael, Belgium és Törökország rendszeresítette, ezen felül számos afrikai üzemeltetője is volt. A német légierő az 1980-as évekig használta, akkor feladataikat egyre inkább átvették a jobb tulajdonságú helikopterek.

A katonai célú felhasználás mellett több civil feladatra is alkalmazták. Ennek folyamán kifejlesztettek szélesebb nyomtávval hidroplánként és egy erősebb motorral felszerelt változatot is. [1][3]

* Az Arrabona Makett Klub tagja. ORCID: 0009-0006-2523-9837

2. ÁBRA Egy Do 27
pilótafülkéje
(Forrás: Ra Boe /
Wikipedia)





3. ÁBRA. Portugál felségjelű Do 27K
(Forrás: Ricardo Reis / Wikimedia)

TÍPUSVÁLTOZATOK

A VÁLTOZAT: ezek a példányok kisebb fejlesztésekkel még négy módosításon mentek keresztül.

Az A-1 egy ötüléses tehergép, amelynek a fejlesztésével a bruttó felszállási tömeget növelték, és az A-4-es változatnál a nyomtávon is szélesítették.

B VÁLTOZAT: az A-1 változat továbbfejlesztése két botkormányos változatra, illetve a későbbi B változatoknál megnövelték a bruttó felszállótömeget.

H VÁLTOZAT: a B-2 változatba erősebb, 340 LE-s Avco Lycoming GSO-480 motor került háromágú légcsavarral és nagyobb méretű farokrésszel. A H-2-es változat Svájc számára készült, emiatt néhány módosításra volt szükség, többek között sítalpas kialakításra és kiegészítő üzemanyagtartályra.

J VÁLTOZAT: a belga légierő számára készült 12 darab, amelyek az ottani specifikációnak feleltek meg.

K VÁLTOZAT: az A-1 átalakítása a portugál légierő számára szükséges módosításokkal. 16 darab épült a K-1 változatból, majd további kisebb fejlesztésekkel 14 darab K-2.

Q VÁLTOZAT: az A-1 változat átalakítása 6 személyes polgári használatra. Egy későbbi Q példány épült 4 üléses 230 LE-s Continental O-470K motorral. További Q változatok kiegészítő üzemanyagtartállyal készültek, vagy a különböző megrendelő országok változtatásai alapján módosultak.

S VÁLTOZAT: hidroplán, úszótalpakkal és megnövelt kormánylappal gyártott, egy darab készült belőle.

T VÁLTOZAT: a Q-4 változat lett Turbomeca Astazou II motorral szerelve, egy ilyen készült. [4]



4. ÁBRA. A Do 27A-1 műszerfala (Forrás: Olga Ernst / Wikimedia)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Hirschel, Ernst Heinrich et al.: Aeronautical Research in Germany: From Lilienthal until Today. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [2] Fredriksen, John C.: International Warbirds: An Illustrated Guide to World Military Aircraft, 1914-2000. Bloomsbury Academic, 2001.
- [3] Donald, David (szerk.): The Encyclopedia of World Aircraft. Aerospace Publishing, 1997, 341.
- [4] Dornier Do-27. <http://www.wings-aviation.ch/52-Aircraft-in-Detail/D/Dornier-27/Transport.htm> (Letöltve: 2025.09.23.)

ADATLAP

Készlet: Dornier Do 27
Gyártó: Special Hobby
Cikkszám: SH 72327
Lépték: 1:72
Anyagok: műanyag, réz
Alkatrészsza-
m: 75
Kiadási év: 2018



A MAKEIT

5. ÁBRA. Do 27 1:72-es
léptékű makettként
(A fotók a szerző
felvételei)

A KÉSZLET

A cikkben bemutatott típus makettjét a cseh Special Hobby adta ki 2018-ban, és azonnal felkeltette az érdeklődé-
semet, mind a dobozgrafikájával, mind az alkatrészekről
készült képekkel. A gyártó korábbi készleteit már ismer-
tem, és nem minden esetben voltak teljesen pozitívak a ta-
pasztalataim, de az első képeket látva egészen bizakodó
voltam. A makettet egy rendezvényen sikerült kedvezmé-
nyes bevezető áron beszerezni, de jelenleg is 7-8000 fo-
rintos áron vásárolható meg a különböző webáruházak
kínálatában.

A doboz tartalma a korábbi készletekhez képest komoly
fejlődést mutat. A felületek szépek, a panelvonalak véko-
nyan vésettek és határozottan futnak, az átlátszó alkatré-
szek tiszták, nem torzítanak. Egy öntőkereten sem találtam
sorját, illetve látható helyekre nem kerültek kilökőtűskék.
A részletezettség a méretaránynak megfelelő, nincsenek
elnagyolt részletek. A matricalap a Cartograf terméke, ami
garancia arra, hogy kiváló minőségre számíthatunk. Há-
rom géphez kínálnak jelzéseket. A különböző változatok
nemcsak festésükben, hanem felszereltségükben is eltér-
nek egymástól. Mivel nyitott ajtókkal szerettem volna el-
készíteni, és a sok átlátszó alkatrész miatt jól be lehet látni

6. ÁBRA. A farokrész



a belső térbe, beszereztem a CMK műgyanta feljavítóját,
ami tartalmazza az üléseket, a műszerfalat (ebből két vál-
tozatot) és egy maratott lapon a hevedereket is.

AZ ÉPÍTÉS

Az építést a leírásnak megfelelő sorrendben végeztem, ami
jól követhető, és felhívja a figyelmet az eltérő változatokhoz
szükséges darabokra. Amiben ettől eltértem, hogy a főbb
elemeket (törzs, szárny) a festés előtt nem ragasztottam
össze, mivel így a festés és maszkolás egyszerűbb.

Az összeállítást a belső terekkel kezdtem, ide kerültek a ki-
egészítőben található műgyanta ülések a maratott hevede-
rekkel, illetve a műgyanta műszerfal is. A belsőt Hobby Color
H325 (Gray FS 26440) akril színnel fújtam le, majd fényes
lakkozás után a mélyebb részeket befolyatással, az éleket
az alapszínbe kevert fehérrel emeltem ki. Ezzel az egyszerű
technikával meg lehet törni az egyszínű felületeket és sok
részletet is meg lehet jeleníteni. Az üléseket és a hevedere-
ket szintén ezzel a technikával tettem élethűbbé, majd a vé-
gén mindent matt lakkal fújtam le. Következett a fülkebelső,
a törzsfelek, a főfutók és a hátsó vezérsíkok összeragasztása,
amik szinte tökéletesen illeszkedtek egymáshoz; minimálisan
kellett a törzs és a futószárak illeszkedésénél tömítőpasz-
tát alkalmazni. Az alsó és felső szárnyfelek összerakása szin-
tén nagyon könnyen és problémamentesen történt. Itt el-
tértem az építési leírástól, mivel nem egyesítettem a törzset
a szárnyal, csak az utolsó lépésben. Ilyen esetben viszont
megvan a veszélye, hogy ha valami nem illeszkedik helyesen,
akkor a kész maketten ez szemmel látható lesz. Ennek elke-
rülése érdekében alapos szárazpróbát végeztem az alkatré-
szekkel, még a festés előtt, hogy minden tökéletesen a he-
lyére kerüljön a végszerelésnél, és ha még kell csiszolni rajta,
akkor az a festés és lakkozás előtt történjen meg.

Legutoljára a kisebb alkatrészeket ragasztottam fel, de
itt szintén érdemes előtte átgondolni, hogy a maszkolás
közben vagy festéskor mennyire okozhat gondot, esetleg
mennyire könnyen lehet egy óvatlan mozdulattal letör-
ni őket. Legvégül kifúrtam a fékkábelek helyét, majd egy
megfelelő átmérőjű ólomszálat ragasztottam bele, aminek
a másik fele a keréktárcsához fog csatlakozni.

FESTÉS

A festés megkezdése előtt a beszállóajtókat belülről blue tac-kel ideiglenesen rögzítettem, mert így nemcsak a festésük könnyebb, hanem ezzel a belső tereket is megvédem a festéskor. A többi nyitott rész letakarásához maszkolószalagot használtam. Ezután következett a felületek zsírtalanítása, ami elengedhetetlen a festék megfelelő tapadása érdekében. Alapozáshoz semleges szürke színt használok, amivel egységes felületet kapok, és az esetleges felületi hibákat ilyenkor még könnyebb észrevenni és javítani. Miután mindent rendben találtam, megkezdtem a színek felfestését. Mivel már a megjelenésekor a dobozgrafikán ábrázolt gép tetszett, így erre a változatra esett a választás.

Nagyon szeretem az előárnyékolós (pre-shading) technikát alkalmazni, mikor is a panelvonalakat egy sötét színnel kiemelem. Ez majd a színek felfestése után megtöri a homogén felületet, és látványosabb megjelenést érhetünk el vele, de ügyelni kell a megfelelő hígításra és a vékony rétegben történő felvitelre, különben a korábban felvitt előárnyékolásból semmi nem fog látszódni. A motorburkolaton található fekete színnel kezdtem, majd a szárnyvégeken található narancsos árnyalat következett, amit saját magam kevertem ki. Egy napot hagytam a száradásra, a maszkolásnak csak ezután álltam neki.

Az alsó színnel folytattam a festést, amihez a Hobby Color H315-ös (Gray F.S. 16440) színét választottam. Az előárnyékolás megtartása érdekében a panelek közepétől kezdtem a festést, és így haladtam kifelé, ezzel tudtam kontrollálni, hogy egy-egy panelnél mennyire látszódjon át az előárnyékolás. Végül az alapszín világosított változatával fújtam meg a panelek közepét, amivel még kontrasztosabbá és változatossá tettem a felületet. A felső két szín felvitelét ugyanígy végeztem, először a Hobby Color H301-gyel (Gray FS 36081). Itt a leírásban ajánlott színekkel ellentétben a H340 helyett a H52 (Olive Drab) színt használtam, ami jobban megfelel a valóságnak. A két felső szín esetében szintén maszkoltam, így éles határvonalakat kapunk, de utólag ezt máshogy oldanám meg, hogy legyen egy kis átszóródás a színek között. A makettet egy réteg fényes lakkal fújtam le, majd előkészítettem a további műveletekhez. Közben a kisebb darabokat, mint a kerekeket, a kipufogókat és a légcsavart is, lefestettem. Utóbbi fekete-fehér mintája igen látványos része a makettnek.

MATRICÁZÁS

A fényes lakk kiváló alapot nyújt a matricáknak, amelyek kiváló minőségűek. A színek teltek, elcsúszásmentesek, és sok apró feliratot is mellékelnek, amik még részletesebbé teszik a kész makettet. A matrica könnyen leválik a hordozópapírról és a felületre könnyen felhelyezhető, lágyító-feszítő használatával tökéletesen rásimul minden felületre, és bele a panelvonalakba is.

A matricázás után is szoktam várni egy napot, mert egy óvatlan mozdulattal könnyedén tönkretelhetők az ilyenkor még sérülékeny matricák. Következhetett a panelezés, amihez én a Tamiya erre a célra kapható termékét (Panel Line Accent Color) szoktam használni, mivel nálam eddig ez vált be a legjobban. A felesleget enyhén hígítás ecsettel távolítottam el a levegő áramlási irányának megfelelően, ezzel

kisebb koszc síkokat is létre lehet hozni. Használatból adódó kopásokat ennél a gépnél nem jelenítettem meg, mivel a fényképeket nézve, a valóságban sem voltak igazán megkopva. A végső összeszerelés előtt minden nagyobb részegység kapott több réteg mattlakkot.

VÉGSZERELÉS

Az építés során korábban végzett számos szárazpróbának köszönhetően a főbb elemek (törzs és szárny) összeillesztésekor semmi problémám nem akadt. Könnyedén és pontosan illeszkedtek a darabok. Mindenképpen szerettem volna legalább az egyik pilóta és utasrész beszállóajtáját nyitva elkészíteni. Ezzel szenvedtem meg a legtöbbet, mire a pilóta ajtaját a helyes pozícióba sikerült állítani. Ehhez magunknak kell egy, a leírásban megadott méretű tartót elkészíteni, és talán itt lehetett volna az alkatrészek határozottabban jelölni, hova kell ezt a tartót pontosan tenni. A kerekek, a légcsavar és a kipufogók felragasztása után már csak az antennához tartozó huzalt kellett elkészítenem. Ehhez már régóta a Z63-féle rugalmas szálát használom, mert könnyű vele dolgozni, meg lehet feszíteni, de véletlenül hozzáérve sem szakad el, mivel nyúlékony. Helyére kerültek a fékkábel, és legvégül a kereket megcsapolva egy egyszerű fekete alapra rögzítettem a kész makettet.

ÖSSZEGZÉS

A Special Hobby ezzel a makettel számomra nagyot lépett előre, legfőképpen a minőséget illetően. A korábbi készleteikkel ellentétben pontos illeszkedés és szép felületek jellemzik a mostanit. Az átlátszó alkatrészek tiszták és nem torzítanak, egyedül a matricák minősége nem változott, az régebben is kiváló volt. A gyártó azóta további változatokat is kiadott, külön egy készletet, ami civil festéseket tartalmaz, de a háromlégcsavaros változatot is megépíthetjük már, valamint az öntőkereteken megtalálhatóak a sítalpas változat alkatrészei, így további izgalmas kiadások következhetnek. A készletet bátran ajánlom azoknak, akik eddig a minősége miatt kerülték a Special Hobbyt; nyugodtan tegyenek vele egy próbát, hiszen egy érdekes típussal bővíülhet a gyűjteményük. Két másik gyártó kínálatában elérhető még a típus: az egyik, szintén 1:72-es méretarányban a Helleré, ami a képek alapján ugyanaz a készlet, csak más matricákkal, a másik pedig a nagyobb méretarányt kedvelőknek a Revellé 1:32-ben.

7. ÁBRA. Pillantás a pilótafülkébe





STUDIES

- From stone fougasse to intelligent landmines, *Part 6*
- Side attack anti-tank mines
- Specialised logistics equipment past and present, *Part 6*
- Application of language models in cyber defence, *Part 2*

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- The history of thermobaric weapons, *Part 3*
- A2/AD warfare in the Russo-Ukrainian war
- Territorial denial on land, *Part 3*

SPACE ACTIVITIES

- Technical and Human Challenges of a Mars Mission

DOMESTIC SURVEY

- Modernisation of the fire appliance fleet at military airfields
- The importance of night combat capabilities on the modern battlefield, *Part 2*

MILTECH HISTORY

- Nuclear submarines in the Royal Australian Navy Fleet, *Part 4*
- The submarine branch of the Royal Australian Navy
- The history of the Hungarian two-seat Fokker D.VII aircraft

MAKETT

- A versatile single-engined aircraft
- The Dornier Do 27



STUDIEN

- Von der steinstreuen Minen bis die intelligenten Landminen, *Teil VI.*
- Panzerabwehrminen
- Logistiktechnische Hilfsmittel einst und heute, *Teil VI.*
- Anwendung sprachlicher Modelle in der Cyberverteidigung, *Teil II.*

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

- Die Geschichte der thermobaren Waffen, *Teil III.*
- A2/AD-Kriegsführung im Russisch-Ukrainischen Krieg
- Territoriale Verweigerung an Land, *Teil III.*

RAUMFAHRTTECHNIK

- Technische und menschliche Herausforderungen einer Marsmission

HEIMATSCHAU

- Erneuerung des Feuerwehrfahrzeugbestandes von Militärflughäfen
- Die Bedeutung von Nachtkampffähigkeiten auf dem modernen Schlachtfeld *Teil II.*

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Atom-U-Boote der Australischen Königlichen Marine, *Teil IV.*
- U-Boot-Waffe der Australischen Königlichen Marine
- Die Geschichte der ungarischen zweisitzigen Fokker D.VII

MAKETTE

- Ein vielseitiger Einzelmotor
- Das Dornier Do 27

TABLE OF CONTENTS

INHALTVERZEICHNIS



SZERZŐINK FIGYELMÉBE

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

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

ELŐFIZETÉS

Éves előfizetési díj: 5940 Ft

Előfizetésben terjeszti

a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága,

1089 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknel,

e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu,

faxon: 303-3440;

a HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Ügyfélszolgálat – Könyv- és térképolt

1024 Budapest, Fillér u. 14.

Telefon: +36 30-388-4034

E-mail: bartha.cynthia@hmzrinyi.hu

ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu

A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

Lira Könyvárúháza, Récesei Center

1146 Bp., Istvánmezei út 6,

telefon: 411-1543

Stúdió könyvesbolt

1138 Bp., Népfürdő u. 15/D,

telefon/fax: 359-1964, 359-6461

HM Zrínyi Nkft. Ügyfélszolgálat

1024 Bp., Fillér u. 14.

Nyitvatartás: H-P 9.00-16.30

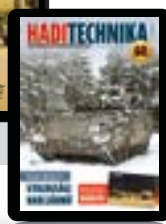
ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu

A címlapképünkön: A Magirus Dragon X6 TEP ARFF kategóriájában a legkorszerűbb megoldásokat képviseli. A teljes körű ICAO- és NFPA-megfelelőség, a kiemelkedő gyorsulás és motorteljesítmény, a nagy szivattyúkapacitás, valamint a célzott oltást segítő HRET-rendszer hosszú távú garanciát jelent a magyar katonai repülőterek tűzbiztonságára. (Fotó: dr. Kerekesné Benedek Mária alezredes)

Poszter: Magyar katonák összhaderőnemi tűzmegfigyelői (JFO) szakfelkészítésen, éjszakai viszonyok között gyakorolnak. Munkájukhoz a világ legelterjedtebb, harctéren is bizonyított, sokoldalú éjjellátó készülékét, az AN/PVS-14 egycsöves (monokuláris) és kétsöves (binokuláris) változatait használják. (Fotó: HM Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Kertész László)



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



PSZICHOLÓGIAI MEGTÉVESZTÉS – SOCIAL ENGINEERING

A kiberbűnözők tisztában vannak azzal, hogy minden védelmi rendszer leggyengébb pontja az ember. A social engineering támadási módszer is erre az alapelve épít. Általában az emberi természet két aspektusát igyekszik kihasználni. Az első: a legtöbb ember segítőkész és igyekszik segíteni azoknak, akik segítséget kérnek. A másik, hogy az emberek általában konfliktuskerülők. De kihasználható az emberek befolyásolhatósága, vagy éppen a bosszúállása is.

Pszichológiai megtévesztés amindennapokban

A módszerrel a felhasználókat oly módon manipulálhatják, hogy az áldozatok ne tartsák be a biztonsági vagy egyéb üzleti folyamatok protokolljait, előírásait és így teret engedjenek a káros tevékenységeknek vagy érzékeny információk kiszivárogtatásának.

1 A célszemély megtévesztése többféle módon történhet, leggyakrabban a telefonos módszer. Ez jár a legkevesebb kockázattal és telefonon keresztül a legkisebb a lebukás esélye.

A csalók pánikot akarnak kelteni áldozataikban, és ehhez általában vészhelyzetet színlelnek. Ez lehet autóbaleset, váratlan kórházi kezelés vagy bármilyen más olyan forgatókönyv, például a pénzügyi veszély, amely hirtelen aggodalmat kelt és az áldozatokat azonnali cselekvésre készíti.

Ilyen támadások a Magyarországon is gyakori „unokázós” csalások, vagy a banki csalások nagy része.

2 **Romantikus csalás:** gyakori példa a romantikus csalásokra a társskereső alkalmazásokon vagy fórumokon keresztül történő csalás. A séma átlátszónak tűnik, ugyanakkor mindig személyre szabott, és kihasználja az áldozatot.

Mindig legyen óvatos, ha idegennel kerül kapcsolatba, legyen az katonatiszt, hajóskapitány, zenész és thai óvónő, még abban az esetben is, ha elnyerik a szimpátiáját! Pénzt vagy egyéb értéket semmilyen körülmények között ne adjon vagy utaljon át!

3 A megtévesztés történhet továbbá célzott e-mail útján, vagy közösségi médián keresztül is.

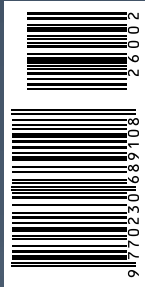
Ilyen lehet a hamis munkalehetőség felkínálása is. Ilyenkor, ha az alkalmazott céges munkaeszközéről nyitja meg a káros fájlt, lehetővé teszi a hackerek számára, hogy feltörjék a vállalati hálózatot.

4 **Hamis vezetői utasítás:** a gyakran dolgozó a munkavégzés közben is válhat kibertámadás áldozatává. Ilyen esetben azonban az elkövetők elsősorban nem a dolgozót akarják megkárosítani: ő csak a „kapu” a fontos adatokhoz, anélkül, hogy erről tudna.

Arra építenek, hogy a dolgozók igyekeznek gyorsan teljesíteni azokat a feladatokat, amelyek közvetlenül a felsővezetéstől érkeznek. A csalók általában részletes információkkal rendelkeznek a szervezetről, és az e-mail rendkívül meggyőzőnek látszik. Ez a fajta megkeresés kényszerítő e-mail (vagy telefonhívás) formájában érkezik, látszatra a felsővezetőtől. Rendszerint a téma bizalmas kezelését kéri, de sürgeti az ügyintézkést, ugyanakkor szokatlan, a belső előírásoknak ellentmondó kéréseket tartalmazhat.

A megfelelően előkészített támadások során kihasználhatják a vezető távollétét, így a „privát” címéről küldött üzenetben hivatalos igény jelenik meg, telefonon pedig nem elérhető, vagy fordítva.





MEGJELENT

a Haditechnika különszáma!

136 oldalon az orosz-ukrán háború haditechnikai hátteréről és harceszközeiről – a drónoktól a hajókig.

Megrendelhető a
shop.hmzrinyi.hu
weboldalon,
illetve megvásárolható
a Zrínyi Kiadó boltjában
(1024 Budapest, Fillér u. 14.)



ZRÍNYI KIADÓ

HADITECHNIKA

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

Magyar katonák éjszakai gyakorlaton monokuláris és binokuláris elrendezésű fényerősítéssel éjjellátó készülékekkel.

(Fotó: HM Zrínyi Mkt. / honvedelem.hu / Kertész László)



HM ZRÍNYI
GEOINFORMÁCIÓS ÉS TOBORZÁSTÁMOGATÓ
KÖZHASZNÚ NONPROFIT KORlátolt FELELŐSÉGŰ TÁRSASÁG