

HADI TECHNIKA

2025/6.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LIX. ÉVFOLYAM 6. SZÁM • ÁR: 990 Ft

A PL-15(E) RAKÉTA ALKALMAZÁSA AZ INDIAI-PAKISZTÁNI KONFLIKTUSBAN



POSZTER-
MELLÉKLETTEL



ATOM-
TENGERALATTJÁRÓK
AZ AUSZTRÁL
KIRÁLYI
HADITENGERÉSZET
KÖTELÉKÉBEN



MEGJELENT a Haditechnika különszáma!

136 oldalon az orosz-ukrán háború
haditechnikai hátteréről és harc-
eszközéről - a drónoktól a hajókig.

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



ZRÍNYI KIADÓ

**A MAGYAR HONVÉDSÉG
MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA**

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LIX. évfolyam 2025/6. szám

A szerkesztőbizottság elnöke:

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

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárany Zoltán Gábor dandártábornok
(NATO JFTC 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.)

Lektori bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

Felelős szerkesztő:

Havasi Máté

Katonai szerkesztő:

Druzsán József őrnagy (MHTT, TÜK, MKLE)

Szerkesztő:

Drahos Gabriella

Olvasószerkesztő: Tóth László ny. alezredes

Tördelés és grafikai munkák: Dallos Tamás, Földi Balázs,
Győri László, Schlachter Stefánia Gerda

Műszaki szerkesztés: Gróf István

Folyóiratszerkesztőség-vezető: Eisrichné Schubert Andrea

A Zrínyi Kiadó igazgatója: Dr. Hajdú Ferenc t. ezredes

Nyomdai előkészítés és nyomtatás: HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Felelős vezető: Kulcsár Gábor ügyvezető

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

A szerkesztőség elérhetőségei:

1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9. Telefon: +36 70 199-8648
haditechnika@hmzrinyi.hu
kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT
https://www.facebook.com/HTfolyoirat/
INDEX: 25381 ISSN 0230-6891 (Nyomtatott) • ISSN 1786-996X (Online)

TANULMÁNYOK

▪ Lukács László

A kőszóró aknáktól az intelligens
szárazföldi aknáig IV. rész
*Aknafejlesztés Magyarországon és
a robbanó műszaki záruk hatékonysága* 2

▪ Farkas Zoltán

Logisztikai szaktechnikai eszközök
egykor és napjainkban IV. rész 9

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

▪ Dunai Pál – Halmi Lajos

Az orosz Szu-35S és Szu-57
vadászpilóták szerepe
a 21. századi légi hadviselésben 16

▪ Ocskay István

A termobárikus hatás és az azon
alapuló fegyverek története I. rész 24

▪ Kiss Roland

Az A2/AD hadviselés
az orosz-ukrán háborúban
Területtagadás a szárazföldön I. 28

▪ Papp István – Szilvássy László

A PL-15(E) légiharc-rakéta 35

ŰRTECHNIKA

▪ Remes Péter

A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége
IV. rész 41

HAZAI TÜKÖR

▪ Imhof László – Nagy Zsuzsa

A Magyar Honvédség modernizált
rádióállomásai, az Integrált
Rádióállomás és Központ koncepció 48

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

▪ Ott István Dániel

Atom-tengeralattjárók az Ausztrál Királyi
Haditengerészet kötelékében II. rész
*Az Ausztrál Királyi Haditengerészet
tengeralattjáró-fegyverneme* 56

▪ Barna Péter

Az Egyesült Államok Európában
állomásozó repülőerőinek A-10A
csatarepülőgépei 1979–1993 között
II. rész 63

MAKETTROVAT

▪ Tekler István

Egy magyar Junkers 67

2025. ÖSSZESÍTETT TARTALOMJEGYZÉK 74



LUKÁCS LÁSZLÓ*

A KŐSZÓRÓ AKNÁKTÓL AZ INTELLIGENS SZÁRAZFÖLDI AKNÁKIG

IV. RÉSZ

AKNAFEJLESZTÉS MAGYARORSZÁGON ÉS A ROBBANÓ MŰSZAKI ZÁRAK HATÉKONYSÁGA

1. ÁBRA. 2. hadsereg, műszaki csapatok, doni front, 36 M TAK akna
(Forrás: HM HIM; leltári szám: HTM-51642)

A cikksorozat első részében a szárazföldi aknák kialakulásával foglalkoztunk az ókortól a 17. század végéig. A második részben az I. világháborúban kialakult állásharc megtörésére kifejlesztett és bevetett harcokcsik elleni védelemre szolgáló harcjármű elleni aknákról írtunk, míg a 3. részben a két világháború között és a II. világháborúban alkalmazott robbanó műszaki harcanyagokat mutattuk be. Ebben a részben az aknák és az aknaharc magyarországi fejlődéséről lesz szó a II. világháború végéig tartó időszakban, illetve a robbanó záruk hatékonyságát elemezzük a világháború tapasztalatai alapján.

AKNAFEJLESZTÉS A MAGYAR KIRÁLYI HONVÉDSÉGBEN A II. VILÁGHÁBORÚ VÉGÉIG

A cikksorozat 2. részében beszámoltunk a Zubovics Fedor honvéd huszárszázados által az 1870-es években felfedezett szárazföldi torpedóról és annak a Honvéd Főparancsnokság által 1916-ban történt korszerűtlennek minősítéséről, mivel „alkalmazhatóságuk korát már túlélték”. Ezek után az 1928-ban

kiadott – egyéb tekintetben korszerű és alapos – *E.-34. Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára*, 2. Füzet – *Robbantások I. rész*, XI. fejezetében – bármennyire is hihetetlennek tűnik – a szárazföldi torpedóaknák címen bemutatott szerkezetek egyrészt a már a középkorban is alkalmazott kőszóró aknák, másrészt pedig a Zubovics-féle szárazföldi torpedók voltak. Ez utóbbiakban annyi változás tör-

tént, hogy a korábbi (de még rendszerben álló) 04 M gyújtószerkezet mellett rendszerbe lépett a – hasonló működésű – 13-as mint. gyújtókészülék is. [1; 355–365.]

Vajon az I. világháború nemzetközi tapasztalataiból okulva miért nem jelentek meg legalább a harcjármű elleni aknák a hadseregünk állományában? Ennek két fő okát említhetjük meg.

Egyrészt az akkori magyar honvédség egy lokális harc megvívására képes szervezettel és kiképzettség-gel rendelkező haderő volt. Feladatának az ország kisantant (Csehszlovákia, Románia, Szerb-Horvát Királyság) támadásától való megvédését tekintették. Balaton Sándor 1944-es cikké-

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



három magyar robbanóanyaggyár (Pozsony, Zúrány/Zurndorf, Trencsén) a határon kívülre került, nem maradt egyetlen robbanóanyagot előállító üzeme sem az országnak. A hazai robbanóanyag-gyártás csak vontatottan indult be, és az ott előállított trotil a tüzérségi lőszer és légibombák töltetként élvezett elsőbbséget. Így született meg végül a „tak” néven ismert 36 M tányérakna. (1., 2. ábra) Szükség szülte töltete a „búza-, kukorica- és burgonyakeményítől” előállított robbanóanyag”, a tri II. (nitrokeményítő) volt, melynek „energiatartalma, brizanciája nagyobb, mint a TNT-é, de kevésbé stabil”. [3; 78.]

Maga az akna is egy „öszvér megoldás” volt. A kettős rendeltetésű, harckocsik és gyalogság ellen egyaránt alkalmazhatónak tervezett robbanószerkezet igazán újszerű és talán fölöslegesen túlbonyolított gyújtószerkezettel készült. Azt ugyanis a telepítés előtt hatféle módon lehetett beállítani. „K” állásban (könnyű) gyalogság ellen alkalmazható taposóaknaként működött 35 kg nyomásra. 1-es, 2-es, 3-as és „N” állásban (nehéz) harckocsik ellen volt alkalmazható 100–200–300–350 kg nyomásra. „H” állásban (húzás) pedig az akna húzásra működő megfigyelt aknaként működött. A rézből

készült, bonyolult 36 M gyújtó egy 202 mm átmérőjű acél aknatestbe került, mely fölött egy 253 mm átmérőjű nyomófedél volt, így az összmagassága 88 mm volt. Működésekor az 1,5 kg tri II. robbanóanyag-töltetnek kellett volna a Don-kanyarban a szovjet T-34-es harckocsikat feltartóztatni. Csak emlékeztetünk arra, hogy az ugyanebben az időben akár Nyugat-, akár Kelet-Európában gyártott harcjármű elleni aknák töltete (legtöbbször trotil) 5–6 kg volt. Ezért a mi aknánk hatásosságát illetően jogosan lehetnek kétségeink. Gyalogság elleni taposóaknaként kezelve fordított a helyzet: egyetlen hasonló európai akna sem tartalmazott 200–400 g-nál több robbanóanyagot.

A 36 M magyar érintőakna egy szilánknövelő (acélrugóhoz hasonlító)

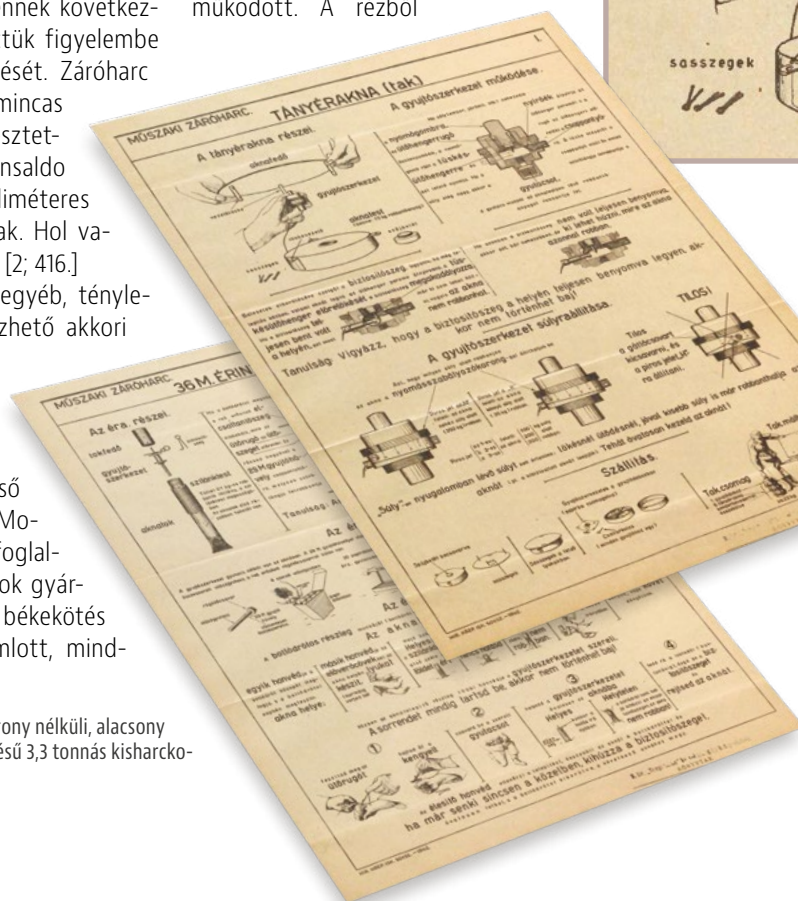
2. ÁBRA. Magyar 36 M tányérakna (tak) [19]

3. ÁBRA. A 36 M magyar érintőakna (éra) [19]

ben ezt olvashatjuk ennek következményeiről: „[n]em vettük figyelembe a haditechnika fejlődését. Záróharc eszközeinket a harmincas évek közepén fejlesztettük ki. Kortársaik az Ansaldo harckocsi¹ és a 37 milliméteres páncéltörő ágyú voltak. Hol vagyunk ma már ettől?” [2; 416.]

A másik ok – sok egyéb, természetesen hibásnak nevezhető akkori katonai felsővezetői döntés mellett – az aknák töltetét jelentő robbanóanyagban keresendő. Az első világháború alatt a Monarchiában 12 gyár foglalkozott robbanóanyagok gyártásával. A trianoni békekötés után mindez összeomlott, mind-

¹ Az Ansaldo egy forgótorny nélküli, alacsony felépítésű olasz fejlesztésű 3,3 tonnás kisharckocsi volt.



burkolattal ellátott, húzásra működő, botlódórótos „cövekakna” volt, 100 g robbanóanyaggal. Amit negatívumként tudunk esetében megemlíteni, hogy – szemben a hasonló külföldi aknákkal – ennek az aknacöveke is préselt félelemezéből készült, a sokkal olcsóbb facövek helyett.

A magyar aknafejlesztés ugyanakkor világszínvonalon állt ebben az időszakban egy zseniális hadmérnöknek köszönhetően. 1942-ben a német Hubert Schardin és a magyar Misnay József egymástól függetlenül kidolgozták a robbanással formált lövedék² elvét. Ezért a szakirodalom a mai napig *Misnay-Schardin effektus* né-

ven jegyzi a robbanás irányított hatásának ezt a változatát, melynél az akna vastag betéttányérját a robbanási energia egy kb. 2000 m/s sebességű lövedékalakzattá formálja, mely (szemben a kumulatív töltetek néhány 100 mm-es hatástávolságával) több tíz méter távolságból képes a céltárgy oldalát áttörni. Schardin elméletének a II. világháborúban nem lett gyakorlati folytatása, Misnay viszont kifejlesztette a világ első oldal elleni EFP-aknáját, melyet „Lövő tányéraknának”, röviden LÖTAK-nak nevezett. Az aknát az utak mentén fákra, városharc esetén pedig a házak falára erősítették. Botlódóróttal látták

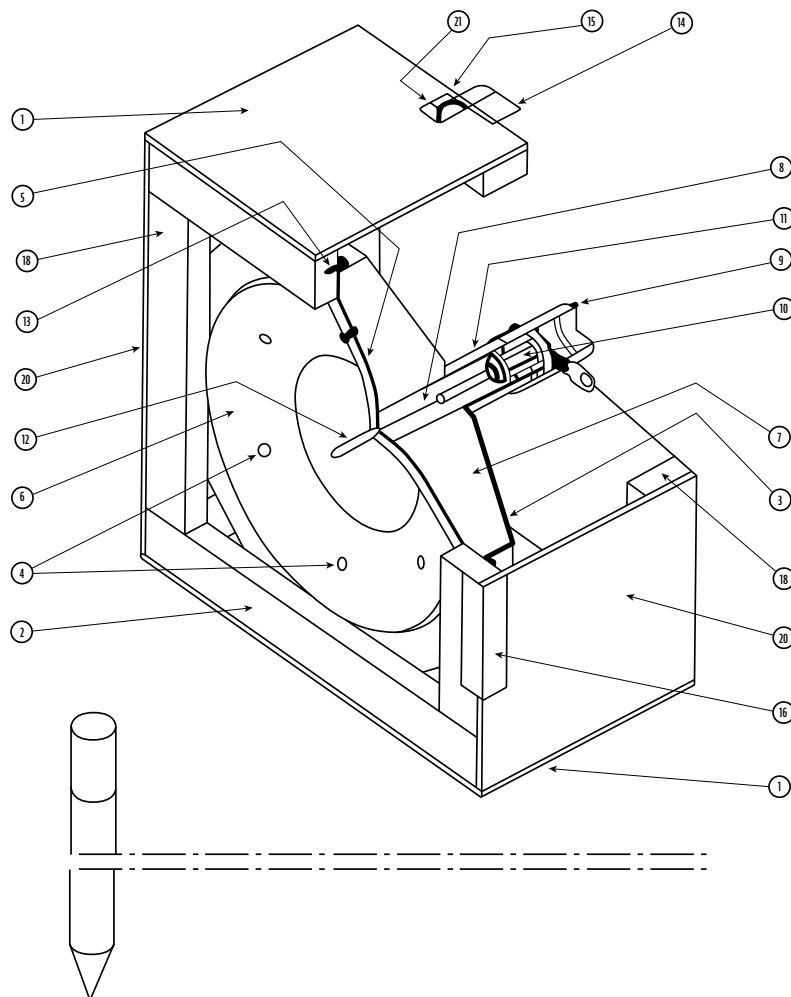
el, vagy megfigyelt aknaként elektromosan indították. A LÖTAK-ot először az erdélyi hágók lezárására alkalmazta a magyar hadsereg. A háború után a tüzserészek a nagyobb harcokcsaták körzetében is találtak LÖTAK-ot. Az akna töltete 4,5 kg nitropenta, fémbetéte pedig egy alumíniumtányér volt. (4. ábra)

Az akna fejlesztése iránt a németek élénken érdeklődtek, ők maguk viszont mereven elzárkóztak a projekt szakmai segítségétől. Az ez irányú kutatások kiemelkedő német tudósa, Hubert Schardin fizikus professzor 1944 júliusában személyesen is megtekintette Magyarországon Misnay kísérleti eredményeit, és ennek hatására felcsillant a remény valamiféle együttműködésre, mert meghívta magyar kollégáját Rechlinbe, a Luftwaffe kutatótelepére, közös kísérletek lefolytatására. A betervezett őszi utazásra azonban Misnay megbetegedése miatt nem került sor, így az ott tervezett közös kísérletek is elmaradtak.

Schardin fenti látogatásáról az amerikai Armor folyóirat egy 1981-es cikkében is beszámolnak a szerzők azal, hogy „Schardin professzor, továbbá dr. Thomer és dr. Trinks személyesen tekintették meg Magyarországon a »Misnay«³ alezredes által feltalált és kifejlesztett, robbanással formált lövedék elvű robbanószerkezetét. [...] Látták, amint a harcanyag robbanása által képződött nagysebességű lövedék, több tíz méterről eltalálta és áttörte a harckocsi oldalát.” [5; 30.]

Ugyancsak Misnay fejlesztette ki a magyar hadseregben 1943-ban rendszerbe állított 43 M tányéraknát (nagy tányéraknaként is nevezték). (5. ábra) Érdekessége, hogy szemben a II. világháború harcoló felei által kifejlesztett és használt aknák döntő többségével, ez kumulatív hatású akna volt. Az akna teljes tömege 6,5 kg, a robbanótöltet pedig 4,6 kg volt (trotil kiegészítő detonátorral vagy pentritol⁴). Az akna teteje és fenékrésze fából, az oldalai pedig 0,75 mm vastag rétegekben ragasztott papírból készültek, belül pa-

4. ÁBRA. A Misnay által fejlesztett 44 M LÖTAK oldal elleni akna izometrikus rajza [4; 66.]

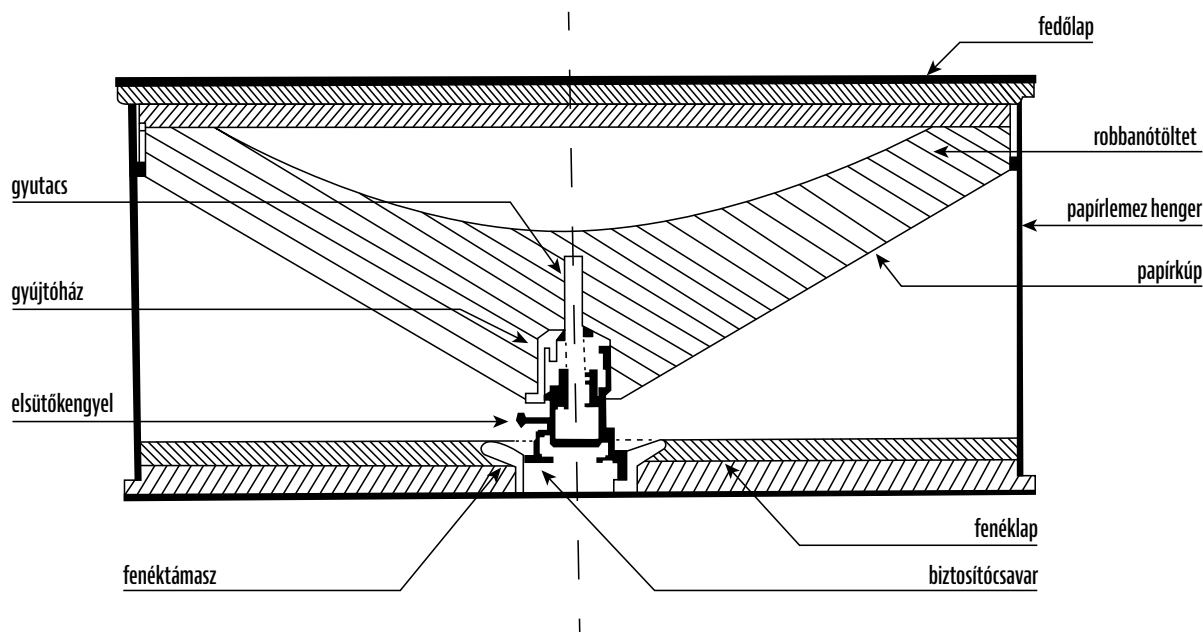


1. oldalfal 1; 2. lécváz 1; 3. töltet hátsó burkolata; 4. szegecs; 5. töltet fedőburkolata; 6. tányér alakú bélés; 7. robbanóanyag; 8. 0,1 kg-os utáztöltény; 9. 36a. M gyújtókupak; 10. 40 M aknagyújtó; 11. 43 M aknatok-hosszabbító; 12. központi rúd; 13. szeg; 14. hordfogantyú; 15. csavar; 16. kihajtható láb; 17. csavar; 18. lécváz 2; 19. lécváz 3; 20. oldalfal 2; 21. alátét

² Explosively Formed Projectile (Penetrator), röviden EFP.

³ Az angolszász irodalomban a legtöbb helyen így jelenik meg Misnay József neve, és ezért „Misnay-Schardin effect”-ként szerepel a robbanással formált lövedék elve is.

⁴ Nitropenta és trotil keveréke.



5. ÁBRA. Misnay-féle 43 M tányérakna metszeti rajza [6; 7.]

rafin-, kívül bitumenszigeteléssel és vászonborítással. Az akna egyaránt telepíthető volt a földfelszínre és a földbe. Szilánkhatása nem volt. Két fő részből állt: az aknatestből és a gyújtóból. 500–600 kg teher hatására a papírhenger összereszkedett, ezáltal a fedőlap és a robbanótöltet a fenéklaphoz közeledett, majd a fenéktámaszra támaszkodó összenyomódott gyújtó visszacsapódva létrehozta a gyújtást.

A gyártáshoz szükséges robbanóanyag hiánya miatt az akna a háborúban már nem bizonyíthatott, ennek ellenére a külföldi szakajtó még sokáig foglalkozott vele. Az amerikai 5–280 *Foreign Mine Warfare Equipment* című szabályzat 1963-ban [7; 351–352. fig 255, 256], majd 1971-ben [8; 6–49 és 6–50 fig. 6–33 és 6–34.] kiadott változata is két képpel és leírással mutatja be *Nonmetallic Shaped Charge Antitank Mine (Hungary)* néven a Misnay-féle 43 M tányéraknát. A fent említett *Armor* katonai folyóiratban megjelent cikkben a szerzők szintén megemlítik a Misnay-féle magyar tányéraknát. Kiemelik, hogy ez volt a világon az első fémmentes, kumulatív harckocsi elleni akna. Ezt követően 1951-ben jelent meg hasonló kumulatív akna: a francia Model 1951 és a nyugat-német DM–11. [5; 29.]

A ROBBANÓZÁRAK HATÉKONYSÁGA A II. VILÁGHÁBORÚBAN

A II. világháború nagy védelmi hadműveletei igazolták, hogy az ellenség páncélozott eszközei és élőereje elleni harcban kiemelt jelentőségűek a tűzrendszerrel összhangban telepített különböző műszaki záruk, ezen belül pedig döntő befolyása van az aknazáraknak. Ennek igazolására nézzünk egy-egy példát a keleti és a nyugati frontról.

Bár a Szovjetunióban a Karbisev tábornok által vezetett munkacsoport az I. világháborút követően részletesen kidolgozta a műszaki záruk alkalmazási elveit, Sztálin 1934–1940 közötti „nagy tisztogatása” eredményeként a Vörös Hadsereg jól felkészült tisztjei közül sokat elveszített.⁵ Ezért aztán a háború kitörését megelőző előkészítő időszakban, majd az első védelmi hadműveletek során csak önálló irányokban létesítettek műszaki zárat, melyek a tevékenység általános elgondolásával ritkán voltak összhangban. A záruk telepítésekor inkább az események után „kullogtak” és oda összpontosítottak, ahol az ellenség már sikereket ért el. A hadműveleti mélységben egyáltalán nem hoztak létre műszakizár-rendszert.

A folyamatos kudarcok hatására született meg végül a Legfelsőbb Főparancsnokság Főhadiszállásának 1941. június 18-i parancsa, mely követelményként állította a csapatok elé a védőkörletek előtt és között műszaki záruk (különös tekintettel harckocsik elleni robbanó és nem robbanó záruk) telepítését. Ugyancsak elrendelte műszaki záruk létrehozását a hadsereg védelmének teljes mélységében, valamint a védősáv összes útjának és hídjának romboláshoz való előkészítését. A feladatokhoz azonnal elkülönítettek 102 ezer aknát és 475 tonna robbanóanyagot. Hogy ez csak a kezdet volt, azt az 1942. június havi műszaki harcanyagigénylés jelzi a harcban álló hadseregek részéről: 619 ezer harckocsi elleni akna, 572 ezer gyalogság elleni akna, 998 tonna robbanóanyag, 3 ezer tonna szögesdrót.

Az előrenyomuló német harckocsi-oszlopok elleni harctevékenység sikerét nagyban fokozta az a felismerés, hogy harc közben, a harckocsik tényleges támadási irányában telepített harckocsiakna-mezők sokkal hatásosabbak, mint az előkészítés ideje alatt telepítettek. Így jöttek létre a Szovjetunióban 1942 elején a mozgó záróosztagok (MZO),⁶ melyeket a páncéelhárító tüzérséggel – az ún.



6. ÁBRA. Misnay József hadmérnök 1938-tól 1944-ig a Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézetben (HTI) dolgozott (Fotó: HT archívuma)

⁵ Becslések szerint csak a német támadás előtti években körülbelül 30 ezer tisztet tartóztattak le a 178 ezres tisztii összlétszámból. Közöttük 5-ből 3 marsallt (Tuhacsevszkij, Jegorov és Bljuher), 15-ből 13 hadseregparancsnokot, 57-ből 50 hadtestparancsnokot és 186-ból 154 hadosztályparancsnokot. [18]

⁶ Eredeti neve mozgó zártelepítő osztag volt.



7. ÁBRA. 36 M tányérakna telepítése a II. világháborúban
(Forrás: HM HIM; leltári szám: HTM-51646)

páncélelhárító tüértartalékkal (PET) – együtt alkalmaztak.

A kurszki védelmi hadművelet – melyet a háborúk történetének egyik legnagyobb páncélos ütközeteként tartanak nyilván – bizonyította igazán a mozgó záróosztagok működtetésének szükségességét, hatékonyságát. Itt egyes források szerint a megsemmisített német harckocsik 84%-a – 1055 db – a harc alatt, az MZO-k által telepített aknáknál robbant fel, illetve az ezek mögött telepített páncéltörő tüzéség semmisítette meg őket.

A nyugati hadszíntéren is hasonló felismerésre jutottak az aknák harci alkalmazását illetően. Winston S. Churchill 1939. szeptember 15-i, Chamberlain miniszterelnökhöz írott leveléből idézve: „Közben Franciaországnak éjjel-nappal dolgoznia kell a belga határ megerősítésén. Ehhez minden forrást igénybe kell venni. Elsősorban harckocsitámadás ellen kell akadályokat építenünk, függőlegesen földbe ásott sínekből, mély árkokból, betontömbökből, helyenként földi aknákból is, elő kell készítenünk nagyobb területek elárastását stb., és az egész rendszert mélységi védelemmel kell párosítani... három-négy német páncélos-hadosztályt csak fizikai akadályok tartóztathatnak fel, persze akkor,

ha védelmüket jól képzett csapatok és nagy erejű tüzéség látja el. Fizikai akadályok nélkül páncélostámadás ellen nincs hatékony védekezés.” [10; 170.]

1941-ben a gyakorlatban is beigazolódott Churchill intelmeinek helyessége. A brit csapatok Tobruk védelmének sikeresen alkalmazták az aknákat. A május elsején indított német támadás során Rommel csapatai 800 méteres szakaszon áttörték az angol védelmet. A siker bebiztosítására Rommel a részbe irányította harckocsijait, melyek azonban aknamezőre futottak. A 40 támadó harckocsiból 17-et vesztek el, ráadásul öt helyrehozhatatlan károsodást szenvedett. A csata második napjára a 70 német harckocsiból 35 maradt bevethető állapotban. A britek által megsemmisített 35 ellenséges harckocsiból 11-et az aknák robbantottak fel. [11. 94.]

A front megmerevedése után, a britek július 21–22-i nagy erejű ellentámadása miatt Rommelnek már a saját vonalai védelmére kellett összpontosítania. „A páncélos-hadosereg utászai lázas sietséggel már az előző napokban egymás után telepítették az aknamezőket. Ez a munka most folytatódott. Brit, német és olasz aknákat ástak a homokba, és egyes szakaszok

mentén hamarosan tekintélyes erejű aknamezők húzódtak.” [12; 137.]

Rommel még egy támadással próbálkozott, de a hadvezéri zsenialitás és a harcoló alakulatok kitartó küzdelme egyetlen dologgal nem tudott megbirkózni: az utánpótlás hiányával. A német alakulatok főleg ígéreteket kaptak a kifogyóban lévő üzemanyag, lőszer és harci technika helyett. Ezen a hadszíntéren is bebizonyosodott a II. világháború általános igazsága: az nyer, aki az anyagháborút megnyeri. És itt, ebben a Montgomery tábornok vezette brit csapatok jelentős fölénybe kerültek. A német offenzíva kudarcot vallott. Szeptember 6-án a németek befejezték a visszavonulást és a korábbi brit védelmi létesítményeket is felhasználva védelemre rendezkedtek be. Rommel azonban tanult a vereségből is olyannyira, hogy a továbbiak során az aknák harci alkalmazásának, valamint az aknák elleni harcnak az egyik legkiválóbb gyakorlati alkalmazójává vált. Fényesen bizonyította ezt az 1942. október 23-án kezdődött második el-alameini csatában, ahol a brit előretörés, valamint az amerikai csapatok harcbevetése a német Expedíciós Hadsereg vereségét vetítette maga elé Észak-Afrikában. [13] Rommel így írt erről: „Az állásokat nagy mennyiségű akna alkalmazásával építettük ki. A megszerzett brit aknamezőket is beleszámítva védelmi rendszerünkhöz körülbelül 500 000 akna is tartozott. [...] zsákmányolt brit légibombákat és tüzéségi lőszerkeket helyeztünk el úgy, hogy elektromos gyújtással felrobbantsuk őket. [...] A harcálláspontokra kutyákat is küldtünk, hogy jelezzék, ha britek közelednek. Azt akartuk, hogy a támadók csak lassan, és csak ezeknek az előretolt harcálláspontoknak a leküzdése után láthassanak neki az aknamentesítésnek. Az afrikai hadszíntéren ugyanis sajnos többnyire csak harckocsiaknak álltak rendelkezésünkre, amelyeken a gyalogosok kockázat nélkül ájtathattak, és amelyeket viszonylag könnyen fel lehetett szedni.” [12; 171–172.]

Csak összehasonlításul: a kurszki csatában is kb. ennyi aknát telepítettek a szovjetek, csak hogy Rommel ezt az aknamennyiséget egy 65 km széles arcvonalon alkalmazta! Így az aknasűrűség a Kurszknál létrehozott ötszörö-

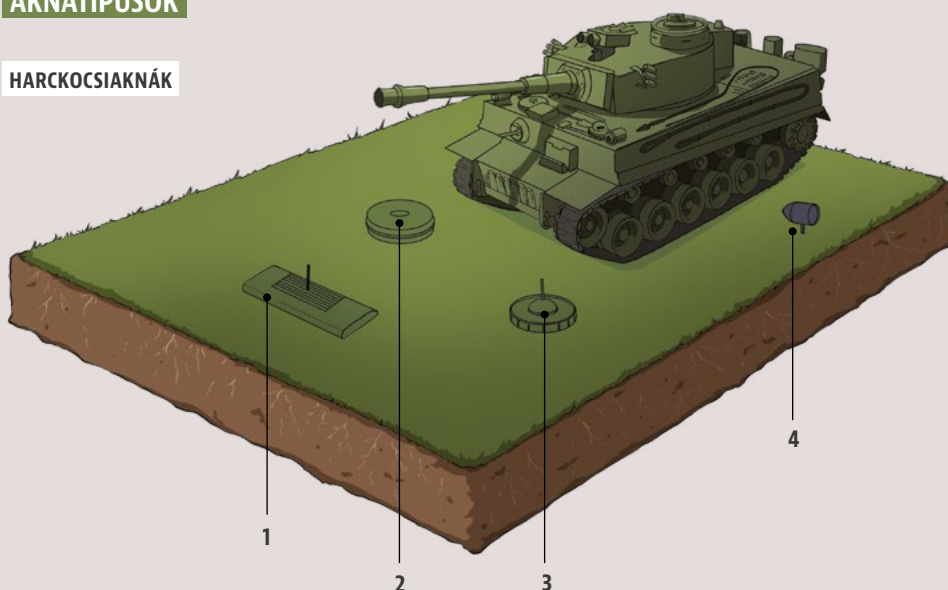
se volt. Ugyanakkor, mivel a hadszíntéren csak kevés gyalogság elleni akna volt elérhető, a németek mindösszesen 10 ezer ilyen aknát használhattak fel, ami azt jelentette, hogy ezek sűrűsége mindössze 150 darab volt kilométerenként, ami viszont csak a tizede a Kurszknál kiépített védelmi rendszer hasonló adatának. Ez különösen azért érintette érzékenyen Rommelt, mivel csapatai szinte művészi szintre emelték a vegyes aknamezők létesítését. Ennek ellenére az észak-afrikai hadjárat végül is vereséggel végződött a németek számára.

Erwin Rommel altábornagy 1943. november 5-én kapta a megbízást az Atlanti fal – sokáig elhanyagolt – védelmi rendszerének megerősítésére és befejezésére. Egy hathetes szemleút eredményeként arra a következtetésre jutott, hogy a félig elkészült építményekkel a kellő számú nehéztüzérség, páncélosok és betonból készült mély lövegállások hiányában csak egy mód van az esetleges szövetséges támadás elhárítására: az aknazár-rendszer. A „Sivatagi Róka” még emlékezett a britek által El-Alameinnél alkalmazott elektromos akna-kereső eszközökre, ezért olyan aknákat akart, melyek nem tartalmaznak fémet. „Gyalogsági aknákat, harckocsiaknákat és ejtőernyős-elhárító aknákat akarok. Amik elsüllyesztenek a hajókat és a partraszállító hajókat. Olyan aknamezők kellenek, melyeken a saját gyalogságunk át tud kelni, az ellenséges páncélosok viszont nem. Aknákat akarok, melyek akkor robbannak, mikor valaki belebotlik a huzalba vagy átvágja, amik távirányítással hozhatók működésbe. Egy részüket vasmentes fémházzal kell ellátni, hogy az ellenség akna-keresői ne észlelhessék őket” mondta az utász munkákért felelős Meise altábornagynak. [14; 415–416.] Az egész életében utásztisztként szolgáló Meise el volt hűlve a csodálattól: „Túl azon, milyen nagyszerű katona, szerintem Rommel volt a II. világháború legjobb utásza. Nem volt semmi, amit taníthattam neki, inkább ő tanított engem.” [14; 416.]

Rommel végleges terve szerint 20 millió aknát akart telepíttetni. „Az aknatelepítés elsőbbséget élvezett, de nem tudtak olyan gyorsan haladni vele, hogy ne lett volna elégedetlen a tempóval. Márciusban Hans von Salmuth vezérezredes, a calais-i szo-

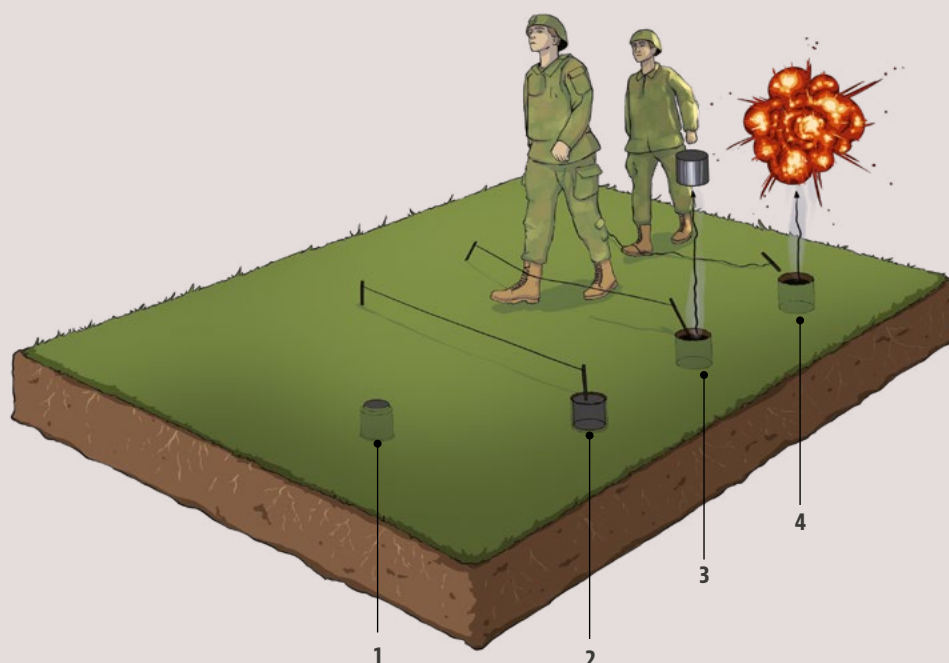
AKNATÍPUSOK

HARCKOCSIÁKNÁK



1. A döntőpálcás aknák pálcáit a láncfal vagy harckocsitest egy bizonyos szögben dönti meg, ennek során robbannak fel.
2. A nyomásérzékelős aknák a harckocsi súlyát érzékelve robbannak.
3. A hang-, vibráció- és mágnesestér-érzékelőkkel ellátott aknák az említett fizikai hatásokra robbannak.
4. A föld felett telepített oldal elleni aknák (Misnay-Schardin effektus elvén működő EFP) lehetnek automatikus (érzékelőik által működésbe lépők) vagy távirányításúak.

GYALOGSÁGI ÁKNÁK



1. Nyomásérzékelős (taposó-) akna.
2. Botlórótos, húzásra működő repeszakna.
3. és 4. Az ún. „ugróakna” az aktiválás után egy kivetőtöltet hatására kb. 1–1,5 méter magasra repül fel, és ott robbanva repeszhatása a lehető legnagyobb.

8. ÁBRA. Hagyományos telepítésű szárazföldi aknák típusai (A grafika forrása: [15; 166.]

ros védelemért felelős 15. hadsereg parancsnoka (ide várta Rommel az inváziót) boldogan jelentett neki, hogy minden egyes embere tíz aknát telepít naponta. Rommel szűkszavúan ennyit mondott: »Emeljék napi húszra!« Egy másik alkalommal, mikor Salmuth panaszkodott, hogy az általa előírt munkatempó kimeríti a hadsereg katonáit, Rommel kérdéssel válaszolt: »Mondja tábornok úr, az emberei inkább fáradtak vagy halottak akarnak lenni?« [14; 421–422.] A szövetségesek franciaországi partraszállásáig a tervezetből végül csaknem 6 millió aknát sikerült a németeknek letelepíteniük a védelem megerősítésére. Az eredmény pedig azóta már a történelemkönyvek lapjain olvasható. Az erődítmény-komplexumot a védelmükre telepített szárazföldi aknák sem tudták megvédeni.

A II. világháború az aknák alkalmazásában döntő fordulatot jelentett. A korábban elszórtan, esetlegesen alkalma-

zott, sokszor a helyszínen legyártott harcanyagból a harc szerves, elválaszthatatlan része lett. A német Heinz Guderian tábornok az aknák szerepét értékelve a háború során azt írta, hogy a harcokcsikra nézve az akna az ellenséges harcokcsik és a páncéltörő lövegek után a harmadik legnagyobb veszélyt jelentő fegyver. [11. 109.]

A II. világháború végére kialakultak a ma is ismert és alkalmazott, hagyományos telepítésű szárazföldi aknák típusai. (8. ábra)

A II. világháborúban a gyakorlat, a sokszor vérrel szerzett tapasztalat lefektette az aknák alkalmazásának néhány, máig érvényes alapelvét, melyet Veremejev az alábbiak szerint foglalt össze:

„Az aknák tervszerű és tömeges alkalmazása biztosítja a védelem szilárdságát, támadásban pedig megbízhatóan zárja a szárnyakat és segítséget nyújt az ellenség ellenes-pásának elhárításában.

Az aknák hatékonysága sokszorosára nő, ha az aknamezőket páncéltörő tűzeszközökkel fedezik, és viszont – a páncélelhárítás hatékonyságát nagymértékben növelik az aknamezők, melyek megállítják a támadó eszközöket.

Az egyes aknák, kis aknacsoporthoz szinte teljesen hatástalanok, csak az aknák tömeges alkalmazása vezet célra.

Megjelent az »aknaharc« fogalom, melyen belül a rendszeresített, iparilag előállított aknákkal el kell látni minden fegyvernemet, melyek kötelesek azt használni saját védelmükre.

A műszaki csapatok mozgékonyágát növelni kell, a kézi aknatelepítés túl lassú a harc megnövekedett dinamikájában.

Megjelent az aknák rendeltetés szerinti csoportosítása úgy, mint harcokcsik elleni-, gyalogság elleni-, szállítás-gátló- (ezen belül vasúti és közúti), deszant elleni-, objektum romboló- és meglepő aknák (aknacsapdák).” [11. 112.] ■

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] E.–34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára. 2. Füzet – Robbantások I. rész. Budapest, M. kir. honvédelmi minisztérium, 1928.
- [2] Balaton Sándor: Műszaki zárok a jelenlegi világháborúban. Magyar Katonai Szemle 1944/3, 393–417.
- [3] Bohus G. et al.: Ipari robbantástechnika. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1983.
- [4] Hatala András: Üreges töltetek IV. rész – A második világháború alatt gyártott magyar üreges töltetek. Haditechnika 2010/5, 63–67.
- [5] Backofen, Joseph E. – Williams, Larry W.: Antitank Mines. Armor – The Magazine of Mobile Warfare, July-August 1981/4, 26–30. United States Army Armor School, Fort Knox, Kentucky.
- [6] Kezelési segédlet a 43. M. tányéraknához (második kiadás). M. kir. honvédelmi miniszter. Budapest, 1944.
- [7] TM 5-280. Foreign Mine Warfare Equipment. Department of the Army, the Navy and the Air Force. Washington, D.C., April 1963. 185. Nonmetallic Shaped Charge Antitank Mine (Hungary) 351–352, 255 és 256. ábra.
- [8] TM 5-280. Foreign Mine Warfare Equipment. Departments of the Army, the Navy and the Air Force. Washington, D.C., 15 July 1971. 6-25. Mine, Antitank, Shaped Charge, Nonmetallic (Hungary) 6-49 és 6-50. o. 6-33 és 6-34. ábra.
- [9] Hajdú Ferenc: A Haditechnikai Intézet világhírű ezredese. Haditechnika 2011/3, 49–50.
- [10] Churchill, Winston S.: A második világháború története 1. kötet. Európa, Budapest 1989.
- [11] Веремеев, Юрий Георгиевич: Мины вчера, сегодня, завтра. [Aknák tegnap, ma, holnap] Минск, Современная школа. 2008.
- [12] Rommel, Erwin: Háború gyűlölet nélkül. B. H. N. Kft. Budapest, 2017.
- [13] Carbis, John C.: The Battle of El Alamein, 1942 Minefields and Gap Clearance – The Sapper Element. Journal of the Society for Army Historical Research, Summer 2021, No. 397, 194–212.
- [14] Butler, Daniel Allen: A tábornagy – Erwin Rommel élete és halála. Hajja & Fiai. Debrecen, 2021.
- [15] Hogg, Ian V.: A fegyverek enciklopédiája. Zrínyi, Budapest, 1993.
- [16] Lukács László: Kis akna-történelem. Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2002/3, 15–57.
- [17] Ungvár Gyula (szerk.): Pro Militum Artibus – A hadtudományért. Zrínyi, Budapest, 2014. <https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/PMA.pdf> (Letöltve: 2025.05.22.)
- [18] Majláth Ronald: Akik nagyon hiányoztak a szovjet hadigépezetből. <https://moszkvater.com/akik-nagyon-hianyoztak-a-szovjet-hadigepezetbol/> 2021. 07. 19. (Letöltve: 2025.05.22.)
- [19] Szemléltető falitáblák a műszaki oktatáshoz: műszaki és csapat-árkász alakulatok számára (1942). Összeállította: a m. kir. honvéd műszaki kiképző tábor parancsnokság. Budapest, Magyar Királyi Honvéd Híradó Központi Iskola, 1942.



1. ÁBRA. 1901 mintájú telepített hadosztálysütőde (Forrás: HM HIM; leltári szám: 4109)

FARKAS ZOLTÁN*

LOGISZTIKAI SZAKTECHNIKAI ESZKÖZÖK EGYKOR ÉS NAPJAINKBAN

IV. RÉSZ

A katonák tábori viszonyok közötti hadtápellátásának biztosítására az 1960-as évek elejétől kezdtek kifejleszteni a tábori hadtápellátás szaktechnikai eszközeit, amelyek azóta többgenerációs fejlődésen mentek át.

A szerző cikksorozatában feladatköronként mutatja be a logisztikai szaktechnikai eszközöket, valamint sorra veszi a korábbi időszakokban alkalmazott, azonos feladatra rendszerezett eszköztípusokat. Az előző részekben bemutatott vízszállító és élelmiszer-hűtő gépjárművek után a

sorozat következő részében a tábori sütődék és a kenyérszállítás eszközei következnek.

A TÁBORI SÜTÖDÉK ÉS A KENYÉRSZÁLLÍTÁS ESZKÖZEI

A katonák tábori ellátásának fontos eleme a hadseregek laktányán kívüli (gyakorlatok, háborúk) tevékenységei során a megfelelő, mindenre kiterjedő biztosítás, az ennek részét képező élelmezési ellátásnak pedig alapeleme a kenyérigény kielégítése. Ennek érdekében a mozgó sütődék megjelenése

előtt a hadtápkörletekben polgári sütődéket, illetve tartalék sütődéket vontak be. Ilyen volt a Peyer-féle 247 kg-os kemence és a helyben épített, falazott emeletes kemencék. Üzembe helyezésük több órát vett igénybe.

TÁBORI MOZGÓ SÜTŐDE

Katonai logisztikai területen nagy átöröklést jelentett a mobil sütőkemence megjelenése. A kenyérről és péksüteménnyel történő ellátás a hadtápszervek egyik legfontosabb feladata volt (és ma is az), ami megvalósulhatott

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

úgy, hogy a polgári sütődékből kiszállítással biztosították a katonák számára. A fejlődés és az önálló ellátásra való törekvés jegyében létrehozták a kor színvonalán megvalósítható berendezéseket, melyek igényelték a gyors mozgatási lehetőséget és a sütési teljesítmény növelését.

A sütődékből az egy napra elegendő prófuntot, azaz a katonák komiszkenyerét¹ állították elő. Kenyérellátás a csapatok felé az ételmezési raktárakból ötnaponta történt, mikor is a fejadag napi 840 g volt. [1]

A Hadtörténeti Intézet és Múzeum gyűjteményének egyik kiemelkedő darabja a Békéssy József vezérkari őrnagy által tervezett 1901M fogatolt tábori sütőkemence. Az eszköz jelentőségét növeli, hogy azon kevés magyar szabadalom közé tartozott, amelyet 1901-ben az Osztrák–Magyar cs. és kir. közös hadseregben (k.u.k.), majd az I. világháború után az önálló osztrák Landwehrről és a Magyar Királyi Honvédségnél egyaránt rendszerbe állítottak, sőt, az utóbbinál 1934-ig továbbszolgált. [2]

Az 1901M fogatolt tábori sütőkemence fő feladata az volt, hogy a katonák naponta friss kenyérhez jussanak.

(1. ábra) Legfőbb előnye, hogy nem kellett építeni, és menet közben is fűthető volt, ami nagyobb teljesítményt eredményezett. A tábori sütőde alapvetően két részből állt: a kemencéből és a szállítójárműből. A kemence egy három méter hosszú és 1,1 méter átmérőjű, rossz hővezető anyaggal szigetelt öntöttvas henger volt. A henger alsó részében helyezkedett el a fűtőúr. A tüzelés hatására felhevült levegő két nyíláson áramlott felfelé a sütőtér köré. [2]

A 15M fogatolt tábori sütőkemencét 1914-ben rendszeresítették, végigszolgált az I. világháborút, és még a II. világháború elején is alkalmazták. (2. ábra) Menetben több kemencét is egymáshoz lehetett kapcsolni, így módon csökkentve a vontatók számát. A 15M kemence az elődjéhez képest rövidebb (2160 mm), viszont nagyobb átmérőjű (1160 mm) lett. Magassága lefektetett kéménnyel 2230 mm, míg a máházott tömege 2450 kg volt. A fémbroncsos, fakerekű jármű ráfeszessége 50 mm volt.

Minden kemencéhez 6 darab sütőrács tartozott. A kenyértésztát ezekre helyezték két sorban, tehát egyszerre



12 darab sültetett. A rácsokat az előkészített kenyérral folyamatosan lehetett cserélni, a sütés ideje egy óra volt. A sütőrácsokat 12 óra után cserélték le.

Egy kemencerészleg 12 óra alatt 1500, 16 óra alatt 2000, 24 óra alatt 3000 porció kenyeret sült. Minden gyalogoshadosztály hadosztálysütődével és minden hadtestparancsnokság hadtestsütődével rendelkezett. A hadosztály szinten rendszeresített tábori mozgó sütődek naponta látták el az utalt alakulatokat. Egy hadosztálysütőde húszezer ember részére 16 üzemóra alatt 1 adag és 24 üzemóra alatt 1,5 adag kenyeret tudott kisütni. A sütődek kemencéi 24 óra alatt 7 ezer adag kenyeret készítettek.

A hadosztálysütőde 10 sütődeből, 60 országos járműből és 10 közös kocsi- ból állt (1. ábra), és 6 napi ellátás- ról gondoskodott. Ehhez 600 000 kg lisztre, 600 kg sóra és 300 kg kömény- magra volt szükség. A hadtestsütőde 5 kemencéből, 10 közös kocsi- ból és 70 liszteskocsi- ból állt, és 3 napi ellátást biztosított. Ehhez 300 000 kg lisztre, 300 kg sóra és 150 kg köményre volt szükség.

A 34M tábori mozgó sütődét a 15M fogatolt tábori sütőde korszerűsíté- sével alakították ki. A Magyar Királyi Honvédségben a fogatolt vagy gép-



¹ Katonai szabvány szerint sült, sötét színű, állítólag igen tartós kenyér; kincstári kenyér, prófunt. A „komiszkenyeré” a „Kommissbrot” félrefordítá- sa, hiszen az eredeti német szó a hadsereg számára sült kenyeret jelölte.



kocsi-vontatású tábori sütőkemencékben sült kenyeret vagy az ellátó-, vagy az élelmező oszlopok szállították a csapatokhoz. A háborús ellátáshoz fogatolt és gépvontatású sütőoszlopokat alakítottak ki. A gépvontatású sütőoszlopok száma és a személyzet létszáma változó volt. Általában 2-3 tisz, 140–255 fős legénység, 12-21 gépjármű és 10-15 pótkocsi alkotott egy gépvontatású sütőoszlopot.

Kemencerészlegenként naponta 1300–1400 db 1400 g-os cipő előállítására volt meg a képesség, amely 2600 adag kenyeret jelentett. A kemencét 1,5-2 óra alatt lehetett felfűteni.

A fogatolt, majd gépi vontatásra alkalmassá tett, nagyon sikeres 34/53M tábori mozgó sütőde egy kéttengelyes gépkocsival is vontatható alvázra épült, melyet szükség esetén 2-4 lóval is lehetett vontatni. (3. ábra) Magassága lefektetett kéménnyel 2300 mm, a kemencetestnél 1800 mm. A korábbi kemencéhez képest annak átmérője nem, de hossza 1720 mm-re változott, így máházott tömege 2650 kg lett. Teljesítőképessége óránként 76 db 700 g-os kenyér volt.

A tábori mozgó sütődeket rendszerint kettő vagy több elem összekapcsolásával telepítették. (4. ábra)

A tábori mozgó sütődeket 1972-ben automatikus működésű PGIN-4G gázolajégőkkel szerelték fel, de a felfűtési idő továbbra sem változott: 1,5-2 óra



3. ÁBRA. 34/53M tábori mozgó sütőde (Fotó: Farkas Zoltán)

4. ÁBRA. A 34/53 M tábori mozgó sütőde két kemencével telepítve (Forrás: HT archívum)

5. ÁBRA. A 34/53 M tábori mozgó sütőde belső munkatere (Forrás: HT archívum)



maradt. A gépi berendezések villamos energiával történő ellátását az utánfutóalvázra épített, HAD-8 típusú áramforrás-aggregátor, a világítás energiaszükségletét pedig a VASZ-62 típusjelű aggregátor biztosította.

A tábori sütődet 4-6-10 kemencés változatban is lehetséges volt telepíteni: például egy 4 kemencés sütőde 700 g-os kenyérből 304 db-ot tudott sütni óránként.

A 34/53 M sütőkemencét 1953-ban rendszeresítették magasabbegység-szinten, korszerűsítésük 1972-ben, rendszerből történő kivonásuk 1992-ben történt meg. [3]

TMS-80 M GTS TÁBORI GÉPESÍTETT SÜTŐÜZEM

A 34/53M tábori mozgó sütőde kiváltására, illetve az 1992-ben történt

rendszerből való kivonásuk után a kor követelményeit figyelembe véve modernizálással, továbbfejlesztéssel a RÁBA tehergépkocsi alvázán alakították ki az egyedülállóan mondható, hazai tervezésű, szabadalommal védett tábori mozgó sütődet.

A TMS-80-M GTS gépesített tábori sütőüzemet 3 db RÁBA U.26.230 DFA 25 típusú, 6×6 kerékkel szerelt járműre telepítették. (6. ábra) Ezek magukba foglalták a szállítót, az előkészítőt és a sütődet. A kemencék fűtését gázolajüzemű fűtőberendezés biztosította, melynek fűtőanyag-felhasználása 23,5 l/h volt. A fűtőanyag tárolására 2 db 100 literes tartály szolgált. Az önálló áramellátását a rendszeresített HAD 16-3/400 16 kW teljesítményű áramforrás-aggregátor biztosította, vagy ha lehető-



6. ÁBRA. Telepítés előtt „összeáll” a három konténer, a sátrak nélkül [4]

ség volt rá, az országos energiahálózatról üzemeltették a sütőüzemet. A működéséhez szükséges vizet 1000 literes vízszállítóval biztosították. A hadosztályszinten rendszeresített mozgó sütődét 8 fős kezelőszemélyzet szolgált ki.

A TMS-80-M GTS gépesített sütőüzem feladata az elvonuló szárazföldi csapatok személyi állományának kenyérrel és péksüteménnyel történő ellátása volt. A zárt rendszerben

működő berendezéseket a BUDAMOBIL által gyártott hőszigetelt, konténerszerű felépítményben helyezték el, melynek részei: az I. sz. szakkonténer, vagyis a tésztakészítő, a II. sz. szakkonténer, azaz a sütőkonténer a vizesblokkal és a III. sz., a sütőkonténer. (7. ábra)

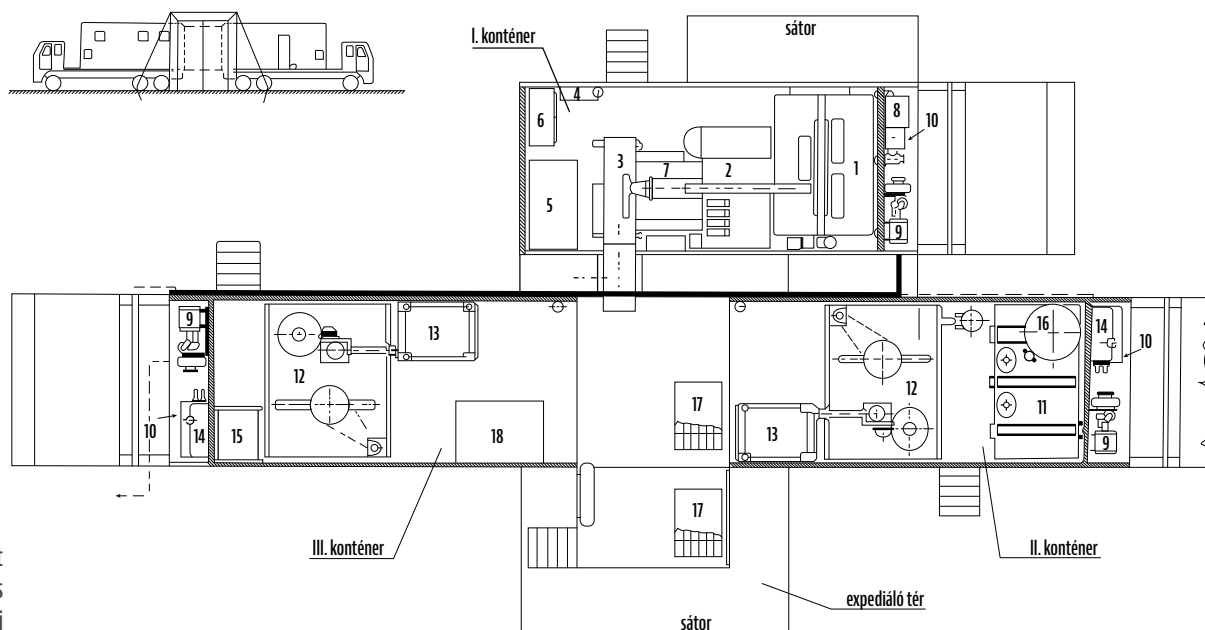
Egy sütőde két sütőrészlegről áll. A kenyérfőzés technológiája a kor legmodernebb elemeiből állt. Lényege a folyamatos, intenzív tésztakészítés,

automatikus osztás, adagolás és az ehhez illesztett kelesztés, valamint a forgó kemencében történő sütés volt.

A mobil rendszerű sütőüzem a szállító gépkocsikon, álló helyzetben és talajra telepítve egyaránt működött. Helyigénye talajra telepítve: $14\,300 \times 5560$ mm, gépkocsin: $21\,000 \times 5560$ mm, oldalsátrakkal: $21\,000 \times 9060$ mm.

A sütőüzem beépített elektromos teljesítménye 23 kW volt, de az egyidejű tervezett maximális teljesítményfelvétel 14 kW-ot tett ki. Fűtő-szellőző hőteljesítménye 27 MJ, a vízhevíítő hőteljesítménye 92 MJ volt. A rendszer működtetését és ellenőrzését a központi elektromos kapcsolószekrényen lehetett figyelemmel kísérni.

A sütőüzem a telepítés megkezdése után 2,5 órával készterméket tudott szolgáltatni. Fő profilja az egy katona napi normájának megfelelő tömegű szabadon vetett, vagy 700 g tömegű formában sült kenyér elkészítése volt. A sütőde 500 kg (720 db) terméket volt képes előállítani óránként. Ez több mint 700 katona részére biztosította az egy napi kenyérszükségletet. A sütőkemence természetesen alkalmas volt egyéb pékáruk, sütemények elkészítésére is. A saját tároló kapacitásával 4 óra folyamatos, utántöltés nélküli üzemot biztosított. Anyagfeltöltéssel gyakorlatilag állandó, folyamatos üzemre volt képes.



7. ÁBRA. A telepített sütőüzem felépítése és berendezései (A konténerben elhelyezett vázlat alapján készítette a szerző)

1. lisztartály; 2. dagasztóaggregát; 3. tésztaszító, áthordó; 4. tárolópolc; 5. hűtőláda; 6. kapcsolószekrény; 7. tálca és fellépő; 8. fűtő-szellőző; 9. szűrő-szellőző; 10. elektromos berendezés; 11. vízellátó egység; 12. forgóállványos sütőkemence; 13. kelesztőszekrény; 14. olajtároló, ellátó; 15. mállázó polc; 16. keverőtartály; 17. sütőállvány a formákkal; 18. felhajtható gyűrődieszka

A folyamatos üzemeléshez a következő tároló térfogatokkal rendelkezett:

lisztartály:	1,9 m ³
vízartály (hideg):	2,0 m ³
keverőtartály (meleg):	0,15 m ³
hűtőláda:	0,5 m ³
segédanyagtároló polc:	0,16 m ³
olajtartály:	2 db, 100 liter/db

Technológiai adatok:

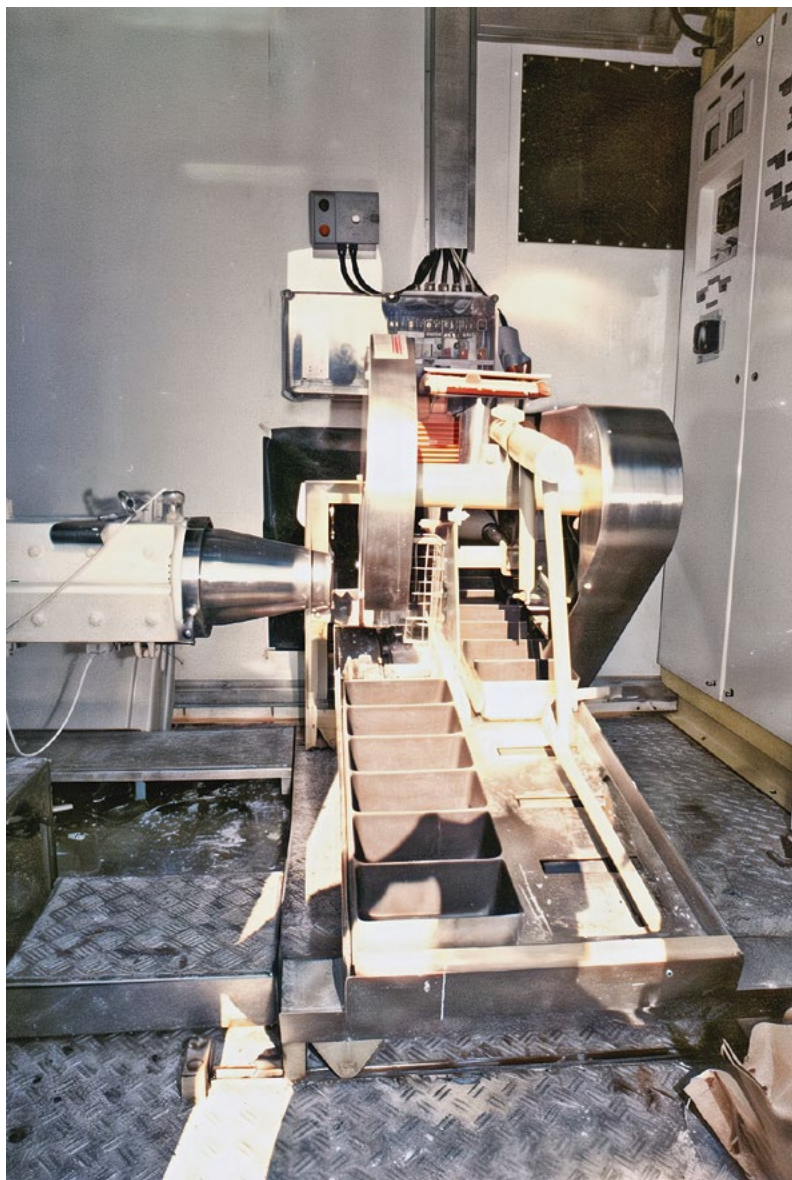
Az 1 órai üzemhez szükséges nyersanyagmennyiségek:

BL-112 liszt:	250 kg
RL-90 liszt:	4,5 kg
citopán*:	8,5 kg
élesztő:	11,4 kg
só:	7,2 kg
ecet (10%-os):	0,9 kg
víz:	180 liter

a tészta hőmérséklete:	27–30 °C
egy kelesztőkocsi rakodási időszükséglete:	2–23 perc
kelesztési idő:	45 perc
sütési hőmérséklet:	260–270 °C
sütési idő:	40 perc
a kemence utánfűtési és a kocsi cserélési ideje:	5 perc
a formakenyér mérete:	200×114×93 mm
a formakenyér tömege:	700 g

A késztermék megjelenése a telepítés megkezdése után 2,5 óra múlva volt lehetséges.

* A citopán egy tejsavból szárítással előállított, fehérjék és szénhidrátokat is tartalmazó sütőipari segédanyag, melyet a kovász helyettesítésére használnak.



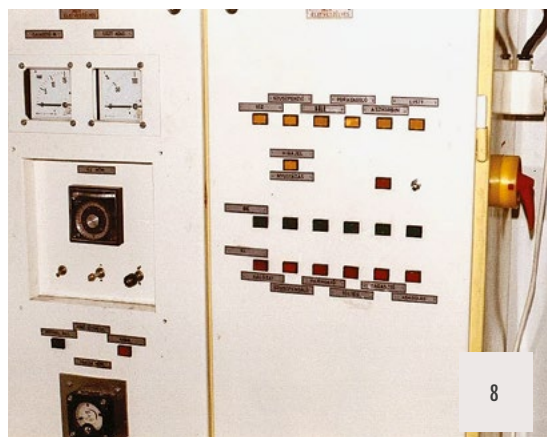
10. ÁBRA. Osztógép a formaáthordó szerkezettel [4]

A Magyar Néphadsereg magasabb- és seregtestszinten 19 db sütőrészleget rendszeresített 1987-ben. A RÁBA U.26.230 DFA 25 típusú gépkocsi egy feltöltéssel közúton 400, terepen kb. 300 km megtételére volt

képes. A terepen történő mozgáskor a járműszerelvény megengedett legnagyobb oldaldőlése 15° lehetett.

A hordozójármű 1 970 000 Ft, a konténerjellegű felépítmény 1 884 000 Ft, a szaktechnikai berendezés 4 129 333 Ft

költséget jelentett, amelyek az akkori árfolyamon részlegesen 23 950 000 Ft-ba kerültek. Kivonásukat a Magyar Honvédség vezetése 1997-ben rendelte el. Egy készletet a Hadtörténeti Intézet és Múzeum őriz. [3] [5]



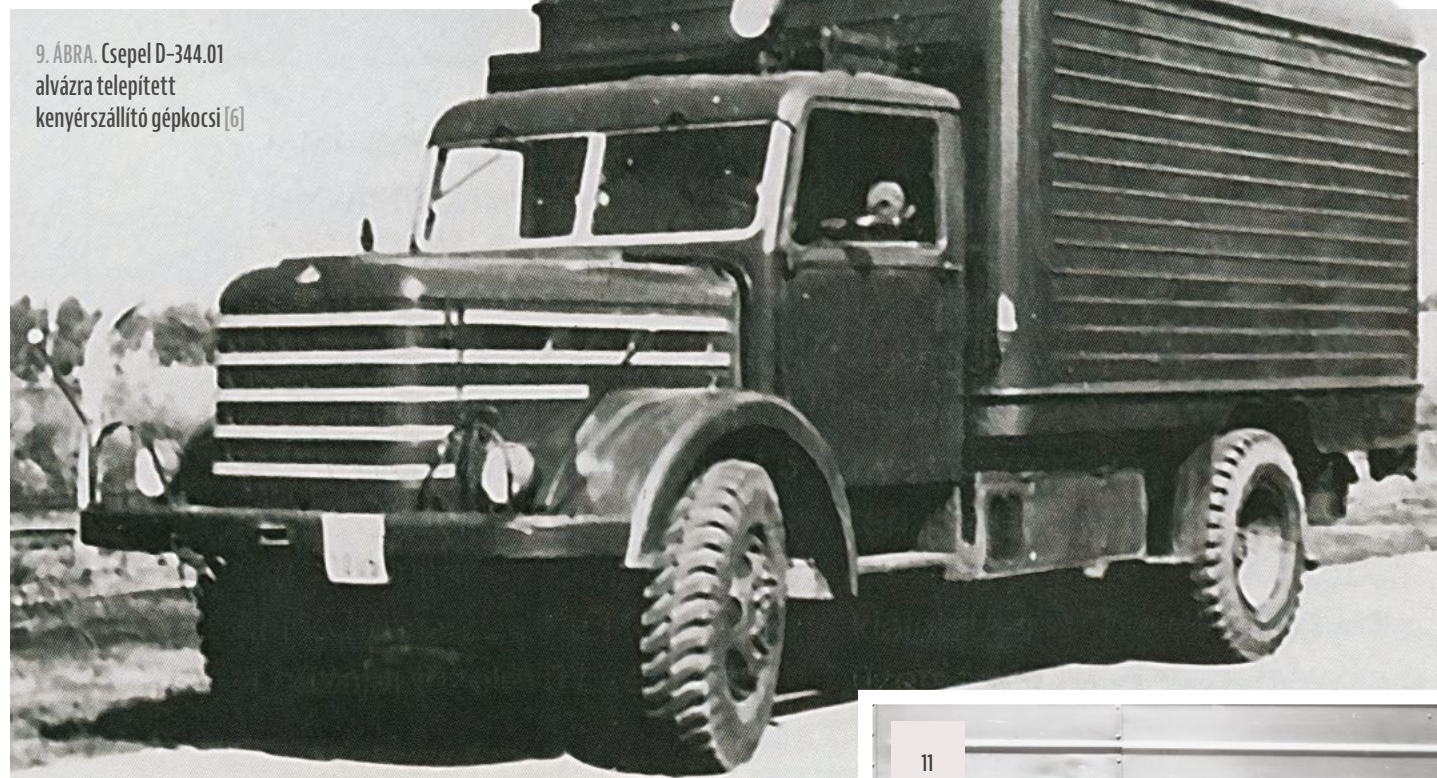
8



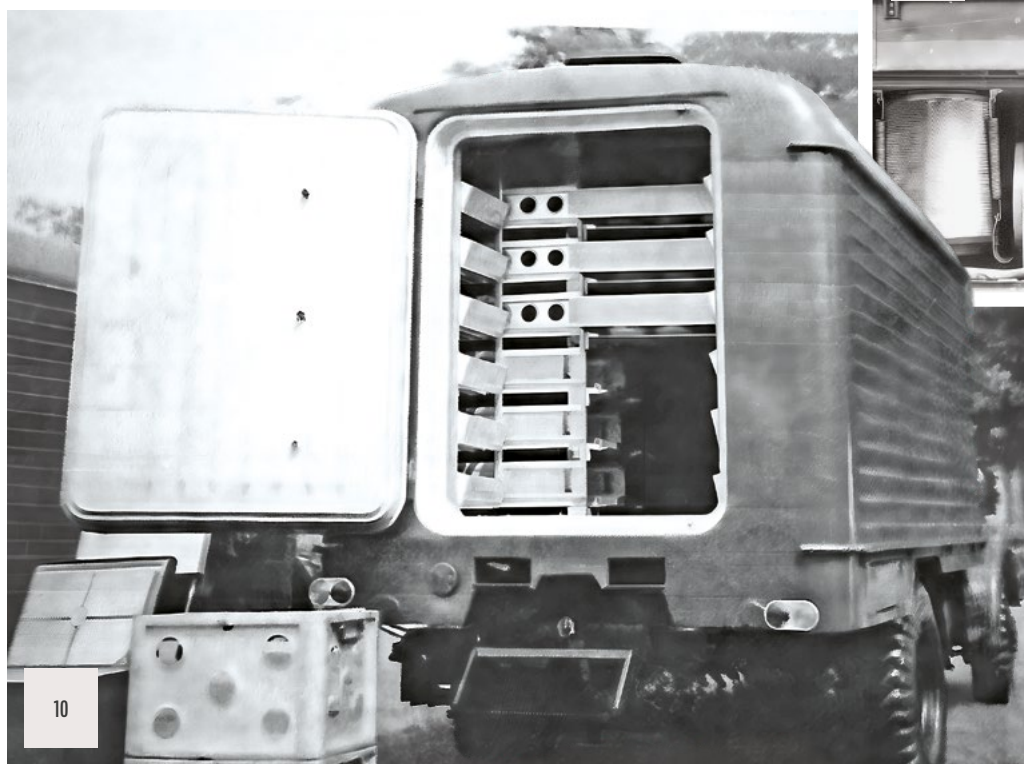
9

8. ÁBRA. A központi elektromos kapcsolószerkezet és az ellenőrző rendszer [4]

9. ÁBRA. Dagasztóaggregát [4]



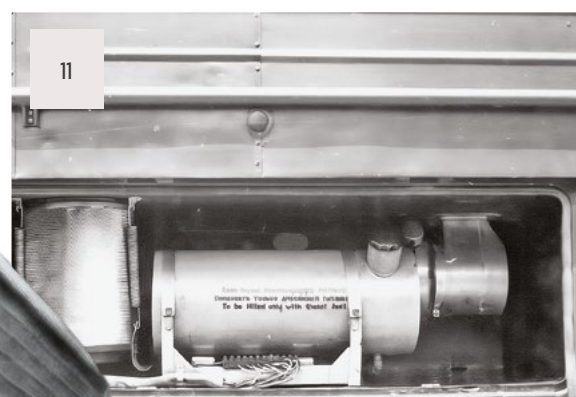
9. ÁBRA. Csepel D-344.01 alvázra telepített kenyérszállító gépkocsi [6]



10

10. ÁBRA. A kenyérszállító gépkocsi raktere, előtérben a pékárutároló ládák [5]

11. ÁBRA. Az IMM-63 típusú fűtő-szellőző berendezés [4]



11

CSEPEL D-344.01 ALVÁZRA ÉPÍTETT KENYÉRSZÁLLÍTÓ GÉPKOCSI

A jármű rendeltetése a személyi állomány kenyér- és pékárusükségletének higiénikus, termosztált szállítása és rövid idejű tárolása volt. (9. ábra) A 2000 kg teherbírású kenyérszállító gépkocsi belső terét úgy alakították ki, hogy a felépítmény két oldalán

rögzített polcrendszert építettek be, amely megakadályozta a terepen történő mozgás közben a kenyerek összecsiszódását. A pékáru tárolására alumíniumládák szolgáltak, melyeket a felépítmény padozatán rögzítettek. (10. ábra)

A felépítmény külső megjelenésében jelentősen eltért az általa

nos egységes zárt felépítményektől (EZF), hiszen az 160 mm-rel magasabb volt a többinél, és 6 db kereszttartóval rögzítették az alvázhhoz. A felépítmény vázszerkezete kettős építésű volt, ahol a vázat üvegszövettel erősített poliészterlap kötötte össze azért, hogy fémes hővezetés ne alakuljon ki. A külső és belső borítás között 150 mm vastagságú hungarocellalapú hőszigetelés biztosította az előírt hőmérséklet megtartását. A hátfalra egy-szárnyas, 1200 × 1600 mm nagyságú, műanyagyszerkezetű ajtó került.

A felépítmény alatt egy IMM-63 típusú fűtő-szellőző berendezés kapott helyet a belső tér hőmérsékletének kiegyenlítésére. A berendezés hőkapacitása 10 000 kcal/h volt, üzemanyaga gázolaj. (11. ábra) A felépítmény kialakítása, szigetelése és rögzítése megegyezett a hűtőgépkocsi felépítményével, a belső kialakítás azonban eltérő volt.

A raktérben elhelyezhető kenyérmennyiség 2 kg-os kenyérből 774 db, 1,4 kg-os kenyérből 1341 db volt. A kenyerek kiadásához kenyeres kosarakat használtak. A pékáru szállítására 3 db alumíniumláda szolgált. Rendszerbe állítására 1965-ben, kivonására 1992-ben került sor. [4][5][6]

RÁBA H25.206 DAE-008 TÍPUSÚ KENYÉRSZÁLLÍTÓ GÉPKOCSI

A korszerű és megfelelő terepjáró képességgel rendelkező negyedik generációs kenyérszállító gépkocsit a RÁBA H25.206 DAE-008 típusú bázisjárművön alakították ki. A szaktechnikai eszköz külső megjelenésében hasonló az azonos alvázra épült hűtőgépkocsival. A jármű megnevezésében a H25 a honvédségi kialakítást és alváztypust, a 206 a jármű motorteljesítményét, a „D” a háromtengelyes alvázat, az „A” az összerékhajtást, az „E” az egyedi kerekezést, a 008 pedig a típuszámot jelenti.

A kenyérszállító hűtőkonténer alkalmas összességében 5 tonna élelmiszer, ezen belül 3 tonna pékáru szállítására és tárolására szabályozott és regisztrált hőfokon. Az amerikai Klinge Corporation által gyártott hűtő/fűtő készülék a jármű hálózattól független mobil üzemeltetésre is alkalmas. Az MSZ ISO 668 szerinti (20 láb méretű ICC), CSC²-plakettel ellátott szabványos acélkonténer belső kialakítása megfelel az ÁNTSZ (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat, jelenleg Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ), valamint az EU élelmiszeripari előírásainak; mosható padló- és falburkolatai vízmentesen illeszkednek. A raktérben a jobb és a bal oldalon 1-1 egységből álló, acélvázaz rozsdamentes kivitelű polcrendszer (a bal oldalon 28 polc, a jobb oldalon 40 polc) található. A polcelemek alatt sínen mozgatható 68 db morzsatálcát helyeztek el. A ládák szállítás közbeni elmozdulását a polcelemek kialakítása akadályozza meg. (12. ábra) A padló összesen 96 db kenyeres rekesz elhelyezésére alkalmas. A konténer egyenletes belső hőmérsékletének 30 na-



pon keresztül történő megőrzését egy PaltrowTR 00365 típusú hőtárcsa biztosítja. A tisztítások alkalmával csak a klór- és sósavmentes, semleges hatású tisztítóanyagokat szabad használni, mert a klór (hipó) megbontja a kialakított védőréteget és rozsdásodáshoz vezet.

Járművön történő szállításkor a konténerbe való bejutáshoz 1 db rozsdamentes acélból készült létra szolgál. A konténerajtó véletlenszerű bezáródása esetén a bent rekedt személy a vészjelző kürt nyomógombjának működtetésével kérhet segítséget. A konténer vezérlőegysége azonos a hússzállító konténernél alkalmazott rendszerrel, amely biztosítja az országos villamos energiahálózat igénybevétele nélküli, önálló áramellátását, a vezérlőrendszerek működtetését.

A dízelüzemű áramforrás-aggregátor a STANAG 4133 szerint a következő paraméterekkel rendelkezik: névleges teljesítmény – 15 kVA, feszültség – 277 V / 60 Hz egyfázisú, vagy 480 V / 60 Hz háromfázisú.

A konténer belső megvilágítása három darab 24 V-os lámpatesttel történik. Az elektromos berendezések elektromos ellátása lehetséges saját áramforrás-aggregát használatával, vagy külső hálózatra (400 V, 3 fázis, 50 Hz) történő csatlakoztatással. Minden telepítéskor – az elektromos táplálást megelőzően – a konténer földelését el kell végezni.

A felépítmény egyaránt szállítható vasúti, vízi vagy légi úton a vonatkozó előírások betartásával. [7]

(Folytatjuk)

12. ÁBRA. Kenyérszállító polcok a ládákkal [7]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Sándor József: A kenyérpótlás háború esetén s az új rendszerű mozgó tábori sütődék szervezete és alkalmazása. Ludovika Akadémia Közlönye 31. 1904, 1203–1214.
- [2] Süli Attila: Az 1901 M. fogatolt tábori sütökemence. A magyar katonai élelmezés úttörője: Békéssy József vezérkari őrnagy. A Hadtörténeti Múzeum Értesítője – Acta Musei Militaris in Hungaria, Budapest, 2005/8, 233–243.
- [3] Farkas Zoltán – Hajdú Ferenc: Tábori mozgó sütődék – A magyar katonai kenyérellátás eszközrendszerének fejlődése (1904–1987). Haditechnika 2016/3, 64–70.
- [4] Összefoglaló műszaki ismertető és adattár a tábori élelmezési technikai eszközökről és felszerelésekről. MH Szárazföldi Parancsnokság, Logisztikai Műveleti Főnökség 2006.
- [5] Boldizsár János Tibor: Csepel D–350, D–352 honvédségi és polgári tehergépkocsik (1949–1960). A Magyar Hadi- és Gépjárműtechnikai Közhasznú Alapítvány kiadványa 2007.
- [6] Boldizsár János Tibor: Csepel D–344, D–346 honvédségi tehergépkocsik (1957–1975). A Magyar Hadi- és Gépjárműtechnikai Közhasznú Alapítvány kiadványa 2006.
- [7] Kezelési és karbantartási utasítás hússzállító (SS2WN6-B-1) és kenyérszállító (SS2WN6-B-2) hűtőkonténerhez (RÁBA 25 alvázra szerelt). Honvédelmi Minisztérium Fegyverzeti és Hadbiztosi Hivatal kiadványa 2012.

² Convention for Safe Containers: a biztonságosan használható konténerekkel foglalkozó 1972-es nemzetközi egyezmény.

AZ OROSZ SZU-35SZ ÉS SZU-57 VADÁSZREPÜLŐGÉPEK SZEREPE A 21. SZÁZADI LÉGI HADVISELÉSBEN

Összefoglalás: A jelenkori légi hadviselés korszakában az orosz Szuhoj Szu-57 és Szu-35S vadászpilóta nélküli repülőgépek prominens technológiai fejlesztéseket képviselnek, különös tekintettel a manőverezőképességre, radarészlelés és többcélú harci alkalmazás területén. Ez a tanulmány átfogó elemzést ad a két modell tervezési filozófiájáról, harci képességeiről és stratégiai szerepéről a 21. századi légi hadviselésben. A kutatás alapját műszaki adatok elemzése, valamint szakértői értékelések képezik, különös tekintettel a Szu-57 ötödik generációs jellemzőire (pl. stealth technológia, MI-alapú rendszerek, mint amilyen az IUSz-57 integrált információs és vezérlőrendszer) és a Szu-35S kiterjesztett elektronikai hadviselési képességeire. Az alkalmazási területek sajátosságainak megfigyeléséből az a megállapítás nyer teret, mely szerint a Szu-57 a csapásmérő-megelőző feladatokra optimalizált, míg a Szu-35S továbbra is az orosz légierő gerincét képezi a légi fölény biztosításában. A két repülőgép együttes szerepe segít megérteni Oroszország integrált légiharc-stratégiáját.

Kulcsszavak: Szu-57, Szu-35S, ötödik generációs vadászgép, lopakodó technológia, légi hadviselés, elektronikai hadviselés

Abstract: In the era of modern aerial warfare, the Russian Su-57 and Su-35S fighter aircraft represent prominent technological advancements, particularly in the fields of manoeuvrability, radar evasion, and multirole combat deployment. This study offers a comprehensive analysis of the design philosophy, combat capabilities, and strategic significance of both models in 21st-century air combat operations. The research is based on the analysis of technical data specifications and expert assessments, with special emphasis on the fifth-generation features of the Su-57 (e.g. stealth technology, AI-based systems) and the Su-35S's extended electronic warfare capabilities. Observations regarding their respective operational roles suggest that the Su-57 is optimized for strike and preemptive missions, whereas the Su-35S continues to form the backbone of the Russian Air Force in securing air superiority. The combined role of these two aircraft provides insight into Russia's integrated air combat strategy.

Keywords: Su-57, Su-35S, fifth-generation fighter, stealth technology, aerial warfare, electronic warfare

BEVEZETÉS

A 21. század katonai doktrínái új kihívások elé állítják a haditechnikai fejlesztések rendszerét, kiváltképp a nagyhatalmak közötti erőegyensúly és a korszerű hadviselés térnyerése kapcsán. Ezen kihívásokra adott válaszként jelentek és jelennek meg az ötödik generációs vadászpilóta nélküli repülőgépek, melyek jelentős figyelmet kapnak nem csupán technikai, hanem stratégiai szempont-

ból is. A Szu-57 és a modernizált, 4++ generációs Szu-35S típusok az Oroszországi Föderáció két meghatározó légi eszköze, amelyek eltérő, ugyanakkor egymást kiegészítő szerepet töltenek be az ország légvédelmi struktúrájában. A Szu-35S és a Szu-57 fejlesztése visszanyúlik a szovjet korszak harcászati repülőgép-fejlesztési időszakába. A Szu-35S közvetlen elődje a Szu-27M típus volt, amely már az 1980-as évek-

ben új direktívát jelölt ki a légi fölényt biztosító repülőgépek terén. A 2000-es évek elején indult el a 4++ generációs modernizáció folyamata, melynek eredménye a jelenkori Szu-35S, fejlett hajtóművekkel, átdolgozott elektronikával és korszerű radarrendszerrel. A Szu-57 azonban egészében új fejlesztésként jelent meg a PAK FA¹ program keretében, célja pedig egy abszolút ötödik generációs, alacsony észlelhetőségű, többfeladatú harcászati repülőgép megalkotása volt.

Az orosz légierő jelenleg a világ egyik legnagyobb harciszülőgép-flottáját működteti, [1] amely méretét tekintve Kína után a második legtöbb légi járművel rendelkezik. Az orosz hadsereg hatványozottan nagyobb hangsúlyt fektet az elfogó vadász repülőgépekre, mint a legtöbb nyugati ország, amelyek inkább – más szemlélet alapján – kisebb, illetve könnyebb típusokat alkalmaznak. A Szovjetunió összeomlását követően Oroszország elsősorban az említett jellemzőkkel rendelkező harci repülőgépek fejlesztésére és fenntartására koncentrált, miközben fokozatosan kivonta a vadászre-

* PhD, alezredes, NKE HHK Repülésirányító és Repülő-hajózó tanszék, egyetemi docens.
ORCID:
0000-0001-8583-0799

** Őrnagy, NKE KMDI, doktorandusz. ORCID:
0009-0000-7501-9871

¹ PAK FA: Front Légierő Perspektívus Repülőkomplexuma (Перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации).



pülőgépeinek és vadászbombázóinak javát – jelesül a MiG–21bisz, MiG–23, MiG–27, MiG–29 és a Szu–22 típusokat, melyek korábban többszázas nagyságrendben szolgáltak a légierőben. A MiG–25 nagy távolságú elfogóvadászok gyorsan kikerültek a hadrendből magas üzemeltetési költségeik miatt, ezáltal az ország nem tudta fenntartani a hidegháborús időszakban meglévő katonai légiflottájának jóformán

a felét sem. Ez idő alatt folyamatosan zajlottak a fejlesztések, és törekedtek az új, korszerű platformok bevezetésére, hogy a légierő hadrafoghatósága és a leendő kihívásokra adandó válasza eredményes legyen. [2]

A SZU–35SZ REPÜLŐGÉP

2014-ben az orosz légierő megkezdte a Szu–35-ös légifölény-vadászgép rendszeresítését, amelyet az oroszok

a világ első 4++ generációs repülőgépeként tartanak számon, és kifejezetten az amerikai Lockheed Martin F–22 Raptor vadászpülő légi fölényének ellensúlyozására fejlesztettek ki. A Szu–35-ös típus (1. ábra) a Szu–27-es vadászpülőgéptől továbbfejlesztésének tekinthető, amely nemcsak konstrukciós alapjaiban, hanem rendeltetésében és megjelenésében is közvetlenül kapcsolódik elődjéhez.

1. ÁBRA. Szu–35 felszállása
(Forrás: Shutterstock) [5]

1. TÁBLÁZAT. A Szu–35 főbb műszaki adatai (A szerzők szerkesztése a [7] alapján)

Jellemző	Adat	Jellemző	Adat
Személyzet [fő]	1	Maximális sebesség 18 000 méter magasságon [km/h]	2400 (Mach 2,25)
Törzhosszúság [m]	21,9	Maximális sebesség tengerszinten [km/h]	1400 (Mach 1,13)
Szárnyfeszítávolság [m]	15,3	Utazósebesség (szupercirkáló) közepes magasságon [km/h]	1170 (Mach 1,1 felett)
Magasság [m]	5,9	Hatótávolság (nagy magasságban) [km]	3600
Szárnyfelület [m ²]	62	Hatótávolság (tengerszinten) [km]	1580
Aerodinamikai profil [%]	5	Harci hatósugár (belső tartállyal) [km]	1600
Üres tömeg [kg]	19 000	Átrepülési távolság (külső póttartályokkal) [km]	4500
Felszállótömeg (50% belső üzemanyaggal) [kg]	25 300	Szolgálati csúcsmagasság [m]	18 000
Maximális felszállótömeg [kg]	34 500	Maximális túlterhelés (g-limit) [g]	+9
Üzemanyagtartály kapacitása (belső) [kg]	11 500	Emelkedési sebesség [m/s]	280
Hajtóművek	2 db Szaturn AL–41F1Sz utánégetős sugárhajtómű	Szárnyterhelés (50% üzemanyaggal) [kg/m ²] (teljes üzemanyaggal) [kg/m ²]	408 500,8
Tolóerő [kN]	86,3 utánégetéssel: 137,3 vérszüzemben: 142,2	Tolóerő/tömeg arány (50% üzemanyaggal) (teljes üzemanyaggal)	1,13 0,92

2. ÁBRA. Szu-47 előre
nyilazott szárnyú
kísérleti repülőgép [9]



A Szu-35 számos fejlett technológiával és berendezéssel rendelkezik, amelyekkel a nyugati és kínai vetélytársakat igen nagy kihívás elé állítja. A típus főbb fejlesztései közé sorolható a jelentős fegyverterhelés (akár 12-14 db légiharc-rakéta függeszthetősége), a háromdimenziós tolóerő-vektorálásra képes, nagy teljesítményű AL-41 típusú hajtóművek alkalmazása, valamint a saját radarkeresztmetszet (Radar Cross Section – RCS) nagy mértékű csökkenése az eredeti Szu-35Sz-hez viszonyítva. A Szu-57 radar keresztmetszete átlagosan 0,1 és 1 m² között van, ami jelentős, 10-100-szoros csökkenést jelent a korábbi Szu-27-es típushoz képest, amelynek RCS értéke körülbelül 10-15 m² volt. Emellett a repülőgép korszerűsített avionikai rendszerrel, fejlett elektronikai hadviselési berendezésekkel, infravörös érzékelőkkel és a nagy hatótávolságú Irbisz-E típusú felderítőradarral van felszerelve, amely képessé teszi több mint 400 km-es távolságból kisebb vadászrepülőgépek detektálására, valamint akár 80 km-ről lopakodó repülőgépek követésére is. Az új fegyverrendszerek, különösen az R-37M nagy hatótávolságú légiharc-rakéták, valamint a nagyrészt kompozit anyagból készült, könnyebb és tartósabb repü-

lőgép-sárkányszerkezet mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a Szu-35 a világ egyik vezető légifölény-vadászrepülőgépévé válhasson. [3] (1. táblázat)

A Szu-35Sz az orosz légierő számára gyártott T-10BM típusú vadászrepülőgép hadrendbe állított változata, amelyben az „Sz” a Sztrojevoj (harci) kifejezés rövidítése, a típus NATO-kódneve Flanker-M. A belső fejlesztési dokumentációban Szu-35BM néven is ismert a típus – utalva a „bolsaja modernizacija” (nagyarányú modernizáció) koncepcióra –, melynek oka az, hogy a Szu-27 konstrukción alapjaira épült, jelentős mértékben tovább fejlesztve azt. A Szu-35Sz kiemelkedő manőverezőképeséggel rendelkezik: akár $n_y = +9$ g túlterheléssel is repülhet, valamint extrém nagy állásszögek elérése sem jelent problémát a repülőgép számára. A típust olyan fejlett fedélzeti avionikai és számítástechnikai rendszerekkel szerelték fel, amelyek növelik a helyzetfelismerés és a légi harc hatékonyságát. A repülőeszközbe egy Irbisz-E típusú korszerű, fázisvezérelt antennájú radart (AESA) integráltak, mely képes nagy távolságról légi célok felderítésére, továbbá fejlett adatfeldolgozó rendszerek támogatják a harctéri döntéshozatal folyamatát. Az orosz légierő 2009 au-

gusztusában rendelt meg 48 darabot a típusból, amelyek leszállítása 2015-ig fejeződött be. A gyártást a Szuhoj repülőgépgyár 2009 novemberében kezdte meg, és az első példányt 2011 augusztusában adták át a 929. számú Állami Repülőpróbaközpontnak a típusrepülési tesztek végrehajtására. 2012 decemberében az orosz védelmi minisztérium további hat darab, sorozatgyártású Szu-35Sz-t vett át. 2015-ben Kína is szerződést kötött 24 darab beszerzésére, saját légierője számára. [4]

A SZU-35 REPÜLŐGÉP HARCI TAPASZTALATAI

A Szu-35Sz típusú repülőgépek első harci bevetésére 2016 januárjában került sor, amikor Oroszország négy ilyen eszközt vezényelt Szíriába. A telepítés hátterében a török-orosz diplomáciai feszültségek húzódtak meg, amelyek egy orosz Szu-24-es harcászati-bombázó 2015 novemberi lelövése után erősödtek. A bevetések során több technikai problémát is azonosítottak, különösen az avionika területén, jóllehet ezeket a kinyert adatok és tapasztalatok alapján hamar megoldották. A repülőgépek és pilótáik földi célok elleni bevetéseken irányítható fegyvereket használtak, bár kisebb előfor-



3. ÁBRA. MiG 1.44
kísérleti
vadászpilóta [8]

dulással hagyományos szabadesésű bombák alkalmazását is megfigyelték. 2019-ben a típus több légvédelmi elfogási műveletben is részt vett Szíria légterében. Augusztus 20-án két Szu-35S vadászgép elfogott két török F-16-os repülőgépet Idlib térségében, míg szeptember 10-én izraeli repülőgépek légicsapását akadályozták meg Dél-Szíria felett. Szeptember 19-én hasonló módon léptek fel izraeli légi járművekkel szemben Damaszkusz térségében, majd október 15-én egy török F-16-ost kényszerítettek visszavonulásra, amely a Szíriai Demokratikus Erők állásait próbálta támadni. Az elfogási műveletek sora november 12-én folytatódott, amikor ismét több ellenséges repülőgépet észleltek és semlegesítettek a szíriai légterben.

A Szu-35S a 2022-ben kezdődött orosz-ukrán háború során is részt vett bevetésekben, ahol azonban a légvédelmi rendszer fejlettsége jelentős kihívást jelentett. Az ukrán erők több Szu-35 repülőgépet is lelőt-

tek 2024 elején. A Szu-35S radarjának és rakétáinak nagy hatótávolsága jelentős előnyt biztosít az ellenséggel szemben, de a jelenkori légvédelmi rendszerek (pl. Patriot, NASAMS, IRIS-T, Sz-300) miatt kénytelenek voltak alacsonyabb repülési magasságot választani, ami megnövelte sebezhetőségüket. [6]

A SZU-57 REPÜLŐGÉP

Míg a Szovjetunió eredetileg a MiG 1.44-es² (3. ábra) és a Szu-47-es (2. ábra) fejlesztését preferálta az amerikai ötödik generációs lopakodó vadászpilóta elleni versenyben, addig Oroszország egy még nagyobb léptékű repülőgép megalkotására törekedett, amelyet később – egyelőre csak koncepció szintjén – hatodik generációs vadászpilótként kívánt hadrendbe állítani.

Ezt a típust 2017 júliusában Szu-57 néven mutatták be (5. ábra), és előállításhoz olyan újszerű technológiákat alkalmaztak, amik az orosz állítások

szerint sem a Szu-35-ösben, sem más országok ötödik generációs vadászpilótaiban nem találhatók meg. Ezek közé tartoznak a lézeres védelmi rendszerek, a fejlett döntéstámogató algoritmusok alkalmazása, a hiperszonikus aero-ballisztikus rakéták, a lézerfegyverek, valamint az anti-gravitációs öltözetek, melyek fejlesztése jelenleg is zajlik annak érdekében, hogy a repülőgép-vezetők nagyobb túlterheléseket bírjanak elviselni és még összetettebb manővereket hajthassanak végre. A Szu-57 (NATO-kódja Felon, az első fejlesztési fázisban a Szuhov tervezőiroda által használt belső kódja T-50 volt) a két hajtóműves, lopakodó technológiával rendelkező, többcélú harcászati repülőgép műszaki adatai a 2. táblázatban láthatók. A típus a PAK FA-program keretében készült, amelyet 1999-ben indítottak el a Mikojan projekt 1.44/1.42 korszerűbb és költséghatékonyabb alternatívájaként. A Szu-57 mint az első orosz lopakodó vadászpilóta, a tervek

² Az „1.42” program kidolgozása az 1970-es évek végén kezdődött, amikor a jövő vadászpilótájával szemben támasztott követelményeket meghatározták. A témafelelős Rosztiszlav Beljakov, a főtervező Georgij Szedov lett (később Jurij Vorotnyikov váltotta fel). Az SZKP Központi Bizottságának Politikai Bizottsága és a Szovjetunió Minisztertanácsa 1986-ban elfogadott zárt közös határozata meghatározta az MFI-program (МФИ – многофункциональный фронтальный истребитель), egy multifunkcionális vadászpilóta tervezésének főbb szakaszait és határidőit. 2000. február 29-én szállt fel először az RSZK MiG (Orosz Repülőgépgyártó Vállalat) kísérleti vadászpilóta, az „1.44-es termék” néven ismert eszköz, amelynek létezését egészen a közelmúltig szigorúan titkosnak minősítették. A tesztrepülésre a Moszkva melletti Zsukovszkij városában található M. Gromov Repülés-kutató Intézet repülőterén került sor.



4. ÁBRA. A Szu-57 vadászpilóta nélküli repülőgépet AL-41F1 típusú tolóerővektoros hajtóműve (Forrás: Shutterstock)

szerint egy egész lopakodó harci repülőgépcsalád alapját képezte. A repülőgép alkalmas légi harcra, valamint szárazföldi és tengeri célok elleni csapásmérésre egyaránt. Főbb jellemzői közé tartozik a már említett alacsony észlelhetőség, a szupermanőverezhetőség, a szupercirkálás (képes tartósan a hangsebesség felett repülni, utánégető nélkül), az integrált avionika és a nagymértékű hasznos teherbírás. A Szu-57 várhatóan leváltja a MiG-29-es és a Szu-27-es típusokat az orosz haderőben, továbbá exportpiacra is terveznek gyártani a típusból. Az első prototípus 2010-ben repült, azonban a program a különféle

szerkezeti és műszaki problémák miatt jelentős késedelmeket szenvedett, amelyek között szerepelt egy sorozatgyártású példány megsemmisülése is. Végül az első Szu-57-es 2020 decemberében állt szolgálatba az orosz légierőnél. [10]

A Szovjetunió felbomlását követő pénzügyi hiány miatt az addig tervezett fejlesztési programok nem, vagy csak kis mértékben valósultak meg, és egy részüket végül a magas költségek miatt törölték. Ezalatt az orosz védelmi minisztérium egy új, következő generációs vadászpilóta nélküli repülőgép-programon kezdett dolgozni 1999-ben PAK FA néven, amelynek pályázatát 2001 áprilisában hirdették meg. A tervezőirodák közül a Szuhoj megközelítése a PAK FA verseny során alapvetően eltért a Mikojanétól. Míg a Mikojan azt javasolta, hogy a három tervezőiroda (Mikojan, Szuhoj és Jakovlev) konzorciumként működjön együtt, és a nyertes csapat irányítsa a fejlesztést, addig a Szuhoj már a kezdetektől saját magát jelölte meg vezető tervezőként. Javaslatuk egy olyan átfogó együttműködési megállapodást tartalmazott, amely a teljes fejlesztési és gyártási folyamatra kiterjedt, beleértve a hajtómű- és repüléstechnikai beszállítókat, vala-

mint a kutatóintézeteket is. Emellett az első két vállalat eltérő tervezési filozófiát képviselt a repülőgéppel kapcsolatban: a Mikojan E-721 kisebb és költséghatékonyabb volt, 16-17 tonnás normál felszállótömeggel két Klimov VK-10M hajtóművel, amelyek egyenként 98,1–108 kN tolóerőt biztosítottak. Ezzel szemben a Szuhoj javaslata T-50 néven nagyobb méretű és teljesítményű repülőgép volt, 22-23 tonnás normál felszállótömeggel, valamint egy pár Ljulka-Szaturon AL-41F1 hajtóművel, amelyek egyenként 142 kN maximális tolóerőt szolgáltatnak. [11]

A vadászpilóta nélküli repülőgép tervezésekor a lopakodó képesség mellett kiemelt figyelmet fordítottak az ún. szupermanőverező képességre és a tágas belső hasznos fegyvertérre, amik lehetővé teszik a többfeladatú alkalmazást, valamint a fejlett szenzorrendszerekre és ezek integrációjára a magas szintű automatizáltság érdekében. A Szu-57 tervezése során a Szuhoj tervezőiroda az amerikai Lockheed Martin F-22-t tekintette egy lehetséges mintának egy szupermanőverező (képes rendkívül éles és dinamikus manővereket végrehajtani a repülőgép tolóerővektoros hajtóműveinek és statikus instabilitásának kombinációjából adódóan) lopakodó vadászpilóta nélküli repülőgép alapmodelljeként, ugyanakkor foglalkozott az általa vélt hiányosságokkal is. Ezek közé tartozott a tolóerővektorálás korlátossága (egy tengelyen mozog és túlzottan szinkronizált), a fegyverek limitált mérete a hajtóművek között, ami csökkentette a hasznos teher kapacitását. Utóbbi korlátozott volta, amely elsősorban a légiharc-rakétákra fókuszált, jelentős tényezőként jártul hozzá, hogy a Szuhoj a PAK FA programban végül eltért az F-22-es tervezésénél alkalmazott alapelvektől. A Szu-57-et már a kezdetektől többfeladatú repülőgépnek tervezték, jelentős belső hasznos terhelhetőséggel, amely lehetővé teszi több nagy méretű levegő-föld fegyver hordozását. Utóbbiakat két tandem elrendezésű fegyverrekeszben helyezték el a géptörzsben a hajtóműgondolák között, valamint kisebb oldalsó rekeszekben, a szárnybekötésnél található burkolatok alatt. A belső fegyvertárolás megszünteti a



5. ÁBRA. Szu-57 meredek emelkedésben [12]



5. ÁBRA.
Szu-57 kötelék [16]

külső pilonok okozta légellenállást, így a repülőgép nagyobb teljesítményt ér el, miközben megőrzi alacsony észlelhetőségét. [13] A szerkezeti anyagok túlnyomó része alumínium- és titánötvözet, de az integrált kompozit anyagok aránya is jelentős: a szerkezeti tömeg 22–26%-át, valamint a külső burkolat mintegy 70%-át teszik ki, optimalizálva ezzel a repülőgép tömegét és tartósságát. [14] A sárkányszerkezet kialakítása a rádióhullámok szétszórását segíti elő, míg a kompozit anyagok azok elnyelését biztosítja, ezáltal nehezen észlelhetők a radarok számára.

A Szu-57 az első olyan orosz vadászrepülőgép, amelynek tervezésében kiemelt szerepet kapott a lopakodó képesség, és többféle technológiát alkalmaz a radarészlelhetőség csökkentésére. Az F-22-hez hasonlóan a kialakítása során különös figyelmet fordítottak a radarkeresztmetszet (RCS) minimalizálására. Ennek érdekében a repülőgép felületi élei – például a szárnyak és vezérsíkok be- és kilépőélei – gondosan megtervezett szögben találkoznak, így korlátozva a radarhullámok visszaverődési irányainak számát. A fegyvereket belső fegyverterekben helyezték el, az antennákat pedig a géptörzs kontúrájába integrálták, ezzel is hozzájárulva az alacsony észlelhetőség megőrzéséhez. Emellett a radarelnyelő bevonatok (RAM – Radar Absorbing Material) alkalmazása

csökkenti a radarjelek visszaverődését, tovább növelve a légi jármű rejtőzködő képességét. Az egyik legnagyobb radarkeresztmetszetet képviselő hajtómű árnyékolása érdekében a légbeömlő csatornák falait szintén RAM-mel vonták be, továbbá a részben rejtett beömlőnyílások elfedik a hajtómű kompresszorának első részét. A megmaradó látható hajtómű-

felületet egy ferde rácsszerkezet takarja, amely megoldás hasonló elven működik, mint a Boeing F/A-18E/F típusnál alkalmazott rendszer.

A pilóta feje, sisakja, illetve a műszerfal paneljei is jelentős radarvisszaverő felületek. A „Have Glass” technológia a gép radarvisszaverő felületének további csökkentését célozza. A fülketető kap egy speciális

2. TÁBLÁZAT. A Szu-57 főbb műszaki adatai (A szerzők szerkesztése az [5] alapján)

Jellemző	Adat
Személyzet	1 fő
Hosszúság	20,1 m
Szárnyfeszítávolság	14,1 m
Magasság	4,6 m
Szárnyfelület	78,8 m ²
Tömeg (üres)	18 000 kg
Normál felszállótömeg	kb. 25 000 kg
Max. felszállótömeg	35 000 kg
Üzemanyagtartály (belső)	10 300 kg
Hajtóművek	2 × Szaturn AL41F1 utánégetős
Tolóerő (száraz / utánégetővel)	88,3 kN/142,2 kN
Max. sebesség (magasan)	Mach 2 (~2469 km/h)
Szupercirkálási sebesség	Mach 1,6 (~1975 km/h)
Hatótávolság (szubszonikus)	kb. 3500 km
Szuperszonikus hatótávolság	kb. 1500 km
Átrepülési távolság	kb. 4500 km – külső tartályokkal
Szolgálati csúcsmagasság	20 000 m
G-terhelés	+9 g
Tolóerő/tömeg (AL-41F1)	1,02 (1,19 küldetés közbeni)



6. ÁBRA. Szuhoj Szu-57 PAK FA 5. generációs lopakodó vadászgép az Army 2020 katonai kiállításon Moszkvában (Forrás: Shutterstock)

festést, amely egy aranyrétegből, ezen pedig indium és ónoxid rétegből áll. Az így létrehozott bevonat nem engedi át a radarhullámokat, hanem visszaveri és szétszórja azokat. Mérések szerint ez 15–30%-kal csökkenti a repülőgép által visszavert radarhullámokat, miközben védelmet nyújt az ultraibolya sugárzás és a hőhatások ellen egyaránt. A sárkányszerkezet-borítás illesztésének gyártási tűréshatárai jelentősen szigorúbbak, mint a korábbi orosz vadászipülőgépeknél, ezáltal tovább javítva a lopakodó jellemzőket. A repülőgép formai kialakítása és a RAM-bevonatok együttes hatásának eredményeként a sorozatgyártott Szu-57-es radar keresztmetszete mintegy harmincadrésze a Szu-27-ének. A Szuhoj által a T-50 lopakodó jellemzőire benyújtott szabadalmi dokumentáció az átlagos RCS-érték $0,1\text{--}1\text{ m}^2$ közötti szintre csökkentését jelöli meg célként, szemben a Szu-27 körülbelül $10\text{--}15\text{ m}^2$ -es RCS-értékével. A Szu-57 tervezése elsősorban az elülső szekcióban elhelyezkedő radarforrások elleni lopakodó képességekre koncentrál, míg a hátsó törzsszakasz formája kevésbé optimalizált a radarészlelhetőség csökkentésére. Ez részben költségcsökkentési megfontolásokat tükröz, másrészt a géptípus orosz alkalmazási doktrínájából következik, amely szerint az ilyen repülőeszközök a saját integrált légvédelmi rendszerek védelmi zónáján belül üzemelnek. [15]

A SZU-57 REPÜLŐGÉP HARCITAPASZTALATAI

A Szu-57-es típus harci alkalmazása eddig korlátozott mértékben valósult meg, de több fontos tapasztalat már így is rendelkezésre áll. Az első éles környezetben történő bevetésre 2018 februárjában került sor Szíriában, ahová két példányt telepítettek a Hmeimim légitámaszpontra. A cél a repülőgép fedélzeti rendszereinek tesztelése, a fegyverekeszből történő fegyverindítás gyakorlása, valamint az elektronikai hadviselési képességek vizsgálata volt. Valós harci érintkezésre ugyanakkor nem került sor. A 2022-ben kirobbant orosz–ukrán háború során a Szu-57-et ismét bevetették, ezúttal éles hadműveleti környezetben. A típus felhasználása továbbra is megfontolt, jellemzően nagy távolságból végrehajtott precíziós csapásokkal, elektronikai zavaró műveletekkel, valamint koordinációs és felderítő szerepkörben alkalmazták. A Szu-57 nem hatol be mélyen ellenséges légtérbe, ehelyett a saját légvédelmi zóna oltalma alatt tevékenykedik, ami megfelel az orosz légiharc-doktrína alapelveinek.

Az eddigi harci tapasztalatok alapján a repülőgép kiemelkedően teljesített a radarcsökkentő technológiák, a fedélzeti elektronikai rendszerek és a többfunkciós alkalmazhatóság terén. Ugyanakkor a típussal kapcsolatos korlátokat is meg kell említeni: a gyártott példányok száma továbbra

is alacsony, a teljes ötödik generációs képességek (például mesterségesintelligencia-alapú koordináció vagy rajban történő pilóta nélküli együttműködés) még fejlesztés alatt állnak és a hosszú távú üzemeltetési tapasztalatok hiányosak. A Szu-57 jelenlegi szerepe kettős: egyrészt technológiai demonstráció és rendszerintegrációs platform, másrészt nagy értékű, precíziós bevetésekre alkalmas harcászati eszköz. A típus jövőbeli harci potenciálját várhatóan a darabszám növekedése és a kapcsolódó rendszerek ki-
forrottsága határozza meg. [17]

ÖSSZEGZÉS

A Szu-57-es ötödik generációs vadászipülőgép hivatalosan 2020-ban állt szolgálatba, miután a beszerzési ütemtervet az orosz védelmi minisztérium 2019-ben felgyorsította. Szakértők körében felmerültek kétségek a negyedik generációs Szu-35-ös rendszerben tartásának indokoltságáról, továbbá kérdések vetődtek fel a Szu-30SzM – egy olcsóbb és technológiailag kevésbé fejlett típus – gyártásának folytatásával kapcsolatban is, különösen annak tükrében, hogy a Szu-57 már hadra fogható állapotba került. Ezzel szemben a Szu-35, a Szu-30, sőt a Szu-27 modernizált változatai a közeljövőben nem kerülnek kivonásra. A Szu-35 továbbra is olyan típusnak számít, amely képességeit tekintve versenyképes a legtöbb nyugati vadászipülőgéppel szemben, beleért-

ve az F-15EX változatot is. A típus modernizációja napirenden van: az egyik legjelentősebb potenciális fejlesztési irány a Szu-57 számára kifejlesztett AESA (Active Electronically Scanned Array – aktív fázisvezérelt) radar integrációja. A szíriai hadszíntéren 2016-tól kezdődően szerzett gyakorlati tapasztalatok alapján már kisebb tervezési és rendszerszintű módosításokat is végrehajtottak a típuson. Ezek hozzájárultak a harcászati értékének és megbízhatóságának növeléséhez.

A Szu-35 stratégiai jelentőségét tovább növeli, hogy mind gyártási, mind üzemeltetési költségei lényegesen alacsonyabbak, mint a Szu-57 új generációs lopakodóé. Ennek köszönhetően az orosz légierő képes nagyobb darabszámú, többfeladatú vadászpilóta nélküli hadrendben tartására anélkül, hogy teljes mértékben a költségesebb ötödik generációs típusokra kellene hagyatkoznia. A Szu-35 és a Szu-57 együttes alkalmazása lehetővé teszi az optimális egyensúly megteremtését a harci képességek és a mennyiségi lefedettség között. Ez a kombinált erőalkalmazási modell összhangban áll más nagyhatalmak – például az Egyesült Államok és

a Kínai Népköztársaság – haditechnikai gyártási gyakorlatával is. Az USA az F-22 Raptor mellett továbbra is jelentős számban rendszeresít korszerűsített F-15EX típusokat, míg Kína az ötödik generációs J-20 Mighty Dragon vadászgépek mellé negyedik generációs változatokat – mint a J-11D és a J-16 – integrál, melyek fenntartási költségei kedvezőbbek. Oroszország ehhez hasonlóan hibrid összetételű repülőgép-állományt alkalmaz, figyelembe véve mind gazdasági, mind technológiai realitásait. A Szu-57 fejlesztése során elsődleges célként a jövőbeni fenyegetések elleni védelmi képességek biztosítása szerepelt. Emellett a típus olyan komplex hadműveleti feladatok végrehajtására is alkalmas, mint például hiperszonikus ballisztikus fegyverek alkalmazása nagy hatótávolságú tengeri célok ellen. Ezáltal a Szu-57 kiemelt jelentőséggel bír Oroszország haderőfejlesztési és modernizációs stratégiájában.

Bár a Szu-57 és a Szu-35 eltérő feladatkört töltenek be, működésük kiegészítő jellegű, és egymás harcértékét erősítik. A két típus együttes alkalmazása lehetővé teszi a különböző hadszíntéri kihívásokhoz való rugalma-

sabb alkalmazkodást. Ugyanakkor továbbra is kérdéses, hogy Oroszország a Szu-57-es jelenlegi konfigurációját nagy számban rendszeresíti-e. A hivatalosan megrendelt mennyiség, 76 darab viszonylag alacsonynak tekinthető egy ilyen technológiai fejlettségű típus esetében. Potenciálisan a típusfejlesztés inkább a további modernizált változatok felé mozdul el, hasonlóan a korábbi Szu-27-es program evolúciójához. Ezek alapján várható, hogy a Szu-57-ből a 2030-as évek elejére megjelennek újabb variánsok, esetleg Szu-60 vagy Szu-65 típusjelzéssel, amelyek a jelenlegi modellnél szélesebb körben alkalmaznak fejlett kompozit anyagokat, korszerűbb alacsony észlelhetőségű megoldásokat, modernizált érzékelő- és fedélzeti elektronikai rendszereket, valamint új fejlesztésű hajtóműveket. A jövőbeli típusváltozatok várhatóan jelentős harcászati előnyt biztosítanak majd a negyedik generációs Szu-35-höz képest, mely arra utal, hogy hosszú távon a továbbfejlesztett Szu-57 platformok beszerzése és hadrendbe állítása képezi Oroszország stratégiai fejlesztéspolitikájának egyik legfontosabb pillérét. [2]

HIVATKOZÁSOK

- [1] 2025 Russia Military Strength. Globalfirepower.com https://www.globalfirepower.com/country-military-strength-detail.php?country_id=russia (Letöltve: 2025.07.12.)
- [2] Force Index: Su-35 vs. Su-57: Why Russia Needs Both to Effectively Modernise its Air Superiority Fleet. Militarywatchmagazine.com, 2020.07.15. <https://militarywatchmagazine.com/article/su-35-vs-su-57-why-russia-needs-both-to-effectively-modernise-its-air-superiority-fleet> (Letöltve: 2025.07.08.)
- [3] Rocco: F-22 vs Su-35. Aerocorner.com. <https://aerocorner.com/comparison/f-22-vs-su-35/> (Letöltve: 2025.07.08.)
- [4] Rostec State Corporation Delivers New Sukhoi Su-35S Fighter Jets to Russian Air Forces. Militaryleak.com, 2023.06.26. <https://militaryleak.com/2023/06/26/rostec-state-corporation-delivers-new-sukhoi-su-35s-fighter-jets-to-russian-air-forces/?amp=1> (Letöltve: 2025.07.09.)
- [5] Растегин, Александр (2018): Су-35С или Су-57: что важнее для ВКС России? Army-news.ru, 2024.01.30. <https://web.archive.org/web/20181119173624/https://army-news.ru/2018/01/su-35s-ili-su-57-cto-vazhnee-dlya-vks-rossii/> (Letöltve: 2025.07.15.)
- [6] Анатолий: Российские Су-35 перехватили два турецких F-16, заставив их сбежать. Avia.pro, 2019.08.20. <https://avia.pro/news/rossiyskie-su-35-perehvatili-dva-tureckih-f-16-zastaviv-ih-sbezhat> (Letöltve: 2025.07.09.)
- [7] Sukhoi Knaapo: Su-35 Multifunctional Super-Maneuverable Fighter. Knaapo.ru, 2013.09.21. https://web.archive.org/web/20130921083835/http://www.knaapo.ru/media/eng/about/production/military/su-35/su-35_buklet_eng.pdf (Letöltve: 2025.07.10.)
- [8] MiG-1.42 és 1.44. <https://www.legibazis.hu/repules/1950/orosz/mig-144.html> (Letöltve: 2025.07.09.)
- [9] Why was the Sukhoi Su-47 Berkut never adopted for service? <https://aviation.stackexchange.com/questions/33982/why-was-the-sukhoi-su-47-berkut-never-adopted-for-service> (Letöltve: 2025.07.09.)
- [10] Sukhoi: Sukhoi Company launches flight tests of PAK FA advanced tactical frontline fighter. Sukhoi.org, 2010.01.29. <https://web.archive.org/web/20110501030735/http://sukhoi.org/eng/news/company/?id=3143> (Letöltve: 2025.07.10.)
- [11] Butowski, Piotr: Su-57 Felon. Stamford: Key Publishing, 2022.
- [12] Meier, Ricardo: Algeria acknowledges deal for Sukhoi Su-57 fighters. 2025.02.13. <https://www.airdatanews.com/algeria-acknowledges-deal-for-sukhoi-su-57-fighters> (Letöltve: 2025.07.11.)
- [13] Karnozov, Vladimir: Sukhoi's PAK FA fighter completes first flight. Flightglobal.com, 2010.01.29. <https://www.flightglobal.com/pictures-and-video-sukhois-pak-fa-fighter-completes-first-flight/91704.article/> (Letöltve: 2025.07.12.)
- [14] Gordon, Yefim – Komissarov, Dmitriy: Sukhoi Su-57-OP/HS: Famous Russian Aircraft. Crecy Publishing, Manchester, 2022.
- [15] Butowski, Piotr: PAK FA stealth features patent published. Janes.com, 2014.01.10. <https://web.archive.org/web/20141023114435/http://www.janes.com/article/32190/pak-fa-stealth-features-patent-published> (Letöltve: 2025.07.12.)
- [16] <https://artfile.me/wallpaper/kalendari-aviaciya-yanvar-mo-rf-istrebit-1615692.html> (Letöltve: 2025.07.13.)
- [17] Kovács Géza Péter: az orosz média szerint a SZU-57 kilátásai: világalalom. Vedelmiiparblog.hu, 2024.01.09. <https://vedelmiiparblog.hu/blog/Szu-57-otodik-generacios-orosz-vadaszgep/> (Letöltve: 2025.07.12.)

OCSKAY ISTVÁN*

A TERMOBÁRIKUS HATÁS ÉS AZ AZON ALAPULÓ FEGYVEREK TÖRTÉNETE

I. RÉSZ

Összefoglalás: Az orosz–ukrán háború kapcsán egyre gyakrabban említik a különféle termobárikus fegyvereket, és az azokkal végrehajtott csapások pusztító hatásairól is rengeteg videó terjed különféle közösségi médiafelületeken. Mit kell tudnunk ezekről a harceszközökről, milyen hatáson alapul hatalmas pusztítóerejük? Hogyan fejlődtek ki, és melyek ezeknek jellemző képviselői? Mik a technikai jellemzői, mely országok alkalmazzák őket? A szerző cikksorozatában a fenti kérdésekre keresi a választ, de azt is megvizsgálja, hogy egyáltalán legális-e ezeknek a fegyvereknek a használata.

Kulcsszavak: termobárikus hatás, orosz–ukrán háború, termobárikus fegyverek

Abstract: In the news about the Russo-Ukrainian war, we hear more and more about the various thermobaric weapons and the devastating effects of their strikes are also widely reported on social media. What exactly is this weapon, and what is the basis of its enormous destructive power? How did today's thermobaric weapons evolve and which are the most common ones? What are the technical characteristics of these weapons and which countries use them? Is it even legal to use these weapons? In this series of articles, the author looks for answers to the above questions, but also examines whether the use of these weapons is legal at all.

Keywords: thermobaric effect, Russo-Ukrainian war, thermobaric weapons

MI IS AZ A TERMOBÁRIKUS FEGYVER?

A termobárikus fegyverek létrejöttét azok a fejlesztések tették lehetővé, amelyek célja a minél nagyobb pusztítás és rombolási képesség elérése volt, hagyományos, nem nukleáris robbantás által. További célként szerepelt az is, hogy a robbanás keltette hatásnak lehetőleg semmi ne állhassa útját, ne lehessen ellene hatásosan védekezni. Azonban először tisztázni érdemes, hogy mit is nevezünk robbanásnak: „egy anyagi rendszer igen gyors

szétomlását, ha az nagy energiameennyiség felszabadulásával jár együtt”.

[1] A robbanást, annak jellege szerint, három nagy csoportra lehet felosztani: fizikai jellegű, atommag-átalakulás jellegű és kémiai jellegű robbanások. Ez utóbbi felosztható további két nagy csoportra: térrobbanásra és kondenzált fázisú robbanásra. Ez utóbbi a hagyományos ipari vagy katonai robbanóanyagok sajátja, és az anyag kémiai összetevőjének megváltozásával jár, míg az előbbi típusú robbanások során a résztvevő anyagok legalább

egyike gáznemű anyag. Ezek jellemzően az aeroszol-robbanóanyagok. [1; 19–20.] Többféle elnevezés alatt lehet ezekkel a robbanóanyagokkal találkozni: üzemanyag–levegő robbanóanyag (Fuel-Aerosol Explosive – FAE), vákuum- vagy aeroszol-robbanóanyag, de cikksorozatomban következetesen – a napjainkban legjobban elterjedt kifejezéssel – termobárikus fegyvernek fogom nevezni.

A fegyvertípus kialakításához azok a megfigyelések – és azok megértése – vezettek, amelyek jellemzően szén-, gabona- vagy fűrészpor robbanásakor keletkeztek, ahol a levegővel homogén módon elkeveredő éghető anyag egy szikra hatására nagy erejű robbanást váltott ki. Az egyik legnagyobb ilyen jellegű ipari baleset több mint 50 évvel ezelőtt, 1974. június 1-én történt az angliai Flixborough településen álló NYPRO UK Ltd. vegyipari vállalatnál, amikor egy hatalmas felhő robbanásveszélyes ciklohexán robbant fel egy villanymotor szikrája miatt, okozva akkora robbanást a gyártelepen, ami megegyezett 16 t TNT robbanásával. [2] A termobárikus fegyverek viszonylag egyszerű alapelven működnek: finoman eloszlatott

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

robbanóanyag-felhőt hoznak létre a célterületen, amelyet egy adott pillanatban – amikor a robbanóanyagból¹ keletkezett finomszemcsés felhő kellemő mértékben eloszlott – felrobbantanak. A termobárikus fegyver egy üzemanyagtartály, amelyben két külön robbanótöltet található. Ezt a tartályt el lehet indítani rakétaként, vagy le lehet dobni repülőgépről bombaként. Amikor eltalálja a célt, az első robbanótöltet kinyitja a tartályt, és felhőként széles körben szétszórja a robbanóanyagot, ami elkeveredik a környezetet levegőjével és robbanókeveréket alkot. Ezt a második robbanótöltet a megfelelő időben inicializálja. Az alkalmazott robbanóanyag többféle halmazállapotú lehet: legegyszerűbb a gáznemű robbanóanyagok vagy folyadékok aeroszolját alkalmazni, de létezik finomra őrölt szilárd robbanóanyagokból készült töltet is. [3]

A legismertebben alkalmazott aeroszol-robbanóanyagok így az etilén- és a propilén-oxid, az ammónium-nitrát vagy a porított pentaeritrit-tetranitrát (PETN)². A finom robbanóanyag-felhő égési ideje – ezzel annak hőhatása is – a hagyományos robbanóanyagokhoz képest lassú, aminek fokozása érdekében egyes robbanóanyagokhoz alumíniumport vagy más fémrészecskéket adnak, ami létrehozza az úgynevezett termobárikus hatást. A termobárikus robbanást a robbanómag anaerob detonációja indítja el, amely az üzemanyagban gazdag elegy plazmafelhőjét teríti szét a célponton, majd egy másodlagos – most már aerob – utóégetés meggyújtja és felrobbantja a környezeti légkör oxigénjével egyesült üzemanyagfelhőt. A robbanás hőmérséklete eléri a 2500–3000 °C-t³, míg a keletkező robbanáshullám, avagy túlnyomás nagysága akár 6,5–8 MPa (65–80 bar) is lehet. „A rombolóhatás nagyságát bizonyítják az amerikai haditengerészeti fegyverzet-fejlesztési központ adatai is, melyek szerint 1 kg etilén-oxidból keletkező aeroszolfelhő robbanásakor a rombolóhatás 2,7–5,0-szörösen felülmúlta a

hasonló tömegű trotil robbanási hatását. A robbanás pillanatában a képződő túlnyomás elérheti a 196 MPa értéket, és bár a távolság függvényében ez az érték gyorsan csökken, a robbanóanyag tömegétől függően 30–40 méter sugarú körben sújthatja az embereket, rombolhatja és gyújthatja fel a tárgyakat és a harci technikát. A lökéshullám frontja 2200 m/s sebességgel terjed és 5–6 MPa nyomással hat. Ehhez képest már a lökéshullám frontjának 1800 m/s sebességgel történő terjedése is azt eredményezi, hogy a levegőrészecskék torlónyomásának hatására a levegősűrűség eléri a 0,67 kg/dm³-t, miközben normál sűrűségnek a 0,001 kg/dm³ érték számít.” [4]

Mivel a termobárikus robbanóanyag nem tartalmaz oxidáló anyagot, az intenzív égéshez/robbanáshoz szükséges oxigént a környezetből vonja el. Ez az intenzív, nagytérfogatú égés olyan nagymértékű oxigén- vagy levegőelvonással jár, hogy az hatalmas vákuumot hoz létre, elszívva ezzel a környezet oxigénjét. A lassabb, robbanásszerű termikus hőtúlnyomás hosszabb ideig tartó nyomásnak és hőhatásnak teszi ki a célt, aminek eredményeként a termobárikus robbanások hosszabb idő alatt nagyobb teljes energiateljesítményt produkálnak, mint a hagyományos robbanóanyagok. Szemben a hagyományos fegyverekkel, ahol a robbanás egyetlen forrásból kiindulva hoz létre „körkörös” robbanásfrontot, a termobárikus fegyvereknél több helyről alakul ki egy lángfront, ami nagy sebességre gyorsul fel, és okoz nyomásfrontot az üzemanyag keverékében, majd a környező levegőben is. Ezért ezek nagyobb pusztítást okoznak, mint a hagyományos robbanóanyagok. Az említett tényezők – a magas hőmérséklet, a nagy nyomás és hatalmas oxigénhiányos vákuum – felkelnek a termobárikus fegyverek okozta sérülések legfőbbjéért. [5]

A termobárikus fegyverekben alkalmazott anyagok tekintetében a legújabb fejlesztések a nano-robbanóanyagok alkalmazásának irányába mutatnak. A nanotermít (avagy szu-

pertermít) egy metastabil intermolekuláris kompozit (Metastable Inter-molecular Composite – MIC), amelynek fő alkotóelemeit 100 nanométer alatti szemcseszerkezettel rendelkező fém tüzelő- és oxidálóanyagok alkotják. A MIC-et az különbözteti meg a hagyományos robbanóanyagoktól, hogy az oxidálószer és a redukálószer – ami általában vas-oxid és alumínium – rendkívül finom por formájában van jelen, ami nagyságrendekkel megnöveli a robbanóanyag reaktivitását a mikrométeres méretű társaihoz képest. Ezen felül a nanométeres szemcsék alkalmazása lehetővé teszi a rendkívül magas – a későbbi felhasználáshoz optimalizálható – reakciósebesség kialakítását is. A MIC-ek fejlesztését 1990-ben kezdte meg az Amerikai Egyesült Államok hadserege, céljuk különleges hajtó- és robbanóanyagok, gyújtószerkezetek és pirotechnikai eszközök kifejlesztése volt. A fejlesztés közben gyűjtött tapasztalatok alapján a nano-robbanóanyagokat elsődlegesen kisméretű, de nagy energiájú termobárikus harciszerek fejlesztéséhez használták fel, ahol a hasonló tömegű robbanóanyagoknál 20–50%-os robbanási teljesítmény-növelést értek el. A termobárikus fegyverek harci részeiben leggyakrabban alkalmazott MIC-anyagok az alumínium különféle oxidjai, mint az alumínium-vas-, alumínium-réz-, alumínium-molibdén- és az alumínium-bizmut-oxidok, az

2. ÁBRA. Az amerikai légierő Douglas A-1E Skyraider repülőgépe egy BLU-72/B típusú bombát szállít a jobb szárnya alatt, 1968. szeptember 29. [11]



¹ Termobárikus robbanóanyagok esetében a „robbanóanyag” szót sokszor üzemanyag vagy tüzelőanyag kifejezésekkel is szokták illetni.

² A PETN egy robbanó salétromsavészter, amelyet széles körben használnak az iparban és katonai területen. Tiszta állapotban fehér, kristályos, viszonylag könnyen tárolható, ugyanakkor ez az egyik legbrizánsabb, használatban lévő robbanóanyag, szerkezetileg nagyon hasonlít a nitroglicerinhoz. A PETN-t más-más néven említik a szakirodalom, az elnevezése lehet PENT, pentil, PENTA, corpent vagy pentrit, ritkán nitropenta.

³ Összehasonlításképpen, a krematóriumban a holttestek hamvasztását 800–950 °C közötti hőmérsékleten végzik, igaz, azt közel egy órás expozíciós idővel.

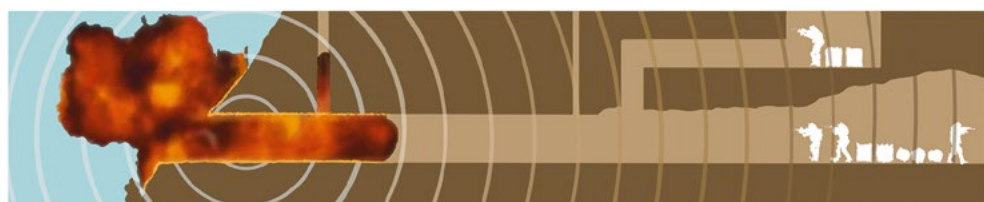
A TERMOBÁRIKUS RAKÉTA HATÁSA



1. A rakéta eléri az ellenfél barlangjának a bejáratát.



2. Elsődleges robbanás: kialakul a rakétában tárolt termobárikus elegy finom felhője, ami beáramlik a barlangba.



3. Másodlagos robbanás: a lökéshullám beáramlik a barlangba (akár szuperszonikus sebességgel is).

4. A robbanás nyomáshulláma még a barlang mélyén megbúvó ellenséget is eléri.

3. ÁBRA. A termobárikus töltet hatása a zárt térben tartózkodókra (A szerző szerkesztése a [6] alapján)

alumínium-wolfram-oxi-hidrá, illetve az antimon-kálium-permanganát.

Mivel a termobárikus fegyverek a környezet levegőjét használják a pusztító hatásuk elérésére, ezt a hatást jelentősen csökkenti, ha az oxidálóanyag nem vagy nem megfelelő mennyiségben érhető el. Ennek megfelelően a tengerszint feletti magasság növekedésével, a levegő sűrűségének csökkenésével arányosan a fegyverek hatásköze is jelentősen csökken. Ugyanígy csökken a hatása, vagy egyenesen válik a robbanásfelhő kialakulása esős, párás időben. A termobárikus fegyverek kialakítása miatt ezeket az eszközöket nem lehet olyan helyeken sem alkalmazni, ahol egyáltalán nincsen levegő, így nem robbannak fel víz alatt sem. Ezzel ellentétben azonban a szűk helyeken, völgyekben, épületekben alkalmazott termobárikus fegyverek hatása, mert a kialakuló robbanás és hőhullámok a közeli falakról visszaverődve jelentősen megnövelhetik a fegyverek lokális rombolóhatását. Nem véletlen, hogy az alkalmazásuk is elsősorban beépített vagy hegyvidéki területeken kezdődött meg. (3. ábra)

A TERMOBÁRIKUS ROBBANÁS EMBERRE GYAKOROLT HATÁSA

Mitől olyan veszélyes a termobárikus robbanás, és milyen hatással van az élőre? Az ilyen robbanás elsősorban a túlnyomás (majd vákuum) és a magas hőhatás révén okoz károkat és sérüléseket. További, másodlagos károk keletkezhetnek a környezeti oxigén felhasználása, a mérgező gázok és füst felszabadulása, valamint a repeszképződés miatt is. Legelső hatásként a robbanás keltette lökéshullámot kell említeni, ami a termobárikus fegyver robbanásakor érheti az annak közelében tartózkodót. Az elsődleges sérüléseket a robbanáshullám okozza, amely a robbanás epicentrumából indul ki, és akár 8 MPa (80 bar) túlnyomást is létrehozhat. Az élőre sérülése a nyomás nagyságától és annak időtartamától függ, és mint korábban említettem, a termobárikus fegyverek esetében ez jóval hosszabb idejű lehet a hagyományos robbanóanyag robbanásakor mért értéknél. A robbanás elsősorban a tüdő-, szív- és érrendszert, a halló-, gyomor- és bélrendszert, valamint a központi idegrendszert érinti. A robba-

nás a testben lévő légterek megszakadását, illetve nyíróerőt hoz létre a levegő-szövet határfelületen ott, ahol a különböző sűrűségű szövetrétegek találkoznak. A belső szervek elmozdulása miatt olyan sérülések is létrejönnek a hörgőkben, aminek hatására azok megrepednek, ezzel folyadék szívároghat a tüdőbe, ami ún. „sokktüdő” kialakulásához vezethet. A szív- és érrendszerben a robbanás hatására légembólia jöhet létre, jellemzően a szívben és a koszorúerekben. Természetesen a robbanás jelentősen érinti a látás és a hallás szerveit, okozhatja a szemeknek az üregükből történő elmozdulását, a dobhártya megrepedését, súlyosabb esetekben a fülkagyló elmozdulását, és ezzel a halló- és az egyensúlyszervek teljes szétesését okozva. Ezek együttesen „szenzoros-neurális” süketiséget, egyensúlyzavarokat és hányingert okoznak. A termobárikus töltet romboló hatása a gyomor- és bélrendszerben is jelentős, kiemelten akkor, amikor abban sok levegő található. Legrosszabb esetekben ilyenkor akár bélrendszeri perforációk is előfordulhatnak, aminek hatására hashártyagyulladás, belső vérzés, majd szepszisz fertőzés keletkezhet. A fegyvernek a központi idegrendszerre is jelentős hatása van, legfőbb sérülése az agyi artériás gázembólia, amely megmagyarázhatatlan neurológiai, biokémiai és vérkémiiai változásokat vagy halált okozhat.

Összefoglalva a hatásokat és a sérüléseket: a robbanás közvetlen hatósugarában tartózkodó élőre a hagyományos lőszerre kétszer magasabb hőmérsékletnek van kitéve, amely súlyos égési sérülésekhez vezet minden szabadon hagyott bőrfelületen. A termobárikus robbanás gyújtópontjához közeli személyek valószínűleg összezsúzódnak vagy megsemmisülnek, míg a távolabbiak potenciálisan belső sérüléseket szenvednek, mivel a termobárikus robbanás a túlterhelés következtében összenyomja, megnyújtja vagy felbomlasztja a különböző sűrűségű, rugalmasságú és szilárdságú szöveti határfelületeket. Végül a robbanás által elmozdított környezeti anyagok repeszszerű sérüléseket okoznak még a távolabb elhelyezkedő katonáknak is. Ha az üzemanyag deflagrá – de va-

lamilyen okból kifolyólag nem robban fel –, az áldozatok súlyosan megégnének, és valószínűleg az égő üzemanyagot is belélegzik. Mivel a leggyakoribb üzemanyagok – így az etilén-oxid és a propilén-oxid is – erősen mérgezők, a fel nem robbant üzemanyag ugyanolyan halálos lehet a felhőbe került személyek számára, mint a legtöbb vegyi anyag esetében. A robbanás jelentős mennyiségű súlyos sérültet eredményez. A kevés rendelkezésre álló egészségügyi személyzetnek ilyenkor súlyos égési, légúti, tompa és áthatoló sérüléseket, valamint súlyos végtagamputációkat szenvedő személyek százainak ellátásával kell szembenéznie. Az orvosi evakuálás nem jöhet szóba; ezek a sérülések azonnali helyszíni ellátást igényelnek, különben az érintettek valószínűleg órákon belül meghalnak. [7]

JOGI STÁTUSZ

Ezek az eszközök tehát – a hagyományos robbanóanyagokkal szerelt fegyverekhez képest – nagymértékben és többféleképpen is roncsolják az emberi testet, és alkalmazásuk növeli a keletkezett sérülések mennyiségét és súlyosságát. Jogosan merülhet fel a kérdés: miért nincsen alkalmazásuk korlátozva vagy betiltva? A válasz egyszerű: azért, mert ez egy nehezen kategorizálható, összetett hatású harceszköz, nem húzhatók rá azok a szankciók, amelyek más, fokozott pusztító hatású fegyverekre alkalmazhatók, így még nem kerültek korlátozás alá.

A termobárikus fegyverek elterjedése a vietnámi háború idejére, majd az azt követő időszakra tehető. Alkalmazásuknak nemcsak fizikális, de jelentős morális hatása is volt az ellenséges erőkre. Látna ezen harceszközök fejlesztésének és alkalmazásának irányait, már az 1980-as években különböző jogvédő szervezetek kérték az ENSZ-nél az ilyen jellegű fegyverek betiltását, amit azonban akkor nem (és azóta sem) tudtak sikerre vinni. [8]

Milyen háborús szabályok vonatkoznak a termobárikus eszközökre? Nincsenek olyan nemzetközi jogszabályok, amelyek kifejezetten tiltanák a használatukat, de ha egy ország épített területeken, iskolákban vagy kór-

házakban élő civil lakosságot céloz meg velük, akkor az 1899-es és 1907-es hágai egyezmények alapján [9] háborús bűncselekményért elítélhetik. Azonban ez minden fegyverre vonatkozó szabályozás, nem tekinthető kifejezetten a termobárikus harceszközök alkalmazása elleni korlátozásnak. Meglepően nehéz azonban átfogó áttekintést találni ezek jogszerűségéről, annak ellenére, hogy látva a közelmúlt konfliktusaiban bevetett termobárikus fegyverek pusztító hatásait, az elkövetkező időszakban alkalmazásuk valószínűleg állandósulni, vagy akár még fokozódni is fog. A hadijog alapelve tiltja az olyan károkozást, amely nem elengedhetetlen a fegyveres konfliktus legitim céljainak eléréséhez. A hadijog számos olyan szerződést foglal magában, amelyek konkrét szabályokat tartalmaznak, amelyek alapján – a teljesség igénye nélkül – az alábbi harceszközök kerültek tiltás alá: a 400 grammnál kisebb tömegű, robbanó-, gyújtó- vagy gyúlékony anyaggal töltött lövedékek, az expanzív lövedékek,⁴ a fojtó-, mérgező vagy egyéb gázok, a biológiai fegyverek, a fel nem fedezhető szilánkokkal sebesítő fegyverek, a vegyi fegyverek, a vakító lézerefegyverek, a gyalogsági aknák, a kazettás bombák és a nukleáris fegyverek.

Azonban egyetlen nemzetközi okmány sem foglalkozik kifejezetten a termobárikus fegyverek birtoklásának vagy használatának jogszerűségével. Mivel ezeket nem elsősorban tűz gerjesztésére tervezték, még akkor sem, ha alkalmazásuk során szinte minden alkalommal tüzet okoznak, ezért nem tekinthetők gyújtófegyvernek. Repeszhatásuk – köszönhetően a vékony falvastagságú burkolatuknak – elhanyagolható, jellemzően jól detektálható fémből állnak. Fojtó- vagy mérgező gázok akkor szabadulhatnak ki belőlük, ha a porlasztott robbanóanyag-felhő nem ég el rendesen az alacsony oxigénszint vagy a harci rész nem tervezett elműködése során. Azonban a fegyvert nem ezen hatások miatt fejlesztették ki, nem ez az elsődleges hatásmechanizmusa. Bár a termobárikus robbanás olyan hatásokat vált ki az élőerőben, amik tar-

tós szenvedést okoznak, de a termobárikus fegyverek rendeltetésszerű vagy tervezett használatával járó sérülések és szenvedések nem tekinthetők aránytalannak a várt katonai előny jellegéhez és mértékéhez képest. Alkalmazásuk így – amennyiben katonai célok ellen irányulnak, és a polgári lakosság, valamint a polgári objektumok védelmét szolgáló minden lehetséges óvintézkedést és az arányosság elvét figyelembe vesszük – a legtöbb esetben jogszerűnek tekinthető. ■

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből – Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásairól. Dialóg Campus, 2017. <http://hdl.handle.net/20.500.12944/6916> (Letöltve: 2025.04.08.)
- [2] Flixborough (Nypro UK) Explosion 1st June 1974 <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/caselflixboroug74.htm> (Letöltve: 2024.12.18.)
- [3] Coller, Arthur van: Detonating the air: The legality of the use of thermobaric weapons under international humanitarian law. <https://international-review.icrc.org/articles/detonating-the-air-the-legality-of-thermobaric-weapons-under-ihl-923> (Letöltve: 2025.02.05.)
- [4] Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990 között I. rész. Robbanóanyagok és iniciálásuk. Katonai Logisztika 2020/3, 241–277. <https://doi.org/10.30583/2020.3.241>
- [5] Saw, David: Thermobaric weapons on the battlefield. European Security and Defence. <https://euro-sd.com/2024/06/articles/39038/thermobaric-weapons-on-the-battlefield/> (Letöltve: 2025.02.05.)
- [6] Scimar, Paul: Big Blue Two et l'effet thermobarique. Cercle Royal des Militaires de Réserve de la Province de Liège. <http://crmlg.be/doc/bombesthermobariques.pdf> (Letöltve: 2025.02.05.)
- [7] MUNITIONS – Thermobaric Munitions and their Medical Effects! <https://jmvh.org/article/munitions-thermobaric-munitions-and-their-medical-effects/> (Letöltve: 2025.02.05.)
- [8] Mátrai Anna: Termobárikus rakéták: az orosz Pinokkió egyetlen lövéssel képes egész lakónegyedeket megsemmisíteni. Euronews 2022.03.01. <https://hu.euronews.com/2022/03/01/termobárikus-raketak-az-orosz-pinokkió-egyetlen-lovessel-kepes-egesz-lakonegyedeket-megsem> (Letöltve: 2025.02.12.)
- [9] 1913. évi XLIII. törvény az első két nemzetközi békeértekezleten megállapított több egyezmény és nyilatkozat becikkelyezése tárgyában. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=91300043.tv> (Letöltve: 2025.02.12.)
- [10] A kép forrása: USAF / Patrick Nichols felvétele. https://en.wikipedia.org/wiki/File:BLU-82_Daisy_Cutter_Fireball.JPG. (Letöltve: 2025.02.12.)
- [11] A kép forrása: USAF. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A-1E_1SOS_PavePat_1968.jpg (Letöltve: 2025.02.12.)

⁴ Hagyományos elnevezéssel dum dum lövedékek.

KISS ROLAND*

AZ A2/AD HADVISELÉS AZ OROSZ-UK

TERÜLETTAGADÁS A SZÁRAZFÖLDÖN I.

* PhD, MH

Transzformációs
Parancsnokság,
Kiképzési Igazgatóság,
ORCID:
0000-0002-5979-3098

Összefoglalás: Az A2/AD hadviselés tárgyalásakor a szárazföldi műveleti teret ritkán szokták érinteni. Pedig régi és új módszerekkel, innovatív megoldásokkal, összefegyvernemi és összhaderőnemi együttműködésben a szárazföldi A2/AD hadviselés egy olyan disztópikus valósággá nőtte ki magát az ukrán fronton, amely feladványainak megoldása komoly kihívást jelent a katonáknak és a szakértőknek.

Abstract: When discussing A2/AD warfare, the land domain is rarely the subject of the discussion. However, with old and new methods, innovative solutions, and combined and joint cooperations, land A2/AD warfare has grown into a dystopian reality on the Ukrainian front, presenting issues the solution of which will cause serious headaches for soldiers and experts.

Kulcsszavak: A2/AD, hozzáférést gátló/területmegtagadó, szárazföldi műveletek, orosz–ukrán háború, osztott műveletek, tüzérség

Keywords: A2/AD, anti-access/area-denial, land operations, Russo-Ukrainian war, distributed operations, artillery

Szerzőnk az orosz–ukrán háborúval foglalkozó különszámunkban két cikket szentelt az A2/AD hadviselés témájának. Sorrendben ez a harmadik tanulmánya.

BEVEZETŐ

Az A2/AD hadviselést vizsgálva az orosz–ukrán háborúban olyan szintű területtagadást láthatunk, amelyet korábban sosem. Napjainkban már bármilyen mozgás szinte azonnali csapásmérést von maga után. A nagyobb kötelékek manőverei jóformán megszűntek, ezt pedig a tüzérség, a drónok és a cirkáló löszerek, valamint a precíziós löszerek (pl. irányított páncéltörő rakéták) kombinált alkalmazásával sikerült elérni. A következőkben ezt a rendszert mutatjuk be.

OSZTOTT MŰVELETEK

Osztott műveleteknek (Distributed Operations) nevezzük, amikor kis alegységeket nagyobb területen szét-

szórva, de koordináltan vetnek be, általában összhaderőnemi támogatással, hadműveleti szintű célok elérésére. Ukrajna hasonlólt valósított meg a háború első heteiben a Kijevtől északra fekvő területeken. Itt a hagyományos műveletek mellett vadászharcot folytató páncélvadász alegységek működtek, amelyek leszállásokat és rajtaütéseket hajtottak végre orosz gépesített erők és utánpótlási vonalaik ellen. Erre a harcmodorra jól felkészítették őket a nyugati kiképzők 2022 előtt. Emellett nagy mennyiségben kaptak korszerű, vállról indítható irányított és nem irányított páncéltörő rakétákat. Az ukránok előnyei között említendő a terep ismerete, illetve az információs fölény, amit a drónok intenzív használata, továbbá a NATO felderítési-hírszerzési támogatása biztosított számukra. Emellett az erdős terep megfelelő környezetet nyújtott ehhez a hadviseléshez, a korai olvadás, továbbá az

út menti területek elaknásítása pedig nagyrészt az utakhoz kötötte az orosz erőket. További hiányosság volt orosz részről a megfelelő létszámú kísérőgyalogság hiánya, amely kiváltképp kockázatosra tette az átszegdelt vagy beépített terepen és kiszámítható útvonalon történő áthaladást, valamint a megszállt területek biztosítását, így a logisztikai konvojok is állandó támadásoknak voltak kitéve. A védők ezzel érzékeny veszteségeket okoztak a támadóknak.

Az ukránok a gyalogos páncélvadász alegységek, a hagyományos hadviselést folytató gépesített erők, a drónok és a tüzérség kombinált alkalmazásával sikereket értek el, képesek voltak gátolni az orosz manővereket és zárni az északi irányt.

VÁLTOZÓ HÁBORÚ

A manőverező szakasz lezárultával, a háború következő fázisában (2022 tavaszától),

1. ÁBRA. Orosz 2S19
MSzta-Sz üteg [14]



RÁN HÁBORÚBAN

amikor nyilvánvalóvá vált, hogy elhúzódó harcokra kell számítani, és a harcok súlypontja Kelet-, illetve Dél-Ukrajnára tevődött át, az oroszok megpróbálták áttörni az ukrán védelmi vonalakon. A háború ezen szakaszától az ukrán katonai potenciál felszámolására tértek át; ezt az oroszok egészen őszi minimális erő bevetésével képelték el, amiben a jelentős tüzerő teremti meg a feltételeket a műveletek végrehajtásához. Tágabban a gyalogság, a tüzérség és a drónok váltak a meghatározó fegyvernemekké, tekintve, hogy leginkább általuk voltak képesek eredményeket elérni. Közülük a mi szempontunkból a tüzérség és a drónok az igazán érdekesek, amelyek a kiépített védelmi vonalakkal együtt a szárazföldi A2/AD hadviselés fő letéteményesei lettek.

KÖZÖS GYÖKEREK

Tekintettel a közös szovjet doktrínális alapokra nincs jelentős különbség a két szemben álló fél tüzerdoktrínájában. Az orosz doktrína megkülönböztet közvetlen tüztámogatást, ami az érintkezési vonal közelében támogatja a csapatokat, illetve általános tüztámogatást, aminek során mélyszégi tüzcsapásokkal pusztítja az ellenség kulcsfontosságú létesítményeit és csapatösszevonásait. A korszerű tüzérség a harcászati célok ellen – való idejű felderítési adatok alapján – gyors tűzkiváltással és nagy pontossággal képes reagálni, ezáltal a

megfigyelt területeken a csapatmozgások is megnehezültek. Következésképpen az erőket szétszórva alkalmazzák – minél kisebb alegységekben –, amelyek felderítése és pusztítása is nehezebb, a potenciális veszteség pedig kisebb. A tüzérségi rendszerek megnövekedett lőtávolsága, valamint a célfelderítő eszközök (radarok, UAV-k, SIGINT¹) hatékonyságának ugrásszerű javulása jelentősen növelte a fegyvernem területtagadó (area denial) képességét. Ennek következtében az ellenség kénytelen a műveletek fenntartásához szükséges kulcsfontosságú létesítményeket – mint a vezetési pontok, logisztikai raktárak vagy kiképzési objektumok – a tüzérségi hatótávon kívülre telepíteni, vagy azokat erősen decentralizált módon működtetni. Ez a fajta kényszerű széttagolás csökkenti a műveleti hatékonyságukat, lassítja a reagálóképességet és gyengíti a harctámogató rendszerek integráltságát. A korszerű tüzérség ezen felül kulcszerepet játszik az ellenség tüzérése elleni harcban (tüzérségi ellentűz), valamint a mélyszégi távaknásítás alkalmazásában, ami a manővererők mozgásterét és az ellenség kezdeményezőkéességét is korlátozza. [1; 348–349.]



AZ UKRÁN TÜZÉRSÉG ESZKÖZÖK ÉS LOGISZTIKA

Ukrajna a szovjet örökségnek köszönhetően jelentős tüzérséggel rendelkezik, de lőszerből – nagy intenzitású hagyományos műveletekkel számolva – megközelítőleg hat hétre volt elegendő készlete a háború előestéjén. [2] Ez egyben azt is jelentette, hogy a nyugati tüzérségi eszközök jelentősége már az első évben megnőtt, amely egyben a 105 és 155 mm-es űrméretre való áttérést is jelentette. Ez átmenetileg technikai fölényt is biztosított az ukrán haderőnek, mivel megkapták a legmodernebb nyugati eszközöket, többek között az amerikai M142 HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System) és M270 MLRS (Multiple Launch Rocket System) rakéta-sorozatvető rendszereket, a német PzH 2000, a francia CAESAR, a lengyel ASH Krab, a svéd Archer önjáró tarackokat, az amerikai M777 vontatott tarackot, illetve további elavult önjáró és vontatott eszközöket is. A nyugati ellátás reményeik szerint biztosítékot is jelenthetett volna a stabil lőszerutánpótlásra, ám a gyakorlatban a rak-

2. ÁBRA. Orosz menetoszlop elleni tüzérségi csapás a háború elején, amelynél a felderítést és a helyesbítést drónok végezték [15]

¹ Technikai hírszerzés (SIGINT – Signals Intelligence): magában foglalja a távközlési csatornák és adatátviteli hálózatok, az informatikai és kommunikációs eszközök műszaki és informatikai támadásával megvalósuló információszerzést.



3. ÁBRA. Az ukrán fegyveres erők svéd gyártmányú Archer önjáró tarackja
(Forrás: Shutterstock)



tárhézszerkezetek gyorsan kimerültek, és az ellátás akut problémává vált.

HARCÁSZAT

A nehézségek ellenére az ukránok tűzértségüket meglehetősen hatékonysággal alkalmazták. Már a háború előtt elkezdtek felszerelni a tűzérosztályokat drónokkal, illetve új tűzfelderítő radarokkal. A csapatokat pedig ellátták az Android alapú Kropyva [3] vezetés-irányítási rendszerrel, amely alapja egy GPS-támogatott térképszoftver, amelyhez integrálták a drónokat, illetve különböző felderítő radarokat és lézeres távmérőket, amelyekről gyűjtik az adatokat. A kezelőfelülete egy tablet, amelyen megjelenítik a saját és a többi felhasználó helyzetét, valamint a felderített célokat, GPS-koordinátákkal együtt. A rendszer alkalmas rövid szöveges üzenetek küldésére, számításokra (útvonalak, távolság), valamint azimutmérésekre, ezáltal tűzérzségi tűzcsapások rávezetésére. A felderített célok koordinátáit automatikusan továbbítja a legközelebbi tűzerőegységhez. Az információkat nem központilag tárolják, hanem mindent szétszórtnak minden eszközre. Ezzel 80-90%-kal csökkent a tűzérzség reakcióideje a tűzigénytől a tűzmegnyitáshoz. A nyugati eszközök előnye volt a pontosság és a nagyobb lőtávolság, a fejlett tűzvezető rendszereik miatt pedig a „lőj és fuss” harcászatra jobban megfeleltek, ugyanakkor tartós tüzelésre alkalmatlannak bizonyultak. [1; 347–348.][2; 16.] A megfelelő felderítésnek köszönhetően az ukrán tűzer-

ség gyakran önállóan is képes volt az orosz támadások feltartóztatására és visszaverésére. [4]

Ukrajna a nyugati eszközök érkezésével (és a harctéri körülmények, illetve tapasztalatok nyomán) a tűzerharcászatán is változtatott: a gyorsabb reagálásra és a pontosabb tűzvezetésre helyezte a hangsúlyt. A tűzérosztályok együttes alkalmazása helyett a tűzeszközöket szétszórva, önállóan vagy lövegpárokban, de legfeljebb tűzszakaszokban kezdték alkalmazni, továbbá nagy hangsúlyt fektettek az álcázásra és a gyors tüzelőállás-váltásra. A nyugati eszközöknek köszönhetően sikerült valamelyest ellensúlyozni az orosz tűzérzség számbeli fölényét is, amit elsősorban a vezetési pontok, a felderítő- és utánpótlásrendszer elleni szisztematikus tűzcsapásokkal sikerült elérni. A Nyu-

gat által biztosított felderítési információkkal támogatva 2022-ben az új HIMARS-okkal képesek voltak néhány hétig eredményes precíziós tűzcsapásokat végrehajtani az orosz utánpótlás raktárak ellen. [1; 350–354.][5; 64.] [6] Az ukrán HIMARS és az MLRS rakéta-sorozatvetők által használt GMLRS (Guided Multiple Launch Rocket System) rakétákat a 2023-as ellentámadás alatt főleg a mélységben fekvő célok elleni tűzcsapásra használták annak érdekében, hogy szétzilálják az orosz vezetés-irányítási és logisztikai rendszert; a légvédelmi eszközök ellen és a tűzérzségi ellentűz céljából is ezeket vetették be, mivel a csöves tűzérzséget az oroszok sikeresen semlegesítették. Azonban a lőszerhiány miatt átlagosan napi hét(!) darab rakéta felhasználása volt lehetséges a teljes arcvonalon. [7; 23.]

Ezért a 2023-as ellentámadás során még a legjobb esetben is csupán helyi és időleges tűzfölényt tudtak elérni, míg az orosz tűzérzség a háború eddig eltelt ideje alatt összességében megőrizte fölényét. [4; 38.] Ennek ellensúlyozására az ukránok a nagyobb pontosságot helyezték előtérbe, ám a precíziós tűz nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket: bár a háború korai szakaszában a nyugati lőszer hatékonysága kiemelkedő volt, a háború második évére ez jelentősen csökkent. Az Excalibur GPS-vezérlésű, 155 mm-es gránátok pontossága a korai időszakban 70% volt, később az orosz elektronikai zavarás következtében ez 6%-ra(!) esett vissza. A GMLRS rakéták is érzékenyek bizonyultak az elektro-

4. ÁBRA. Francia gyártású Caesar 155 mm-es önjáró tarack [16]





5. ÁBRA. A Kropyva rendszer elemei (A szerző szerkesztése a [18] alapján)

nikai zavarásra (a GLSDB [Ground Launched Small Diameter Bomb] kiváltóképp), illetve az orosz légvédelem is képessé vált ezen rakéták lelövésére. [7, 24.] A tűzségi gránátok szinte folyamatos hiánya miatt az ukránok egyre inkább a drónokat használták tűztámogatásra, amelyek jóval pontosabb csapásmérést tettek lehetővé. Emellett Ukrajna ezek önálló gyártására is képes, azonban kisebb hatótávolságuk és pusztítókéességük miatt nem tudták teljesen kiváltani a tűzséget.

A területtagadás kapcsán megfigyelhető, hogy az oroszok a műveleteik során nagy hangsúlyt fektetnek arra, hogy korlátozzák az ukrán csapásmérő képességek fenyegetését és hatékonyságát. Ennek passzív formája az volt, amikor a fontos létesítményeket széttelepítették, illetve a nagyobb raktárakat a frontvonaltól hátrébb telepítették, hogy az ukrán tűzségi eszközök hatásos lőtávolságán kívül essenek.

Aktív műveleteknek tekinthetjük, amikor az ukrán tűzséget az orosz erők hátrébb szorítják. A 2023-as elmentamadás során például az új Lancet cirkáló löszerekkel olyan szinten fe-

nygették az ukrán tűzséget, hogy azt nem merték annyira előrevonni, hogy megfelelő tűztámogatást nyújt-hasson a támadó erőknél.

Hadműveleti szintű aktív műveletekre is van példa. A harkivi területről az ukrán tűzség rendszeresen lőtte a határ orosz oldalán fekvő Belgorod városát. Ezért 2024. május 10-én az orosz erők támadó műveletet indítottak, amelynek célja egy puffer-zóna létrehozása volt, hátrébb kényszerítve az ukrán tűzséget, és ezzel megakadályozni a Belgorod elleni tűzcsapásokat. Oroszországnak ugyan sikerült hadműveleti meglepetést elérnie, amivel átmenetileg csökkentette a térség közvetlen fenyegetettségét, a veszély azonban közel sem szűnt meg teljesen. 2025 májusában Putyin elnök bejelentette egy 100 km mélységű biztonsági zóna kialakításának szándékát az orosz-ukrán határ teljes szakaszán, a határ menti orosz területek védelme érdekében. Ez az elképzelés összhangban áll a nyugati gyártású GMLRS rakéták mintegy 92 kilométeres maximális hatótávolságával. Az orosz stratégiai gondolkodás ezzel lényegében úgy foglalható össze, hogy minél nagyobb hatótávolsá-

gú fegyverrendszereket állít hadrendbe Ukrajna, annál mélyebb védelmi zónát kíván kialakítani Oroszország az érintett határszakasz mentén.

AZ OROSZ TŰZSÉG VÁLTOZÓ HARCREND

Az orosz hadseregben a tűzség mindig is kiemelt és meghatározó szerepet játszott. Az orosz hadseregben a „manőver és tűz” elv érvényesül, vagyis a manőver célja, hogy a tűzség a megfelelő terepszakaszról legyen képes tűzcsapást végrehajtani. Az orosz gépesített dandárok és ezredek állományában jellemzően két-három tűzérsztály található, míg a zászlóaljharccsoportok (BTG – БТГ: Батальонная Тактическая Группа) esetében legalább egy üteg biztosítja a tűztámogatást. Ezek az alegységek vegyesen alkalmaznak csöves tűzségi eszközöket és rakéta-sorozatvetőket, ami összhangban áll az orosz haderő azon doktrinális megközelítésével, miszerint a közvetlen tűztámogatás elsődlegesen a tűzség feladata. A néhány hétnyi manőverhadviselés után (2022 tavaszától) felörlő háború kezdődött. Ennek megfelelően a tűzerkomponenst is átszervezték, tűzercsoport-



6. ÁBRA. Az MSzta-Sz 152 mm-es önjáró tarack az orosz tüzérség egyik legkorszerűbb eszköze [19]

tosításokat alakítva ki dandárszinttől felfelé azzal a céllal, hogy a megfelelő összetételű kötelékekkel a megfelelő szintű tűzősszpontosítást tudják biztosítani. Ezekben a dandár vagy hadosztály saját tüzérkomponensét át-/alárendeléssel kiegészítették a magasabb szervezet (pl. összefegyvernemi hadsereg) olyan tüzérségeivel, amelyek szükségesek voltak a feladat végrehajtásához. A csöves tüzérség jellemzően pontcélokat támad, míg a rakéta-sorozatvetőket területtagadásra használják, mivel nagyobb területeket képesek lefogni. Azonban az oroszok is egyre inkább szétszórva alkalmazták a tüzérséget, hogy védettebbek legyenek a tüzérségi ellentűzzel szemben, ebből adódóan gyakran csak 1-3 tüzeszközt vetettek be egy-egy tűzfeladatra. [1; 351–353.] Később a tüzérségre nézve is a drónok váltak a fő fenyegetéssé, ezért indokolt volt azok szétszórása és gondosabb álcázása. [4; 34.]

HARCÁSZAT

2022 nyarán az oroszok döntően a tüzérségre támaszkodtak műveleteik során: kihasználva tűzfölényüket, képesek voltak folyamatosan lefogni és pusztítani az ukrán állásokat és

csapatokat. A front némely szakaszán tízszeres tüzérségi fölényt élveztek, hatalmas veszteségeket okoztak az ukránoknak, és folyamatos nyomással megakadályozták a nagyobb csapatösszevonásokat, ezáltal az ellentámadásokat. Ez lehetővé tette az orosz gyalogságnak, hogy lassan, de biztosan felszámolja az ukrán védelmet. [5; 62.] Ebben az időszakban napi 40–60 ezer gránátot is felhasználtak. Ezt az tette lehetővé, hogy közvetlenül a harcok közelében tudták felhalmozni a lőszerkészletet, de az év végére az ukrán HIMARS tűzcsapásai átmenetileg komoly logisztikai problémákat okoztak, ezért a nagyobb raktárakat lőtávolon kívül létesítették, a front közelében pedig szétszórta a készleteket.

Az orosz hadsereg tüzérfelderítése a háború elején is megfelelőnek számított, illetve a tüzérosztályokat már elkezdtek felszerelni drónokkal. Az ukrán ütegek bemérésére a Zoopark-1 (Зоопарк-1; GRAU-kód: 1L219M) és az ARK-1 (АРК-1 Рысь; GRAU-kód: 1RL239) tüzérfelderítő radarokat, drónokat, valamint elektronikai és hangfelderítést alkalmaztak. Tüzérségi ellentűzre általában a hadosztályok tüzérségi csoportosításait, 152 és 203 mm-es csöves,

valamint rakéta-sorozatvető eszközeit használták. Ezek általában terület-tűzet lőttek a célokra, de a szétszóró alkalmazás miatt ez egyre kevésbé volt hatékony vagy gazdaságos. Manapság nagyobb mértékben támaszkodnak az Orlan-10/30 (Орлан-10) és ZALA Z-16/20 (Ланцет) drónokra a tüzérfelderítés során, de használnak újabb radarokat és hangfelderítő eszközöket is. A felderítési információk a Planset-A² (Планшет-А) tüzér vezetés-irányítási rendszerbe futnak be és elérhetők a tüzérségek számára. Az ukrán tüzérség ellen elsődlegesen Lancet cirkáló löszereket, továbbá Krasznopol-M (Краснополь-М; GRAU-kód: 2K25M) lézervezélésű gránátokat vagy FPV (First Person View) drónokat használnak. Mára elérték, hogy a felderítéstől számított 3-5 percen belül megtörténhet az első tüzmegnyitás. [1; 351–353.][8]

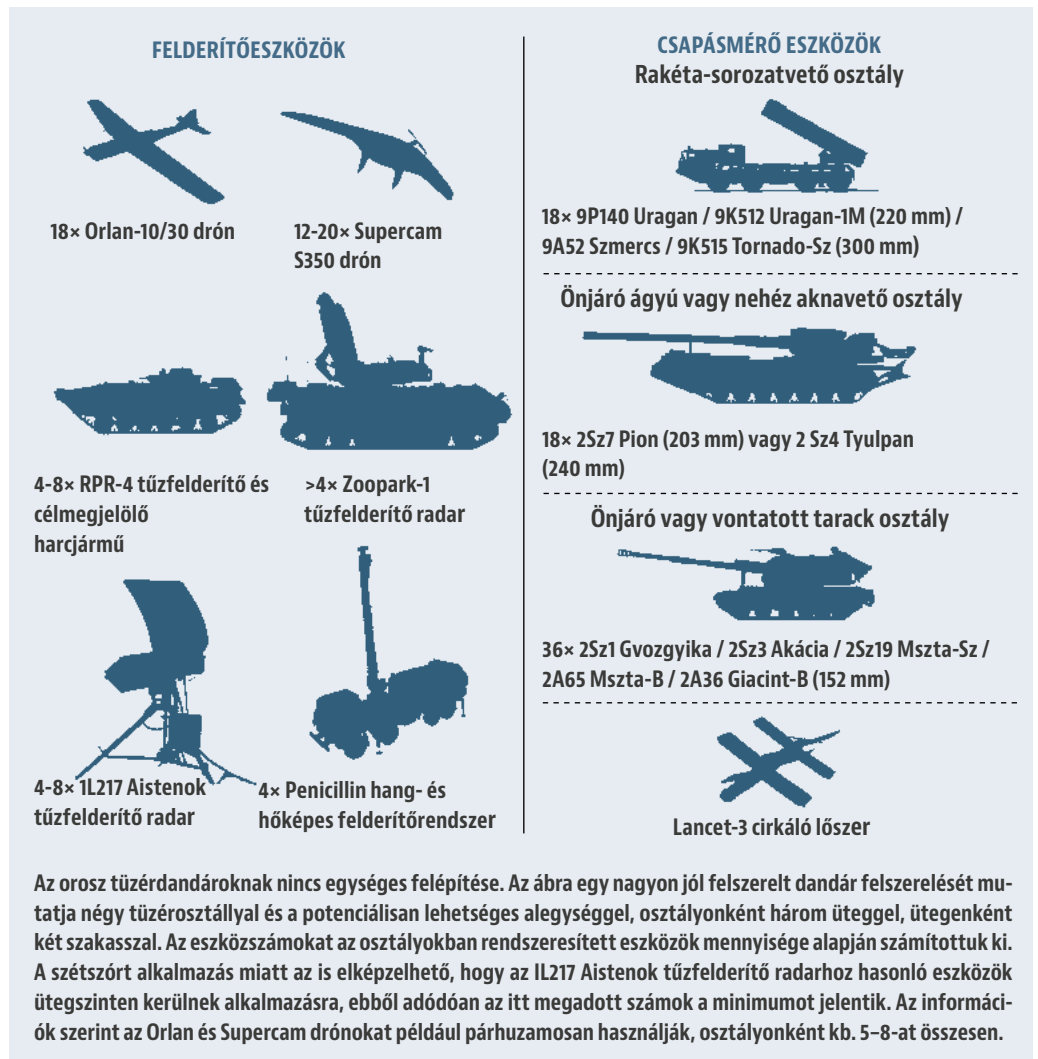
2023-tól kezdődően már törekedtek a takarékosabb felhasználásra, ennek eredményeként a napi gránátfelhasználás 12 és 38 ezer darab közé csökkent. A feladathoz igazított hatás és annak pontos időzítése került előtérbe. Megfigyelhető volt, hogy az orosz tüzérség egyre inkább a pontosságra, semmint a tömegtüzre és a nagy mennyiségű gránát felhasználására támaszkodott; ehhez a felderítők vagy a drónok által célra vezetett Krasznopol lézérirányítású gránátokat használtak. Ennek ellenére, ha az ukrán erők támadásra készültek, és az oroszok időben értesültek erről, akkor preventíven zavaró és/vagy területtűzet lőttek az adott célterületre. [9]

A tüzérségnek fontos szerepe volt az ukrán támadások és ellenlökések feltartóztatásában is. Az ukrán támadó erők pusztítását a rakéta-sorozatvető rendszerek kezdték nagy távolságból, ehhez BM-27 Uragan (БМ-27 Ураган; GRAU-kód: 9R140), valamint 9K51M és 9K515 Tornado-G/Sz (9K51M Торнадо-Г, 9K515 Торнадо-С) rendszereket használtak, amelyek tűzcsapást mértek repesz-romboló rakétákkal az

² A Planset-A (Tablet-A) vezetés-irányítási rendszer különböző szenzoroktól gyűjti a valós idejű információkat, többek között a Penicillin (Пенициллин; GRAU-kód: 1B75) hang- és hőképfelderítő passzív felderítőrendszerből. Ez alapján 38 km távolságból is képes pontosan megállapítani az ellenség tüzeszközének a helyét, a célinformációt, és a löelemeket pedig automatikusan továbbítja az tüzérségeknek, mindezt 30-50 másodpercen belül. Az eszköz az orosz hadsereg tüzérségének összes csöves és rakéta tüzeszközét képes irányítani. A Planset-A védett információs csatornákat használ és az oroszok kívül más kommunikációs eszközökkel is kompatibilis, emellett nagy távolságú és szélessávú csatornákon, akár élő videófelvételeket is tud közvetíteni.

ukrán csoportosításokra, akár 50 km távolságról, illetve kazettás lőszerrel távaknásítást hajtottak végre a támadók előrevonási útján (vegyesen gyalogsági és harckocsiakkal), hogy késleltessék őket, illetve a tartalékok előremozgását is gátolják. A feltartóztatott támadókra csapást mértek, amibe kisebb távolságon belül a csöves tüzérség is bekapcsolódott. A páncélos eszközök pusztításán túl, amire hagyományos Krasznopol-M lézervezélésű gránátokat használnak, a tüzérség fontos feladata volt a gyalogság leválasztása, miközben a támadási sávban mozgékony páncélvadász csoportok lesállításokat készítettek elő. [10] Ezt az eljárásrendet használták többek között a 2023-as ukrán ellentámadás feltartóztatásakor is. Az orosz tüzérség eredményességét mutatja, hogy az említett évben az ukrán veszteségek 70%-át a tüzérség okozta. [11] A tüzérségnek fontos szerepe volt az ukrán csatlégyvédelem felszámolásában is, s ezzel lehetővé tették 2023-tól az orosz légierő intenzívebb alkalmazását.

A háború elején a megsemmisítési ciklusban komoly hiányosságok mutatkoztak, mivel hiányzott a megfelelő számú drón, illetve felderítőműhold. Emellett a valós idejű felderítés, a célelemzés és a tűzfeladat-kiadás sem volt hatékony, és sokszor a megválasztott eszköz sem felelt meg a célnak. [12] Ehhez szükség volt a már a hidegháború óta létező ROK harcászati felderítő-tüzérségi komplexumok (РОК: Разведывательно-Огневые Комплексы) és RUK hadművelati felderítő-csapásmérő komplexumok (РУК: Разведывательно-Ударные Комплексы) tökéletesítésére. [4; 31.] A felderítés-tűz komplexum a kis mélységű, harcászati szintű tűzfeladatokat foglalja magába, ebben a felderítést Orlan és más drónok végzik, a tűzcspás pedig a 122–152 mm-es tüzérségi eszközök, valamint a cirkáló lőszer (és az FPV-drónok) feladata. A felderítés-csapásmérés komplexumban pe-



dig hadművelati célok megsemmisítése történik, amelyeket közepes Orion drónok, mélységi felderítőcsapatok, esetleg műholdak derítenek fel, majd 152–203 mm-es tüzérség, ballisztikus rakéták, hiperszonikus fegyverek, valamint a légierő mér csapást rájuk. [13] Továbbá az orosz haderőben is megjelentek az olyan információs és vezetés-irányítási rendszerek, mint a KRUSz-VR Sztrelec (КРУС-ВР: Комплекс Разведки, Управления и Связи Войсковой Разведки «Стрелец» – „Nyilas” fantázianévű orosz harcászati felderítő, irányító és híradó komplexum), amely növelte a megsemmisítési ciklus (vagyis a felderítéstől a csapásmérésig tartó folyamat) hatékonyságát. A rendszer tartalmaz egy tabletet, VHF és műholdas rádiót, távolságmérőt, GLONASS (Global Navigation Satellite System) és GPS-helymeghatározót, illetve idegen-barát felismerőrendszert. Az eszköz alkalmas szóbeli, szöveges, képi és videóüzenetek

7. ÁBRA. Orosz tűzérőndár felszerelése (A szerző szerkesztése)



8. ÁBRA. BM-21 122 mm-es rakéta-sorozatvető [17]

továbbítására, illetve az információk megjelenítésére digitális térképen. 3–5 km-ig képes a célok helymeghatározására. Légi és tüzérségi csapások rávezetésére is alkalmas, de elvileg szinte bármilyen csapásmérő rakéta-fegyverzet rávezetésére is.

2023 elejétől nagy számban jelentek meg a kis és közepes méretű, katonai és polgári felhasználásra szánt drónok, amelyek már képesek voltak behatolni az ellenség mélységébe és folyamatos felderítést, megfigyelést, illetve szükség esetén célmegjelölést végezni. Emellett a harcászati-hadműveleti parancsnokságokon a különböző forrásokból származó valós idejű felderítési információ egy helyen fut össze, és innen történik a célelosztás is. Az információmegosztáshoz Android alapú applikációkat, mobiltelefon-hálózatot, valamint a Starlink műholdas internetszolgáltatást használják. Ezt a jövőben mesterséges intelligencia alapú döntéstámogató rendszerekkel is meg akarják erősíteni. [12]

A tüzérség kulcsszerepet játszik az ukrán védelem leküzdésében. A 2022 végétől alkalmazott rohamharcászat során a tüzérség feladata az ukrán állások lefogása és pusztítása, hogy manőverezési lehetőséget biztosítson a rohamcsapatok számára a vé-

delem felszámolására, miközben az ukrán ellenőrkéseket is a tüzérség zavarótüzével késleltetik és akadályozzák meg. A felderítés-tűz rendszer fejlődésével a tüzérség képessé vált a gyors reagálásra, és a tüzmegnyitás gyakran már a drónokról kapott információk alapján történik a köztes szintek kihagyásával. A drónokkal együttműködő orosz tüzérség lehetetlenné tette a nagyobb kötelékek összevonását és alkalmazását. A tüzérség akadályozza az ellenség mozgását, tűzzel mozgásképtelenné teszi az eszközöket, az álló célokat pedig drónokkal pusztítják el. A rendszer hatékonyságát mutatja, hogy már időérzékeny és nagy értékű célokat (pl. HIMARS vagy Patriot indító) is sikerrel tudnak kiiktatni. Ezekre jellemzően Iszkander-M (9K720 **Искандер**) ballisztikus rakétákat indítanak. Oroszország jelenleg az úgynevezett „hármass főtűzfogást” alkalmazza a harctéren. Ebben a gyalogság és a gépesített erők sorozatos kisebb támadásokkal lefogják az ukrán védelmet; FPV-drónokkal, Lancet cirkáló löszerekkel és a tüzérséggel területtagadást hajtanak végre, vagyis mélységben is meggátolják az ukrán manővereket, illetve csapatmozgásokat; végül pedig a légierő

UMPK-siklóbombákkal (**УМПК – Унифицированный модуль планирования и коррекции** – egységesített tervezési és helyesbítőmodul) elpusztítja az állásokat és az oda visszahúzódtott ukrán csapatokat.

ÖSSZEGZÉS

Az orosz tüzérség még mindig kulcsszerepet játszik, de 2023-tól megfigyelhető, hogy a tüztámogatásban egyre nagyobb szerepet kapnak az új UMPK-siklóbombák, valamint a cirkáló löszerek és a drónok. Az UMPK-k révén az orosz légierő aktivitása megnőtt, így nagyobb pontossággal és erővel képesek az ukrán megerősített harcálláspontokat támadni, mint a tüzérség. A cirkáló löszerek és az FPV-drónok viszont nagy pontossággal képesek célzott támadások végrehajtására, ráadásul tömeges méretekben. Ezért kijelenthető, hogy bár a tüzérség szerepe némileg csökkent, illetve átalakult, az orosz rendszeren belül továbbra is kulcsfontosságú, és olyan fölényt biztosít, amit az ukrán fél ez idáig nem tudott ellensúlyozni.

A következő részben a drónok és cirkáló löszerek alkalmazását mutatjuk be.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Świątochowski, Norbert: Field Artillery in the defensive war of Ukraine 2022-2023 - Part I. Combat potential, tasks and tactics. 2023.12.31. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.1631>
- [2] Zabrodskyi, Mykhaylo et al.: Preliminary Lessons in Conventional Warfighting from Russia's Invasion of Ukraine: February–July 2022. Royal United Services Institute, London, 2022, 16.
- [3] Putrenko, Viktor – Pashynska, Nataliia: Military Situation Awareness: Ukrainian Experience. 2024.07.17. 135–136. <https://www.acigjournal.com/pdf-190341-112702?filename=Military%20Situation.pdf> (Letöltve: 2025.04.02.).
- [4] Kofman, Michael: Assessing Russian Military Adaptation in 2023. Carnegie Endowment for International Peace, Washington DC, 2024, 9.
- [5] Świątochowski, Norbert: Field Artillery in the defensive war of Ukraine 2022-2023 - Part II. Methods of task implementation. 2024.12.31. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.4136>
- [6] Czub, Sebastian: Russian Assault Tactics in Ukraine. 2023.06.22. 2. pulaski.pl/wp-content/uploads/2023/06/Pulaski-Report-Russian-Assault-Tactics-in-Ukraine.pdf (Letöltve: 2025.03.03.)
- [7] Watling, Jack et al.: Preliminary Lessons from Ukraine's Offensive Operations, 2022–23. Royal United Services Institute, London, 2024.
- [8] Cranny-Evans, Sam: A Russian revolution: The move from mass to mass-precision. 2025.01. 3–4. chacr.org.uk/wp-content/uploads/2025/01/IDB-86-Counter-battery-fires.pdf (Letöltve: 2025.06.03.)
- [9] Watling, Jack – Reynolds, Nick: Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine. Royal United Services Institute, London, 2023, 11–12.
- [10] Parfonov, Hlib: Ukraine's Slow-Moving Counteroffensive: Russian Defense Continues to Adapt (Part Four). 2023.09.26. jamestown.org/program/ukraines-slow-moving-counteroffensive-russian-defense-continues-to-adapt-part-four/ (Letöltve: 2025.03.16.)
- [11] Cranny-Evans, Sam: Russia's Artillery War in Ukraine: Challenges and Innovations. 2023.08.09. rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/russias-artillery-war-ukraine-challenges-and-innovations (Letöltve: 2025.04.07.)
- [12] Borsari, Federico: Adaptation Under Fire: Mass, Speed, and Accuracy Transform Russia's Kill Chain In Ukraine. 2025.04.07. cepa.org/comprehensive-reports/adaptation-under-fire-mass-speed-and-accuracy-transform-russias-kill-chain-in-ukraine/ (Letöltve: 2025.04.07.)
- [13] Baud, Jacques: The Russian Art of War – How the West Led Ukraine to Defeat. Max Milo, Párizs, 2024, 43.
- [14] A kép forrása: https://www.newsinfo.ru/image/preview/article/7/9/8/866798_amp.jpeg (Letöltve: 2025.04.07.).
- [15] A kép forrása: en.wikipedia.org/wiki/File:Оборона_Броварів_Скибин.jpg (Letöltve: 2025.04.07.).
- [16] A kép forrása: upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Caesar_6.jpg (Letöltve: 2025.04.07.).
- [17] A kép forrása: vpk.name/en/605969_the-formula-of-fire-how-artillery-became-the-most-important-tool-of-a-special-operation.html (Letöltve: 2025.04.07.).
- [18] A kép forrása: donbass-info.com/images/stories/news_2017/may/22_infographic_1.jpg (Letöltve: 2025.04.07.).
- [19] A kép forrása: cdn-media.tass.ru/width/1020_b9261fa1/tass/m2/en/uploads/i/20230207/1380777.jpg (Letöltve: 2025.04.07.).



PAPP ISTVÁN* – SZILVÁSSY LÁSZLÓ**

A PL-15(E) LÉGIHARC-RAKÉTA

Összefoglaló: 2025. május 7. és május 10. között fegyveres konfliktus alakult ki Pakisztán és India között, melyben mindkét fél komoly csapásokat mért a másik katonai objektumaira. Ebben a konfliktusban a híradások szerint alkalmazták először éles bevetésen a kínai gyártású PL-15(E) légiharc-rakétát. A szerzők a cikkben bemutatják a típust és összehasonlítják a hasonló kategóriájú rakétákkal.

Kulcsszavak: PL-15(E), légiharc-rakéta, India, Pakisztán, Kína

Abstract: Between 7 and 10 May, an armed conflict ensued between Pakistan and India, with both parties engaging in substantial aerial bombardments of each other's military infrastructure. It was during this conflict that the Chinese-made PL-15(E) air-to-air missile was reportedly used for the first time in combat. In this article, the authors provide a summary of the Chinese missile, accompanied by a comparative analysis with other missiles.

Keywords: PL-15(E), air-to-air missile, India, Pakistan, China

BEVEZETÉS

India és Pakisztán 1947-es függetlenné válása óta Dzsammu és Kasmír konfliktus forrása a két ország közt. A térség hovatarozása miatt tört ki 1947-ben az első indiai–pakisztáni háború, mely egy, az ENSZ közvetítésével elfogadott fegyverszünettel ért véget. Ennek értelmében a régiót egy indiai és egy pakisztáni ellenőrzés alatt álló területre osztották fel, de ezt a rendezést mindkét fél csak ideiglenes állapotnak tekintti. Kasmír hovatarozása miatt 1965-ben és 1971-ben is háború tört ki a két fél között, melyek a status quo helyreállításával végződtek.

A Kargil-háború Pakisztán és India között 1999 májusától júliusáig zajlott Kargil körzetében, a vitatott kasmíri régió egy szektorában, amely Kasmírnak a Pakisztán és India által igazgatott részét határoló ellenőrzési vonal mentén

helyezkedik el. Kargil ma Ladakh szövetségi területének része. A konfliktusban két nukleáris katonai hatalom vívott hagyományos háborút egymással, méghozzá nagy magasságban, mintegy 5000 méteren, szélsőséges körülmények között. Kargil gyakran volt a két ország közötti határ menti összecsapások helyszíne; az említett háború volt a legnagyobb és leghalásosabb ilyen összecsapás. A konfliktus kiváltó okának egy határincidens tekinthető, melynek során kasmíri felkelőknek „álcázott” pakisztáni katonák átszivárogtak indiai felségterületre, és katonai célokat támadtak meg. A konfliktus kezdeti szakaszában a pakisztáni kormány teljes egészében a helyi felkelőkre hárította a felelősséget, de később elismerte a pakisztáni katonák részvételét az összecsapásban. Az indiai hadsereg és a légierő sikeresen

megállította a pakisztáni támadást, és megtisztította a területet a pakisztáni katonáktól. A nemzetközi közösség nyomására Pakisztán 1999 júliusában visszavonta csapatai maradványát is az indiai felségterületről, ezzel helyreállt a status quo ante bellum. [1][2]

A 2025. MÁJUSI NÉGYNAPOS KONFLIKTUS

2025. május 7. és május 10. között újra fegyveres konfliktus tört ki Pakisztán és India között, melyben mindkét fél komoly csapásokat mért egymás katonai objektumaira – ezalatt India a terroristák bázisát támadta, legalábbis a közvéleménynek címzett üzenetek szerint. Az Egyesült Államok közvetítésével mindkét atomhatalom gyorsan belátta, hogy a folytatás beláthatatlan következményekkel járna országaikra és a térségre is. Ennek következtében 10-én többé-kevésbé felhagytak a fegyveres küzdelemmel.

„Fegyveresek tüzet nyitottak kedden civilekre a vitatott hovatarozású Kasmír India által ellenőrzött régiójában, a támadásban a legfrissebb rendőrségi közlések szerint legalább húszan életüket veszítették” – írta a HVG.hu 2025. április 22-én. [3] Ez volt a kiindulópontja – természetesen az évtizedes problémákat és vitákat nem számítva – a négynapos konfliktusnak. India válaszcspása május 7-én éjjel vette kezdetét.

„Meglépően erőteljes támadást intézett India szerda hajnalban Pakisztánra, hogy megbosszulja a két héttel ez-

1. ÁBRA. Pakisztáni JF-17 vadászpilóta [30]

* Örnagy, Nemzeti Közszoigálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Repülő Intézet Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék (Szolnok), gyakorlati oktató. ORCID: 0000-0002-2929-5864

** Ezredes, PhD, Nemzeti Közszoigálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Repülő Intézet Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék (Szolnok), egyetemi docens. ORCID: 0000-0002-0455-4559

előtti kasmíri merényletet. Félő, hogy a több mint két évtizede nem tapasztalt harcok a két nukleáris fegyverrel rendelkező rivális között szélesebb körű háborúhoz vezethetnek. Mindkét fél eltökéltnak tűnik az új katonai beszerzései miatt, miközben szinte teljesen beszüntették a gazdasági és kereskedelmi kapcsolataikat” – írta a HVG.hu 2025. május 7-én. [4]

Az indiai megtorló csapásokat – amelyeket Sindoor¹ néven említene – a légierő hajtotta végre május 7-én éjjel. A művelet célja kilenc, állítólag terrorista gócpont volt, melyekre a légierő repülőgépei mértek csapást. A művelet végrehajtásában három légibázison települt alakulatok vettek részt. Ez alapvetően három különböző repülőgéptípust is jelentett, aztán később kiderült, hogy négyről volt szó. Az egyik légibázisról Rafale EH repülőgépek Scalp EG² robotrepülőgépekkel indították a támadást Pakisztán északi részén található célok

ellen. A robotrepülőgépek indítását saját légtérből, a pakisztáni határtól kb. 100–120 km távolságból hajtották végre. A másik légibázisról orosz gyártású Szu–30MKI vadászipülőgépek indultak útnak kötelékben. Ezek a repülőgépek szintén nagy távolságból indították a CK–310 Brahmos rakétákat, közép- és dél-pakisztáni célok ellen. A harmadik légibázisról indult csoport bevetésére közvetlenül Kasmírban került sor. Ebben a csoportban szintén Rafale EH vadászipülőgépek indultak AASM Hammer irányítható siklóbombákkal, amiket a céltól 50–70 km-es távolságból lehet alkalmazni. Később kiderült, hogy ebben a kötelékben MiG–29-es vadászipülőgépek is repültek. Ezen csapásmérő kötelékeken kívül kamikaze drónokkal is támadták Pakisztánt, de ezek tárgyalásától eltekintünk.

Az említett csapásmérő kötelékek észlelésekor a pakisztáni légierő is a levegőbe emelte a vadászipülőgépeit, a kínai gyártású JF–17A Block 3 vadászipülőgépeket, amelyek akár a kínai gyártású PL–15 radar önirányítású rakéták indítására is alkalmasak. A levegőbe emelkedtek még a szintén kínai gyártású, J–10C vadászipülőgépek is: erről szoltak elsősorban a híradások. A PL–15 alkalmazására bizonyíték, hogy Pandzsabalban megtalálták a rakéta maradványait. [7][8] Egy másik állítólagos bizonyíték, hogy az indiai hadsereg Hoshiarpur térségében talált meg egy sértetlen PL–15E rakétát, amely nem robbant fel. Ez lehetőséget nyújtott az indiai szakértőknek a fegyver technológiájának tanulmányozására.

A pakisztáni állítások szerint 5 ellenséges repülőgépet semmisítettek meg: 3 db Rafale, 1 db Szu–30 és 1 db MiG–29 szerepelt a veszteséglistán. India ezeket a veszteségeket hivatalosan nem ismerte el. Május 9-én az indiai kasmíri kormánytisztviselő elismerte legalább három repülőgép elvesztését és három pilóta kórházi ápolását. A megsemmisített repülőgépek között biztosan volt legalább 1 db Rafale, de valószínűsíthető, hogy több is, és 1 db MiG–29, valamint szintén 1 db Szu–30 vadászipülőgép is.

Ezeket az eszközöket a roncsaik alapján lehetett beazonosítani.

A híradásokban fellelhető információk szerint a harmadik csapásmérő kötelék szenvedte el ezeket a veszteségeket. Ennek vélhetően az az oka, hogy ez a kötelék a siklóbombák dobási/indítási távolsága miatt közelebb kellett, hogy repüljön a célokhoz, így a pakisztáni repülőgépek sikeresen tudtak elfogást végezni. [5][6] A következő napokban is folytatódtak a harcok, de azt ebben a cikkben nem vizsgáljuk, mivel a PL–15(E) rakéta szempontjából nincs jelentősége, lévén azokat már nem alkalmazták. [12]

Néhány nappal a 7-ei légi összecsapás után az indiai médiában is megjelent néhány állítás a pakisztáni veszteségekről. Itt azt említették, hogy a pakisztáni légierő elvesztett 1 db F–16, 2 db JF–17A vadászipület és 1 db ZDK–03 Karakoram Eagle légtérfigyelő-irányító repülőgépet (AWACS – Airborne Warning and Control System). Ezen állításokat hivatalosan egyik ország sem erősítette meg. Ez tipikusan az információs hadviselés része, illetve a saját veszteség kompenzálásáról szolt, hogy az ország közvéleményét megnyugtassák.

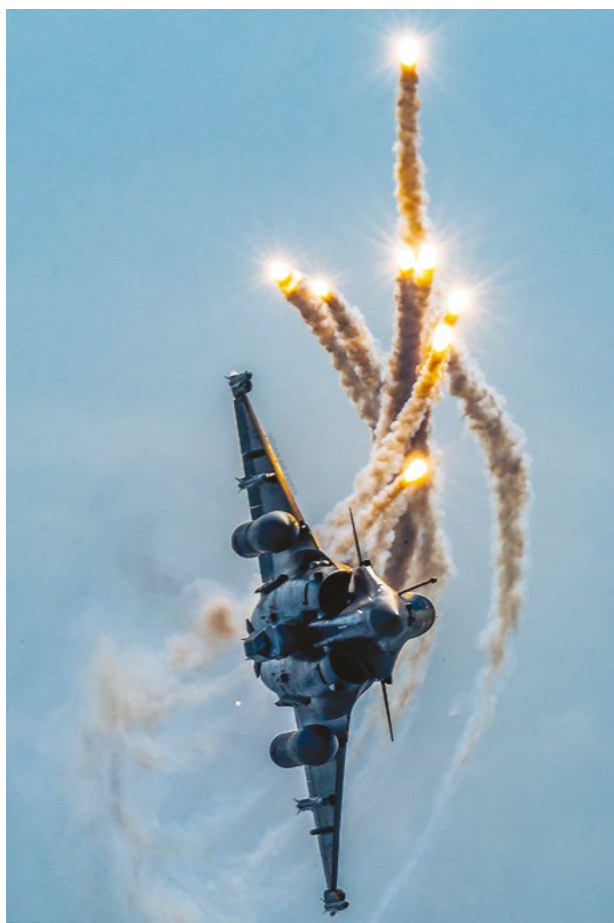
A NAGY KÉRDÉS

Mielőtt rátérnénk a PL–15 rakéta bemutatására, fel kell tennünk egy összetett kérdést. Választ nem fogunk tudni adni rá, de a kérdéssel egy kicsit árnyalni lehet a légi ütközetet.

A Rafale harcászati repülőgépnek létezik néhány változata:

- **Rafale A:** technológiai bemutató repülőgép, első repülése 1986-ban történt;
- **Rafale B:** kétüléses változat, ami a Francia Légi- és Űrerő részére készült (157 db);
- **Rafale C:** a Rafale B együléses változata (302 db);
- **Rafale M:** megegyezik a Rafale C változattal, azzal a különbséggel, hogy az anyahajóra történő leszállások miatt megerősítették a sárkányszerkezetet és fékezőhorgot kapott (48 db);
- **Rafale N:** Rafale BM néven is találkozhattunk vele; a haditengerészet

2. ÁBRA. Indiai Rafale Storm Shadow és MICA rakétákkal, illetve ledobható pótüzemanyag-tartállyal [31]



¹ Sindoor: cinóbervörös por, amit a hindu nők a házasságuk idején viselnek a hajválasztékukba, illetve a homlokukra kenve, ezzel jelezve házas állapotukat.

² Az angol Storm Shadow francia megfelelője.

részére készült kétüléses változat (nem került sorozatgyártásra);

- **Rafale R:** felderítésre optimalizált változat (nem került sorozatgyártásra);
- **Rafale DM:** az Egyiptomi Légierőnek gyártott kétüléses változat;
- **Rafale EM:** az Egyiptomi Légierőnek gyártott együléses változat;
- **Rafale DH:** az Indiai Légierőnek gyártott kétüléses változat;
- **Rafale EH:** az Indiai Légierőnek gyártott együléses változat;
- **Rafale DQ:** a Katari Emírségi Légierőnek gyártott kétüléses változat;
- **Rafale EQ:** a Katari Emírségi Légierőnek gyártott együléses változat;
- **Rafale DG:** a Görög Légierőnek gyártott kétüléses változat;
- **Rafale EG:** a Görög Légierőnek gyártott együléses változat;

F1 Standard, F2 Standard, F3 Standard, F3-R Standard, F4 Standard, F4.1 Standard, F4.2 Standard, F5 Standard változatok: ezeket nem részletezzük [9].

A fenti felsorolásból is látható, hogy a Rafale repülőgépet számos változatban gyártották. A nagy kérdés az, hogy az indiai Rafale EH változat milyen felszereltséggel készült. Ez lényeges kérdés, ugyanis lehetett benne egy korábbi lokátor, ami felderítési távolságban elmarad a korszerűbbhöz képest. Ez utóbbi természetesen jelentősen drágább. Milyen légiharc-rakéta integrációját kérte hozzá az indiai megrendelő? Például bármennyire korszerű a repülőgép, amennyiben AIM-9L-11 légiharc-rakétával van felszerelve, akkor romlanak az esélyei egy ugyanilyen repülőgép IRIS-T rakétával felszerelt változatával szemben. Más generációhoz tartozik, teljesen más az indítási távolsága és a célbefogási képessége. Egyáltalán a feladat végrehajtása idején függesztettek-e rá légiharc-rakétát, vagy csak a siklóbombák voltak rajta? Ezekre a kérdésekre a híradások nem tértek ki, valószínűsíthető, hogy nem is volt róla információjuk.

Ezeknek az információknak a hiányában nem lehet megalapozottan olyat írni, hogy rosszul szerepelt volna a korszerű Rafale vadászipülőgép. Arról nem is beszélve, hogy ilyen esetben vizsgálni kell a pilóták kiképzettségi szintjét is. Rengeteg a megválaszolatlan kérdés a légi ütközetrel kapcsolatban.



3. ÁBRA. PL-15 rakéták a J-20 repülőgép belső fegyverterében [11]

A PL-15 LÉGIHARC-RAKÉTA

Kína a 2000-es évek óta komoly fejlődést ért el a közepes és nagy hatótávolságú légiharc-rakéták terén. A korábbi orosz R-27 és R-77 másolatok/licencek, pl. PL-11 és PL-12 után a legújabb, 5. generációs, saját fejlesztésű PL-15 és PL-12 rakéták már aktív lokátoros célkoordinátorral, illetve 70–100 km-es indítási távolsággal rendelkeznek. Ezeket integrálták a J-10A/B, J-11B és JF-17 repülőgép-változatokra.

A PL-15 rakéta a legmodernebb kínai nagy hatótávolságú rakéta, melyet 2015 után kezdtek alkalmazni a J-11B repülőgépeken. 2017-ben a J-10C és a J-16 repülőgépekre is integrálták, majd a J-20 alapvető légiharc-rakétájává vált. A PL-15 jelentős előrelépés a korábbiakhoz képest. A hossza 4,0 m, átmérője 203 mm, tömege 210 kg. Hatótávolságát 200 km körülire becsülik. Az export PL-15E verziót 145 km-re korlátozták. Kétfokozatú szilárd hajtóművet használ, ami biztosítja a nagy végfázis-sebességet és hatótávolságot. Célkoordinátora aktív fázisvezérelt antennával szerelt radar-célkoordinátor. Ennek köszönhetően a PL-15 erős zavarvédelmet és érzékenyebb célkeresést valósít meg. Különleges képessége a nyugati aggodalmak szerint a PL-15 hatótávja, ami feltételezések szerint több mint 200 km; ezzel meghaladja az AIM-120D-jét, ami növeli az USA elköteleződését, hogy kifejlessze az AIM-260-at. Ennek hatótávolságát a Jane's 300 km-re becsüli, [13] amivel véleményünk szerint egy kicsit túlértékeli a rakéta képességeit. A PL-15 továbbá integrálható belső fegyverterbe is; a J-20 4 db szállítására/indítására alkalmas. Indító repülőgépek lehetnek a J-20 (belső fegyverterben), a J-10C, a J-16, a J-11B/D

vadászgépek és exportra is felajánlották (pl. Pakisztán J-10CE repülőgépei is kaptak PL-15E rakétát). A továbbfejlesztett változata (esetleg PL-15A típusjellel) hajtómű- és szoftveroptimalizálással tovább növelheti a hatékonyságot. [11]

A PL-15 LÉGIHARC-RAKÉTA HARCÁSZAT-TECHNIKAI ADATAI

- **Típus:** látóhatáron túli légiharc-rakéta (BVRAAM – Beyond Visual Range Air-to-Air Missile).
- **Hajtómű:** kétfokozatú szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű, amely lehetővé teszi az ötszörös hangsebesség elérését (a rakétahajtóművekről bővebben a [17][18][19][20][21][22] publikációkban).
- **Hosszúság:** 3996 mm.
- **Átmérő:** 203 mm.
- **Tömeg:** ≤ 210 kg.
- **Hatótávolság:**
 - exportváltozat (PL-15E): hivatalosan 145 km, de egyes források szerint akár a 170–180 km-t is elérheti;
 - PL-15: 200 km fölött.
- **Irányítás:** aktív elektronikus letapogatású radar (AESA – Active Electronically Scanned Array), kétirányú adatkapcsolattal a középső repülési szakaszban és aktív radar-önirányítás az utolsó szakaszon.
- **Harci rész:** nagy hatóerejű, repeszromboló harci résszel. Lézer és/vagy aktív radar közelségi gyújtó indítja, lehetővé téve a harci rész optimális helyen és időben történő működését a maximális megsemmisítő képesség elérése érdekében. Konkrét tömegadatok nem ismertek a harci részről, de becslések szerint kb. 40 kg lehet. [14]

Integráció és hordozóplatformok

A PL-15(E) rakétát több kínai és exportált vadászgéphez integrálták, beleértve:

- **kínai típusok:** J-10C, J-16, J-20, J-35
- **exportváltozatok:** JF-17 Block III, J-10CE
- a rakéta újabb változata, amelyet a 2024-es Zhuhai Airshow-n mutattak be, behajtható hátsó kormányfelületekkel rendelkezik. Ez a kialakítás lehetővé teszi, hogy a J-20 és J-35 típusú lopakodó vadászgépek belső fegyverterében akár hat darab PL-15(E) rakétát is hordozzanak, szemben a korábbi négydarabos konfigurációval.

Harci alkalmazás és elemzések

A PL-15E rakétát először 2025 májusában alkalmazták éles harci helyzetben az India és Pakisztán közötti légi összecsapások során. Pakisztán J-10C

vadászgépei valószínűleg PL-15E rakétákat alkalmaztak az indiai Rafale gépek ellen. Az összecsapás során indiai területen PL-15E rakéták roncsait találták meg, ami megerősíti azok használatát. [15]

A PL-15 ÉS A PL-15E KÖZTI KÜLÖNBSEGEK

Bár az exportváltozat (PL-15E) hivatalosan korlátozott hatótávolságú (kb. 145 km), valószínűsíthető, hogy a tényleges képességek ennél nagyobbak lehetnek, akár 170–180 km-ig terjedően, míg a kínai PL-15 változat a legtöbb forrás szerint több, mint 200 km-es indítási távolsággal rendelkezik. A különbség elsősorban a haj-

tómű vezérlésében és a repülési pálya optimalizálásában keresendő. A PL-15 változat valószínűleg fejlettebb harcászati algoritmusokkal és elektronikai csomaggal rendelkezik, ami még pontosabb célmegközelítést és jobb célazonosítást tesz lehetővé – különösen BVR (Beyond Visual Range) környezetben. [11][13]

LEHETSÉGES TOVÁBBFEJLESZTÉSEK

Az International Institute for Strategic Studies (IISS) szerint [23] folyik a PL-15 rakéta továbbfejlesztése. A harcászati-technikai paraméterek megtartása mellett egy kompaktabb kivitel terveznek, mely jobban elfér a belső fegyvertérrel rendelkező repülőgépe-

4. ÁBRA. A fázisvezérelt antenna működése (TX: adó; Φ : fázistoló; A: antennák; C: számítógép) [10]

5. ÁBRA. Az R-77-es rakéta célkoordinátorának fázisvezérelt antennája [29]

MI AZ AESA RADAR?

Az AESA (Active Electronically Scanned Array) egy fázisvezérelt antennával rendelkező radar. Ez röviden azt jelenti, hogy az antennablokk több száz vagy ezer apró, egymástól függetlenül vezérelhető, összehangoltan működő adó-vevő modulból áll (Transmit/Receive module – T/R modul).

MŰKÖDÉSI ELVE ÉS ELŐNYEI

- a radar nem mechanikus antennamozgatással pásztázza a teret, hanem elektronikusan irányítja a radar sugárnyalábját;
- minden modul mikroszekundumos pontossággal más fázisban sugározza ki a rádiófrekvenciás jeleket (lásd a 4. ábrát);

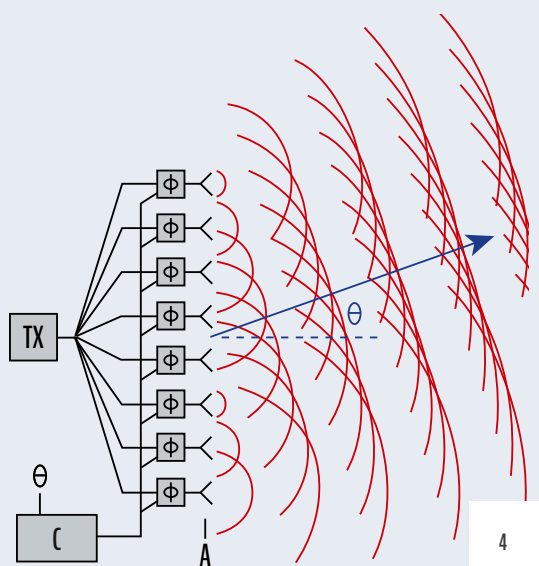
- a kibocsátott hullámfront iránya a fáziseltolások alapján változik, ezt nevezzük elektronikus letapogatásnak;
- a radar képes egyidejűleg több cél követésére (multi-target tracking);
- az adó-vevő modulok azonos frekvencián, de eltérő fázissal működnek, ebből fakad a pontos irányíthatóság;
- az elektronikus irányítás lehetővé teszi, hogy a radar mikroszekundumok alatt változtassa meg a letapogató szírom irányát; ez sokkal gyorsabb, mint a mechanikus antennamozgatással működő rendszerek;
- egyidejű levegő-föld, levegő-levegő és célkövetési képességek;
- egyszerre képes célfelderítésre, -követésre és az indított rakéta követésére és pályakorrekciójára, ha szükséges;

- a fő sugárnyaláb szűkebb, mint a hagyományos antennával rendelkező radarok esetében, így nehezebb a felderíthetősége (LPI – Low Probability of Intercept) és alacsonyabb az oldalirányú sugárzása.

A fenti felsorolás mindegyike igaz lehet egy légiharc-rakéta célkoordinátorában alkalmazott fázisvezérelt antennával rendelkező radarra is, de könnyen belátható, hogy a rakéta fedélzetén nincs értelme egyidejű célfelderítésnek és -követésnek, valamint az egyéb lehetőségek kiaknázásának. Itt egyértelmű, hogy az adott cél követése az elsődleges. A cél elvesztése esetén lehet olyan funkciója a célkoordinátornak, hogy kereső üzemmódba kapcsol és keres egy új célt, de ez már a korábbi célkoordinátorok képességei között is megjelent. Ezt az angol terminológiában „kill switch, target handoff” elnevezéssel is emlegetik.

Az AESA radarokat természetesen nem csak a légiharc-rakétákban alkalmazzák. Már évekkel ezelőtt helyet kapott légvédelmi eszközök és vadászrepülőgépek (pl. F-16, F/A-18, F-22, F-35, J-20, Rafale, Gripen NG stb.) radartechnológiájában is. Légiharc-rakétákban legalább 15 éve használják, elsőik között talán az AIM-120C változatban jelent meg. Ezt a technológiai fejlődést az alkatrészek miniaturizálása tette lehetővé.

Az AESA radar egyik legfőbb előnye a zavarvédelem (és nem csak rakéták esetében). Célkövetés esetén a rakéta célkoordinátora képes váltani frekvenciasávokat (frequency hopping), így az ellentévekenység kevésbé hatékony vele szemben. A PL-15(E) légiharc-rakéta esetében a kétirányú adatkapcsolat lehetővé teszi, hogy az indító repülőgép valós időben módosítsa a rakéta repülési pályáját – ez különösen fontos manőverező célok vagy aktív zavarás esetén.



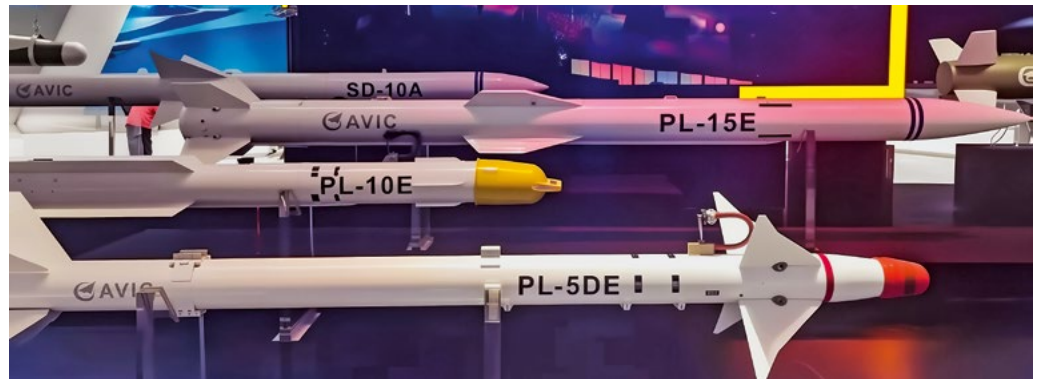
ken. A cikk az új rakétát PL-16 típusjelzéssel említi. Említést tesz még egy PL-17 rakétáról is, mely 400 km-es indítási távolsággal, illetve akár aktív vagy passzív radarral is rendelkezhet. Ez utóbbi a radarok ellen alkalmazható változat lenne, mint például az orosz H-31 vagy az USA által gyártott AGM-88 HARM (High-speed Anti-Radiation Missile) rakéta. [23]

GEOPOLITIKAI JELENTŐSÉG

A PL-15E nem csupán egy technikai eszköz, hanem Kína geopolitikai stratégiájának része. Azáltal, hogy modern BVRAAM rakétákat kínál olyan országoknak, mint Pakisztán, kihívást intéz a nyugati fegyverexport dominanciája ellen. A PL-15E lehetőséget nyújt olyan államoknak, amelyek nyugati technológiákhoz nem férnek hozzá, hogy fejlett, légi fölényt biztosító eszközökhöz jussanak. Ez különösen jelentős olyan térségekben, ahol a légi fölény stratégiai szerepet játszik, mint például a Dél-kínai-tenger, Dél-Ázsia vagy a Közel-Kelet.

ÖSSZEHASONLÍTÁS MÁS HASONLÓ RAKÉTÁKKAL

Hasonlítsuk össze az amerikai AIM-120, az orosz R-77 és az európai gyártású Meteor rakétákat a kínai PL-15(E) rakétával. Természetesen ez az összehasonlítás csak annyira lesz hiteles, amennyire a nyílt forrásból származó adatok hitelesek.



AIM-120

Az AIM-120 fejlesztése a 1980-as években kezdődött, és 1992-ben állt hadrendbe az USAF F-16D vadászpilóta repülőgépein. Számos változatban készült és készül napjainkban is: AIM-120A, B, C, C1-C8, D, D1-D3. Az A és B változatok mára elérték az élettartamuk végét. Pontos információk nincsenek, de napjainkban a leggyakoribbak a C4-nél újabb változatok. Itt is jelentős különbségek lehetnek a rakéták között, mert a gyártó folyamatosan fejleszti azokat. Az AIM-120C sorozat hatótávolsága 100-120 km körül lehet, a D változat hatótávolságát 160-180 km-re becsülik. A fejlesztések során szinte mindig változott valami a rakétán, hiszen az 1980-as évek óta az elektronika,

a számítástechnika és a miniatürizálás területén szinte forradalmi változások következtek be. A mai korszerű változatok már AESA célkoordinátorral szereltek, és a C változattól kezdődően kisebb szárnyfeszítávolsággal rendelkeznek, hogy a vadászpilóta repülőgépek belső fegyverterébe is beférjenek. [24][25][26]

METEOR (MBDA METEOR)

A típus fejlesztésével kapcsolatos első hírek a 2000-es évek elején bukkantak fel katonai és repülőtechnikával foglalkozó szaklapokban. 2012-től több országban is rendszerbe állították. A rakétáról bővebben a [16] publikációban olvashatunk.

Különlegessége, hogy a kétfokozatú hajtóműve közül a második fokozat egy szilárd hajtóanyagú, szabályozható torlósugar-hajtómű (ramjet),

6. ÁBRA. A PL-15E rakéta (hátról) nagyobb méretű a PL-5E-nél (elől), amelynek mérete az AIM-9-éhez hasonlítható [27]



7. ÁBRA. AIM-120 rakéta [28]

Rakéta típusa	AIM-120C-5, 6, 7	AIM-120D	Meteor	R-77	PL-15E
Megjelenés éve	2003	2006	2013	1994	2016
Max. indítási távolság [km]	120	180	200	100	145 >200 (PL-15) ²
Sebesség a hang sebességéhez viszonyítva [M]	4	4	>4	4	5+
Hossz [mm]	3660	3660	3650	3500	3996
Átmérő [mm]	178	178	178	200	203
Szárnyfeszítávolság [mm]	445	445	–	400	–
Kormányfeszítávolság [mm]	447	447	630	700	–
Tömeg [kg]	161,5	161,5	185	175	210
Harci rész (HR) tömege [kg]	20,5	20,5	25	22,5	40 ³
Harci rész (HR) típusa	HE BF ¹	HE BF ¹	HE BF ¹	HE BF ¹	HE BF ¹
Hajtómű	SFR ⁴	SFR ⁴	SFR+Ramjet ⁵	SFR ⁴	SFR ⁴
Irányítás típusa	INS + update via DataLink + ARH ⁶				

¹ HE BF – High Explosive Blast-fragmentation: nagy hatóerejű repesz-romboló.

² A PL-15 rakétáról más releváns különbséget nem találtunk, ezért nem jelenítettük meg külön oszlopban.

³ Feltételezésünk szerint a gyűjtővel együtt.

⁴ SFR – Solid-Fuel Rocket: szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű – SzHRH.

⁵ SFR+Ramjet: szilárd hajtóanyagú torlósugarhajtómű – SzHTH.

⁶ Inertial guidance, update via datalink, terminal active radar homing: inerciális navigáció, parancsátadással az adatcsatornán, aktív lokátoros önirányítás.

1. TÁBLÁZAT. A rakéták harcászati-technikai adatai (A szerzők szerkesztése)

erre utal a rakéta alsó részén található két levegőbeömlő. Ennek a hajtóműnek a nagy előnye, hogy fenn tartja a rakéta mozgási energiáját a teljes repülés során, így a hatótávolsága sokkal nagyobb, mint a hasonló kategóriájú rakétáké. A rakéta aktív rádió-célkoordinátorral (AESA) van felszerelve.

R-77

Az orosz Vimpel által az 1990-es években fejlesztett légiharc-rakéta. Jellegzetessége az összecukható kor-

mányfelületeket használata, amit az űrtechnológiából vettek át. Ez is rendelkezik aktív rádió-célkoordinátorral (AESA).

ÖSSZEGZÉS

Általánosságban kijelenthető, hogy a repülőfedélzeti légiharc-rakéták pontos harcászati-technikai adatait sem gyártók, sem az alkalmazók nem teszik, nem tehetik közzé. Az adatok hiányában nagyon nehéz megítélni egy-egy eszköz valós képességeit. Éppen ezért az sem lenne helyénvaló,

ha kijelentenénk a PL-15(E) légiharc-rakétáról, hogy jobb vagy rosszabb valamelyik másik rakétához viszonyítva. Egy dolog azonban kijelenthető, hogy a kínai hadiipar kezd utolérni a nyugatit, sőt, már lehetnek olyan területek, ahol meg is előzhetette azt vagy egy szinten van vele. A fejlesztések titkossága miatt ezt nagyon nehéz megállapítani éppen úgy, mint azt, hogy a nyugati fejlesztések, kísérletek hol tartanak új, akár MI-t (mesterséges intelligenciát) is alkalmazó légiharc-rakéták fejlesztése terén. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Kargil War. Britannica. <https://www.britannica.com/event/Kargil-War> (Letöltve: 2025.06.05.)
- [2] Sheposh, Richard. <https://www.ebsco.com/research-starters/military-history-and-science/kargil-war> (Letöltve: 2025.08.28.)
- [3] Fegyveresek nyitottak tüzet turistákra Kasmírban, több mint húsz halálos áldozat lehet. HVG. https://hvg.hu/vilag/20250422_Fegyveresek-nyitottak-tuzet-turistakra-Kasmirban-tobb-ember-eletet-vesztette (Letöltve: 2025.06.05.)
- [4] Az India és Pakisztán közötti háború egyre közelebbinek tűnik, és mintha mindkét fél évek óta erre készülne. HVG. https://hvg.hu/360/20250507_India-Pakisztan-Dzsammu-Kasmir-katonai-konfliktus (Letöltve: 2025.06.05.)
- [5] Üveges Huba: Légicsata Kasmír felett. Indiai-pakisztáni konfliktus 2025 1. rész. <https://www.youtube.com/watch?v=sPRKOaTW63E> (Letöltve: 2025.06.05.)
- [6] Üveges Huba: Légicsata Kasmír felett. Indiai-pakisztáni konfliktus 2025 2. rész. <https://www.youtube.com/watch?v=GLYTeMC5nMw> (Letöltve: 2025.06.05.)
- [7] Pakistan's use of J-10C jets and missiles exposes potency of Chinese weaponry. The Guardian. https://www.theguardian.com/world/2025/may/14/pakistans-use-of-j-10c-jets-and-missiles-exposes-potency-of-chinese-arms?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.06.05.)
- [8] India-Pak tension: Fully intact, undetonated Chinese PL-15 missile found in Punjab's Hoshiarpur. The Times of India. https://timesofindia.indiatimes.com/india/fully-intact-undetonated-chinese-pl-15-missile-found-in-punjab-hoshiarpur/articleshow/121021161.cms?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.06.05.)
- [9] Dassault Rafale. The Avionist. <https://theavionist.com/2024/11/28/dassault-rafale/> (Letöltve: 2025.06.18.)
- [10] Fázisvezérelt antennarács (ábra). Wikipedia. https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1zisvez%C3%A9relt_antennar%C3%A1cs (Letöltve: 2025.07.13.)
- [11] A Guide To China's Increasingly Impressive Air-To-Air Missile Inventory. The War Zone. <https://www.twz.com/a-guide-to-chinas-increasingly-impressive-air-to-air-missile-inventory> (Letöltve: 2025.07.13.)
- [12] Indian jet shootdown: the all-robot legion behind China's PL-15E missiles. South China Morning Post. https://www.scmp.com/news/china/science/article/3309732/indian-jet-shootdown-all-robot-legion-behind-chinas-pl-15e-missiles?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.07.13.)
- [13] Pakistan shows JF-17 Block III fitted with PL-15 missiles for first time. Jane's. https://www.janes.com/osint-insights/defence-news/air/update-pakistan-shows-jf-17-block-iii-fitted-with-pl-15-missiles-for-first-time?utm_source=chatgpt.com
- [14] PL-15 air-to-air missile. Armyrecognition. https://armyrecognition.com/military-products/army/missiles/tactical-missiles/pl-15-air-to-air-missile?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.07.13.)
- [15] Miért beszél most mindenki a kínaiak hitech vadászpilótájáról? Telex. <https://telex.hu/kulfold/2025/05/26/kina-vadaszgep-j-10c-fegyverexport-pakisztan-india-raketa-legvedelem> (Letöltve: 2025.06.05.)
- [16] Szilvássy László: Meteor rakéta. Repüléstudományi szemelvények 2018, 119–142. <https://www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/RepSzem-2018.pdf> (Letöltve: 2025.07.11.)
- [17] Szilvássy László – Békési Bertold: Repülőfedélzeti rakéták hajtóművei. Bolyai Szemle Fialat Tudósok. Konferencián elhangzott előadás, Budapest, 2002. <https://drive.google.com/file/d/1kgOJWEiT63S-Kn2DGO6c84SK5mv9zf8/view> (Letöltve: 2025.07.11.)
- [18] Szilvássy László: A repülőgépfedélzeti rakéták hajtóműveiben alkalmazott hajtóanyagok. Repüléstudományi Közlemények, 1998/2, 43–50. https://www.repulestudomany.hu/archiv/RTK_1998_2.pdf (Letöltve: 2025.07.11.)
- [19] Szilvássy László – Dr. Szabó László: Rakéták reaktív hajtóművei. Repüléstudományi Közlemények 2006/1, 209–216. https://www.repulestudomany.hu/archiv/RTK_2006_1.pdf (Letöltve: 2025.07.11.)
- [20] Szilvássy László – Békési Bertold: A katonai repülőgép fedélzeti rakéták hajtóművei. 12th Hungarian Days of Aeronautical Sciences Conference: „The Challenge of Next Millenium on Hungarian Aeronautical Sciences”. eR-Group, Nyíregyháza, 1999, 124–131. (ISBN:963 03 7803 5) https://drive.google.com/file/d/1hz9dFeWQPL8tGGM69_HGpBTP-B0ZsKcV/view (Letöltve: 2025.07.11.)
- [21] Szilvássy László – Békési Bertold: Rakéta hajtóművek. Repüléstudományi Közlemények 1999/1, 263–271. https://www.repulestudomany.hu/archiv/RTK_1999_1.pdf (Letöltve: 2025.07.11.)
- [22] Hadtudományi lexikon (Új kötet): „rakéta” címszó. Ludovika Egyetemi Kiadó 2019, 911–912. https://nke.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14688/790_hadtudomanyi_lexikon_2019.pdf?sessionid=62A70343E09FE53BF05DFC0C3670FAFA?sequence=1 (Letöltve: 2025.07.11.)
- [23] Air-to-air missiles push the performance, payload envelope. International Institute for Strategic Studies. https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2024/01/air-to-air-missiles-push-the-performance-payload-envelope/?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.07.14.)
- [24] U.S. to Sell 1,200 AIM-120 (D-3/C-8) AMRAAM Missiles to Japan in \$3.64 Billion Deal. Defence Security Asia. https://defencesecurityasia.com/en/u-s-to-sell-1200-aim-120-d-3-c-8-amraam-missiles-to-japan-in-3-64-billion-deal/?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.07.14.)
- [25] AIM-120 AMRAAM/AIM-120C-8. Wings of Glory. https://wings-of-glory.fandom.com/wiki/AIM-120_AMRAAM/AIM-120C-8?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.07.14.)
- [26] AIM-120 AMRAAM/AIM-120D. Wings of Glory. https://wings-of-glory.fandom.com/wiki/AIM-120_AMRAAM/AIM-120D (Letöltve: 2025.07.14.)
- [27] New version of China's most advanced air-to-air missile the PL-15 is destined for export market. South China Morning Post. <https://www.scmp.com/news/china/military/article/3150623/new-version-chinas-most-advanced-air-air-missile-pl-15-destined> (Letöltve: 2025.07.14.)
- [28] AIM-120 AMRAAM. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/AIM-120_AMRAAM (Letöltve: 2025.07.14.)
- [29] R-77. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/R-77> (Letöltve: 2025.07.14.)
- [30] A kép forrása: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=JF-17+Thunder&title=Special%3AMediaSearch&type=image> (Letöltve: 2025.07.14.)
- [31] A kép forrása: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IAFRafale.jpg> (Letöltve: 2025.07.14.)

1. ÁBRA. Farkas Bertalan tremometriás vizsgálata (A szerző archívumából)



REMES PÉTER*

A KTD REPÜLŐ- ÉS ŰRORVOSI JELENTŐSÉGE IV. RÉSZ

A hordozható komplex diagnosztikai készüléket (KTD) a Medicor Művek mérnökei a Repülőorvosi Vizsgáló és Kutatóintézet tudományos munkatársaival közösen fejlesztették ki.

A szerző cikksorozatának első részében a KTD-műszerszalad kifejlesztésének repülő- és űrorvosi vonatkozásait, valamint a katonai jelentőségét foglalta össze. A második részben a repülés és az űrrepülés rendkívüli eseményeinek és katasztrófáinak felidézésével ismertette a pszichofiziológiai vizsgálatokra is alkalmas KTD-készülékeket. A tanulmány harmadik részében beszámolt a titkos magyar űrkutatás részét képező műszerfejlesztésekről. Emlékeinek felidézésével közleménye segít abban, hogy a múltat ne csak száraz tényekként lássuk, hanem emberi élményekként is megéljük és megértjük.

TUDOMÁNPOLITIKA

A fejlesztéseink jelentősek voltak, bekerültek a Tudománypolitikai Bizottság részére készített előterjesztésbe is. A „Tudományos célprogram javaslat az egészségügyi ellátás szakmai színvonalának és az orvostechikai iparcsoport fejlesztésének összehangolt meggyorsítására, a tudományos technikai-forradalom okozta világfejlődés üteméhez való tartós felzárkózás céljából” című hangzatos és bonyolult körmondatban megfogalmazott címet viselte. Mit is jelentett ez? Nem mást, mint azt, hogy a legmagasabb szinten kerültünk bele a felgyorsított egészségügyi és az ipari fejlesztések világába. Érdekes módon öröközte meg a cím azt is, hogy akkoriban a fejlődést divatosan „tudományos-technikai forradalom”-nak hívtuk.

Az előterjesztés 3. pontja foglalkozott a „Modulrendszerű Komplex Egészségügyi Rendszerekkel”. Ide tartozott a kidolgozott speciális funkcionális diagnosztikai elméletünk (SFDg) és a ráépülő repülőorvosi funkcionális diagnosztikai állomás (ROFDA) is, amelyekről az előbbiekben már szó volt. Az előterjesztés szerint a szándék a magyar ipari fejlesztési eredmények kiaknázása volt az egészségügyi ellátás technológiai korszerűsítése és az export fokozása céljából. A kutatásainkat a diagnosztikai és terápiás egészségügyi rendszerek szervezésére és technológiájára legnagyobb hatást gyakorló témakomplexumnak minősítették. Az előterjesztés 4. pontja foglalkozott a „Komplex Táskadiagnosztikai” rendszerrel. Ebben megfogalmazták, hogy a téma megvalósítása a lakosság preventív ellá-

* Ny. orvos ezredes, c. egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Repülő- és űrorvosi Tanszék. ORCID: 0000-0003-1715-1705



2. ÁBRA. A Varsói Szerződés IMCS munkaértekezlete Kecskeméten (A szerző archívumából)

tásában, a munkaegészségügyi felmérésekben és az ellátás racionális szervezésében bír nagy jelentőséggel. Akkoriban hasonló készülékrendszer a világon még nem volt. Végül azt is fontos megemlíteni, hogy a Medicor azt javasolta a Tudománypolitikai Bizottságnak, hogy az említett témákat az Országos Távlati Tudományos Kutatási Tervbe is vegye fel.

EMLÉKEIM A TERVCÉL TÁRGYALÁSOKRÓL

Idővel a Medicor egyre inkább számított a véleményemre. Rendszeresen meghívtak az úgynevezett Tervcél tárgyalásaikra. Elküldtek a témával kapcsolatban egy vastag paksamétát, amely részletesen tartalmazta a meg tárgyalandókat. Például a pszichológiai műszerek kapcsán a biológiai háttér, a felhasználási területek, a fejlesztés célkitűzései, a mérendő paraméterek, a műszaki adatok, a munka ütemezése stb., vagyis minden lényegi kérdés szerepelt. Vagy például a kapacitív elektród témában az EKG, a felületi elektródok, a polarizálódó és nem polarizálódó elektródok, kapacitív elektródok, összehasonlítás, műszaki leírás, fejlesztési ütemterv és így tovább – volt a vita tárgya. Körülültük az asztalt, ott voltak a fejlesztőmérnökök, az előterjesztő, az üzemmérnök, az ellenőr, az osztályvezető, a főosztályvezető, a gyártmányfejlesztő és a műszaki vezérigazgató is. Sok medicorost ismertem meg. Mindenben kikérték a véleményemet, és sok kérdésben hallgattak is rám.

Ágoston Mihály 1978-ban javaslatot tett a Medicor Művekben a pszichofi-

ziológiai műszerkutatás és gyártmányfejlesztés bővítésére. A „*Szolgálati használatra*” minősítésű előterjesztésében hivatkozott a katonai kialakítású KTD-1 nemzetközi sikereire és a startorvosi vizsgálatok számára kialakítandó műszer iránti igényre. Hivatkozott a ROVKI-val kialakult gyümölcsöző együttműködésre és arra is, hogy „*az Interkozmosz kutatások során, űrhajók fedélzeti műszereként valósul meg egy – IFK-t és biovisszacsatolást szolgáló – integrált készülék az eredményes földi kísérleteink alapján.*”

IV. ORVOSTECHNIKAI KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

1977. október 24–28. között rendezték meg Budapesten a IV. Orvostechikai Konferenciát és Kiállítást. A Medicor a KTD táskadiagnosztikai szekcióban kapott helyet. Felvont a Medicor teljes fejlesztőgárdája. Összesen 20 előadás hangzott el, Ágoston Mihály tartotta a bevezető előadást. Mi, ROVKI-sok beszámoltunk a KTD táskadiagnosztikai készülék használatával kapcsolatos repülő- és űrorvosi tapasztalatainkról. Ebből az alkalomból, részünkről az élettartam-vizsgálatokról, a relaxációs és aktivációs autogén tréning kísérleteinkről, a repülő-orvosi alkalmazás lehetőségeiről és szívbetegek KTD felhasználásával történő szűrővizsgálatairól számoltunk be. [1]

A KONDICIONÁLÓ SPORTKIKÉPZÉS HATÁSÁNAK LEMÉRÉSE

Abban az időben a szuperszonikus pilóták a lengyelországi Zakopánéba jártak háromhetes kondicioná-

ló sportkiképzésre. Náluk is bevetettük a KTD-készüléket, és méréseket végeztünk a hegyvidéki kondicionálás hatékonyságának le mérésére. Évről évre bizonyítanunk kellett ugyanis a szárazföldi gondolkodás ellenében, hogy a pilóták nem üdülni mennek Zakopánéba, hanem kiképzésre, és ezt az állapotuk javulásával és a teljesítményük növekedésével lehetett bizonyítani a legjobban. A kondicionáló sportkiképzés többoldalú kedvező hatását állapítottuk meg. Kondicionálás után fokozódott a pilóták terhelhetősége, javult a pszichés állapotuk, és a zsíryanycseréjük is kedvező irányban változott. A metodika alkalmasnak bizonyult a sportkiképzés hatásának le mérésére.

EMLÉKEIM A MAGYAR ŰRKÍSÉRLETEK MEGSZÜLETÉSÉRŐL

1977-ben az űrhajósjelöltjeink kiválogatásánál már eredményesen alkalmaztuk a Medicor műszereket, és ebben az időben kezdtük el összeállítani a magyar űrkísérleteket is. Nem volt kétséges, hogy a KTD-nek és az információ-feldolgozó képesség (IFK) mérésének fontos szerepet kell kapnia az első magyar űrrepülés tudományos programjában. Először 1979. június 5-re volt tervezve a magyar űrhajós startja, úgyhogy nem volt sok időnk. Akkor még természetesen nem tudhattuk, hogy a bolgár űrrepülésen bekövetkező baleset miatt a mi űrrepülésünket egy évvel el fogják halasztani, és ezzel nyerni fogunk még egy évet.

Egy vastag füzetben vázoltam fel az idevonatkozó elképzeléseimet. Most, amikor lapozgatom a füzetemet, fel-

idéződnek a magyar űrkutatás hőskorának emlékei. „A Diagnoszt kísérlet” – olvasom a jegyzetfüzetem egyik lapján. Hevenyészett kézírás, egy megbeszélés közben született. Arról vitáztunk, hogy kellene egy jó elnevezés, ami rövid, érthető és kifejezi a lényegét. Nehéz volt rátalálni a minden szempontból megfelelő „diagnoszt” szóra. Ez oroszul is, magyarul is érthető, és minden tekintetben kifejező. Mi is legyen a kísérlet célja? Nem is olyan könnyű röviden és tömören meghatározni! A KTD-műszer legyen ott, ahol az űrhajós! – gondoltam. Vagyis az első mondatban legyen benne, hogy „az űrhajósok közvetlen repülés előtti és repülés utáni” vizsgálata. Ott lesz Bajkonurban a startnál, és Dzsesszkazganban a leszállásnál. Vitában fogalmazódott meg a kísérlet célja, eszköze, a KTD-modulok száma, és az is, hogy konkrétan mit mérünk a számos lehetőség közül. Mire van idő? Melyik mérés a leginformatívabb? Látom, hogy egy mondatocskát kihúztam az első fogalmazványban. „A reakcióidő változásai az űrhajós ideg-élettani állapotváltozásait tükrözik” – megfogalmazás bizonyult – emlékezetem szerint az időhiány miatt – feleslegesnek. Megkaptuk ugyanis minden kísérletre az időkorlátokat, és a többszöri mérés már nem fért bele az időkeretbe. Egy másik megfogalmazás szerint a Diagnoszt nevű kísérlet – mint start előtti vizsgálat – a repülésre való alkalmaság objektívebb megítélését segíti. Másrészt visszatéréskor a földi viszonyokhoz való alkalmazkodás élettani mutatóinak megfigyelését teszi lehetővé. „Работоспособность, azaz a szellemi munkavégző képesség megítélésére szolgáló kísérletsorozat” – írtam le először 1977-ben a Balaton-műszerrel végzendő kísérlet nevét.

KONZULTÁCIÓK MOSZKVÁBAN

Gyakran utaztunk a Szovjetunióba egyeztetni. Moszkvában az Orvos-biológiai Problémák Intézetében (Институт Медико-Биологических Проблем) és Csillagvárosban a Gagarin Űrhajós Kiképző Központban (Научно-исследовательский Испытательный Центр Подготовки Космонавтов имени Ю. А. Гагарина, Звездный Городок) tartottuk ezeket a találkozókat. Mi volt a napirenden? A határidők

és megint csak a határidők! Mit lehet és mit nem? Mennyi fedélzeti időt kapunk? Ki fogja betanítani az instruktorokat és az űrhajósokat? Mi kerüljön fel a fedélzetre? Nyúzópróbák, csomagolás, engedélyek, bizonyítványok, papír, papír és sok utánajárás. [2]

A magyar űrkísérleteinkkel kapcsolatban először 1978. június 20-án tárgyaltunk Moszkvában. Ekkor még Reflex volt a Balaton-kísérlet neve és Relax volt a biofeedbacké. Első elképzelésünk az volt, hogy négyféle fedélzeti műszert fogunk elkészíteni. A Reflex fantázianevű az IFK-t, a Relax az emocionális feszültséget és az önszabályozást fogja mérni, a Doza sugármérésre, a Nyszttagm és a Szluh pedig az ENG, illetőleg a hallás vizsgálatára fog szolgálni. Az űrrepülés előtti és utáni műszerek sorába a Diagnoszt-kísérletet neveztük meg. A kiképzés során is a Reflex és Relax műszereket javasoltuk a hozzájuk csatlakozó regisztrálással együtt. Azért csak a földön, mert az adatrögzítés akkor még nem volt megoldható.

Kétféle Diagnoszt-készülekről tárgyaltunk. A Diagnoszt-1 volt a kliniko-fiziológiai táská, a Diagnoszt-2 pedig a pszichofiziológiai táská, mindkettő betű- és számjegyes nyomtatóval kiegészítve. Mindkét változat tartalmazott EKG–EEG, pulzus- és hőmérő, vérnyomás és spirometriás modult. A Diagnoszt-1 a fentiekén kívül audiométert, a Diagnoszt-2 pedig reakcióidő-mérőt is tartalmazott, valamint biológiai visszacsatolásra és autogén tréningre is alkalmas volt. Megállapodtunk az ütemtervben is, amely szerint 1978. július 20-ig tájékoztatjuk a szovjeteket a műszerek méretéről, tömegéről, a modulok számáról, az energiaellátásról (önálló legyen, vagy fedélzeti áramforrást igényeljenek-e?). Külön kihangsúlyozták a műanyagok használatának korlátait, amelyek számunkra addig nem voltak ismertek. Kiderült, hogy a fedélzeti tapasztalatok szerint bizonyos műanyagok illata a hosszú idejű űrrepüléseken az űrhajósok számára elviselhetetlennek bizonyult, ezért ezeknek semmi keresnivalójuk a fedélzeten. Tájékoztatást kaptunk arról is, hogy egyes műanyagok zárt térben, hosszú idejű űrrepüléseken mérgező hatásúak lehetnek, illetőleg a tűzve-

szélyesnek nyilvánított műanyagokat sem volt szabad a fedélzetre vinni.

Elhatároztuk, hogy 1978 szeptemberében Moszkvában együttes laboratóriumi vizsgálatokat fogunk végezni, ahol be fogjuk tanítani a szovjeteket a vizsgálati metodikákra és a műszerek használatára. A szovjetek fenntartották a jogot arra, hogy az űrhajósokat ők fogják saját naptári beosztásuk szerint betanítani. Előírták, hogy 1978. december 25-ig minden fedélzeti műszerből 5-5 példányt kell átadnunk az üzemeltetés műszaki feltételeivel, műszaki leírásokkal, kezelési utasításokkal és a műbizonylatokkal együtt. A földi felhasználás Diagnosztból pedig 2-2 példány átadásában állapodtunk meg. Megtárgyaltuk a jövőbeli elképzeléseinket is. A Medicor felajánlotta a Labordiagnosztikai táskáját (LDT) is. Vállaltuk, hogy az ezen alapuló Laborant nevű kísérlethez 1979. II. negyedévében kéthónapos vizsgálatra (bemérésre), illetőleg 1979. IV. negyedévében további mérések céljára két készüléket fogunk reagensekkel együtt átadni. Tárgyaltunk emellett a ROVKI–Medicor együttműködésben már említett ROFDA jelű rendszerről mint az űrrepülés kedvezőtlen tényezőinek lemérésére és az űrhajósok állapotváltozásának prognosztizálására szolgáló rendszerről. A szovjeteket érdekelte az elképzelés; a rendszer a „Prognos” nevet kapta. Vállaltuk, hogy a rendszer leírását 1978 végére el fogjuk küldeni. A szovjetek felvetették, hogy szükségük lenne az űrrepülés alatti vízfelhasználás és vizeletkiválasztás mérésére szolgáló eljárás és berendezés kidolgozására. Ebben a kérdésben 1978 végére ígértünk választ. Megállapodtunk abban is, hogy 1978. július 20-ig kölcsönösen megnevezzük a témafelelősöket.

EMLÉKEIM A NEMZETKÖZI EGYÜTTMŰKÖDÉS RŐL

A nemzetközi együttműködésben a titoktartási kötelezettség sajátos megoldásokat produkált. A gyors és bürokrácia mentes ügyintézés és anyagszállítás útjai még nem voltak kitaposva. Ha ezt vagy azt kellett gyorsan célba juttatni, akkor azt hivatalos úton lehetetlen volt a határidőre teljesíteni. Jegyzőkönyvek, megállapodások, alkatrészek, miegymás



3. ÁBRA. Az információfeldolgozó képesség változásának mérése barokamrában (A szerző archívumából)

„turistaként” utaztak a táskámban. Egyenruhásként a magyar és a szovjet útlelvizsgálaton, illetve a vámon külön folyosón közlekedtünk, soha nem firtatta senki, mit viszek vagy hozok. Ezt a helyzetet örököltette meg például az 1978. szeptember 21-én kelt átadási jegyzőkönyv is, amely szerint – az űr-mozgásbetegség kezelésére szolgáló – háromféle kísérleti gyógyszer adtam át Saskovnak. Az első készítmény Nospa, B1- és B6-vitamin, a második Nospa, B6- és E-vitamin, a harmadik pedig B1- és B6-vitaminból állt. 1975 óta vizsgáltuk ugyanis a polivitamin- készítmények kedvező hatásait vadászpilótáknál a MiG–21-es repülőgépszimulátor-repüléseknél és a forgószeles vizsgálatoknál. Eredményeinkről nemzetközi fórumokon is beszámoltunk. [3][4] A készítményeket a moszkvai Orvos-biológiai Problémák Intézetében is bevizsgálták, és felkerültek a fedélzeti gyógyszertárba. Ez is egy siker volt, most érett be a termés, ahogy mondani szokás.

Emlegetni szoktam, hogy egy másik esetben jegyzőkönyvileg is megígértük, hogy 300 db regisztráló-blankettát fogunk átadni. [5] Ez a blankettaátadás utólag kissé érthetetlennek tűnhet: a csúcstechnikával dolgozó űrkutatás vajon miért foglalkozott ezekkel a bizonyos blankettákkal? Ne felejtjük el, ezekben az években hiánygazdálkodás folyt, ami ezen a te-

rületen is érezte a hatását. Szovjet kollégáink időnként nehezen vagy egyáltalán nem jutottak hozzá az egyik-másik kísérlethez szükséges nélkülözhetetlen kellékhez, nyomtatványhoz vagy alkatrészhez.

Emlékezetes maradt a „Duracell-elemek esete” is. Az amerikai és a szovjet űrkutatás egyaránt használta; számos hordozható mérőműszer, illetőleg berendezés működött ceruzaelemmel abban az időben. Az Apollo-misszióval még a Holdra is eljutott. A szovjetek akkoriban éppen nem jutottak hozzá, nálunk, Magyarországon pedig lehetett kapni. Természetes volt tehát, hogy minden konzultációra Duracell-elemekkel megrakodva érkeztem.

Az 1978. év végi konzultáción áttekintettük a magyar űrkísérleteket. Tigranjannak átadtuk az „Anyagcsere” kísérletre vonatkozó metodikai előírásainkat és a zsíryanagcsere-vizsgálattal kapcsolatos elképzeléseinket, megbeszéltük a Doza-, a Balaton-, a Kérdőív-, a Diagnoszt- és az Interferon-kísérletek állását. A Doszug-programhoz a Magyar Televíziótól 2-3 darab 20 perces szórakoztató műsort kértek VHS-szalagon, amelyet majd fel akarnak játszani a fedélzetre. Röpködtek a különböző határidők, január 15-től február 5-ig mindenféle határidőt feljegyeztem, amivel kapcsolatban sürgős választ vártak. Megkérdezték, hogy a többi Interkozmosz-ország kí-

sérleteiben részt kívánunk-e venni? Igen volt a válaszuk.

1979. április 2–8. között a „Munkavégző képesség” (Работоспособность) nevű kísérlettel és a Balaton-készülékkel kapcsolatos kérdésekről tárgyaltunk a szovjetekkel a Repülőorvosi Vizsgáló és Kutató Intézetben. Szervezési, valamint módszertani kérdéseket vitattunk meg, határidőket fogadtunk el és megállapodtunk a tudományos eredmények közös publikálásáról. A Medicor ígéretet tett a Balaton-készülék fülhallgatójának konstrukciós továbbfejlesztésére, átadtunk az Oprosz-kísérlethez további 20 darab orosz nyelvű kérdőív-füzetecskét, elhatároztuk, hogy a „Munkavégző képesség” nevű kísérletet az összes Szovjet űrhajó, Szaljut–6 és Szaljut–7 űrállomás, valamint a Burán szovjet űrsikló űrhajósain is elvégezzük, erre a célra át fogunk adni további hat darab Balaton-készüléket.

Elhatároztuk, hogy közös laboratóriumi kísérleteket fogunk végezni a Balaton-készülék magyar javaslatra történő továbbfejlesztésével kapcsolatosan. Végül kifejeztük közös érdekeltségünket az Interkozmosz Problémakatalógus 6-F témájában meghatározott Balaton-kísérletek folytatásában. A VSZ XIV. Repülőorvosi Konferenciáján Varsó–Dęblinben, 1978-ban már beszámoltunk a KTD-készülékről, a pilótáknál alkalmazott biofeedback eljárásról és a hajózáállomány kondicionáló sportkiképzéséről. [6] Most elhatároztuk, hogy az Interkozmosz Zakopánében tervezett soron következő kongresszusán közös előterjesztést fogunk tenni a „Szellemi munkavégző képesség meghatározása” című témának az 1979–1980-as munkatervbe történő felvételére. [7]

IMCS-ÉRTEKEZLET KECSKEMÉTEN

1979. november 27–28-án Kecskeméten tárgyalt a VSZ IMCS (Ideiglenes Munkacsoport), ahol a KTD-készülékek egyesített műszaki harcászati követelményeit (EMHK) fogadtuk el, illetve javaslatot tettünk a koalíciós hadseregekben történő rendszerezésükre. Az értekezleten a VSZ repülőfőszakorvosai köszönetet mondtak a magyar félnek, amiért vállaltuk a szükséges komplex táskadiagnosztikai rendszer kidolgozását.

Beszámoltak arról, hogy a készüléket kipróbálták, meggyőződtek hordozhatóságáról, és használata kényelmesnek bizonyult. A modulrendszerű műszer az alapvető élettani paramétereket jól mérte, tábori körülmények között is működött, ezért javasolták rendszeresítését a koalíciós hadseregekben. [8]

EGY ÉV HALASZTÁS

A bolgár űrrepülésen történt baleset kivizsgálása miatt egy évvel elhalasztották a magyar űrrepülést. Az eredetileg tervezett 1979. június 5. helyett végül 1980. május 26-án startolt Farkas Bertalan az űrbe. Az egy év halasztás az orvos-biológiai kísérletek és műszerek szempontjából együtt járt bizonyos hátrányokkal, de előnyökkel is szolgált. Hátrány volt például, hogy a fedélzetre szánt öt Balaton-készülék garanciális ideje lejárt, hivatalos eljárásban – a bürokrácia útvesztőit legyőzve – kellett meghosszabbítani. Előny volt viszont, hogy egy év alatt jelentősen nőtt a Balaton-készülékekkel történt mérések száma, ami kedvezően befolyásolta a tudományos eredmények megalapozottságát.

Szoros kapcsolatban maradtunk szovjet partnereinkkel, és továbbra is rendszeres konzultációkat tartottunk. 1980. január 23. és 26. között például Moszkvában az Orvos-Biológiai Problémák Intézetében és Csillagvárosban a Gagarin Űrhajós Kiképző Központban találkoztunk. A fennmaradt jegyzőkönyv szerint [9] tájékoztattuk a szovjeteket arról, hogy az átadott Balaton-készülékek megelőző karbantartása és a garanciális idő meghosszabbítása rendben zajlik, a készülékeket február 10-ig vissza tudjuk adni. Megbeszéltük az eddigi laboratóriumi Balaton-mérések eredményeit, és megerősítettük a fedélzeti metodikai javaslatainkat. Elfogadtuk a szovjet fél javaslatát arra vonatkozóan, hogy a magyar űrrepülés után is tovább fogjuk folytatni űrhajósokon – a fedélzeten is – a Balaton-készülék segítségével a szellemi munkavégző képességre vonatkozó vizsgálatainkat. Ezután megvittattunk egy 1980–81-re vonatkozó munkatervet a fedélzeti és a laboratóriumi feltételek között lefolytatandó „Munkavégző képesség” nevű kísér-

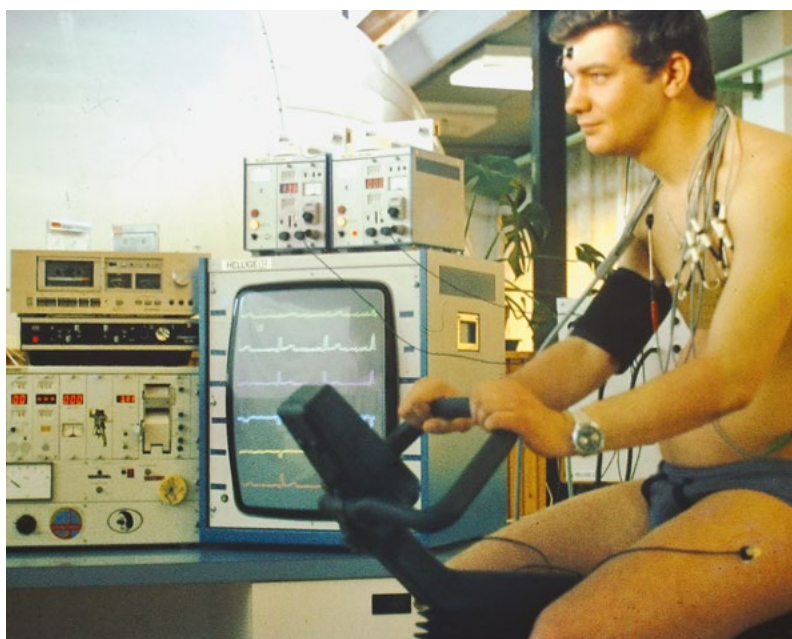
lettel kapcsolatosan. Ígéretet tettünk arra, hogy szükség esetén újabb Balaton-készülékeket bocsátunk a szovjetek rendelkezésére. Továbbá megvittattuk az „Anyagcsere” (Метаболизм) kísérlet kiegészítését és megállapodtunk annak végső formájában. A szovjetek három magyar kísérlet átadását kérték.

Először is érdekelte a szovjeteket az oximetria (a vér oxigéntelítettségének mérése), részt akartak venni az általunk már kidolgozott kísérletekben, és arra kérték, hogy egy korábbi – 1979. november 26–28-i – jegyzőkönyvben említett munkánk állásáról adjunk információt. Ennél a kérdésnél a szovjetek először is a transzkután oximetriás (az oxigéntelítettség bőrön keresztüli mérése) kísérleteinkre céloztak. Az Élettani Világkongresszuson ugyanis már beszámoltunk a sikeres transzkután oximetriás kísérleteinkről, és javasolták, hogy az űrállomás fedélzetén is vezessük be ezt a módszert az eddig használt invazív metodika (tűszúrásos) helyett. [10] [11] Ezeket a méréseket a nyugatnémet Hellige műszerekkel végeztem; ezt nem akarták a szovjetek a fedélzetre vinni, ezért a Medicor is elkezdte a műszer fejlesztését, azonban nem készült el határidőre, így ez a fedélzeti kísérlet nem valósult meg. A földi kísérletekről a nemzetközi fórumok mellett később a Magyar Élettani Társaság Bioasztronautikai Szekciójában is beszámoltunk. [12]

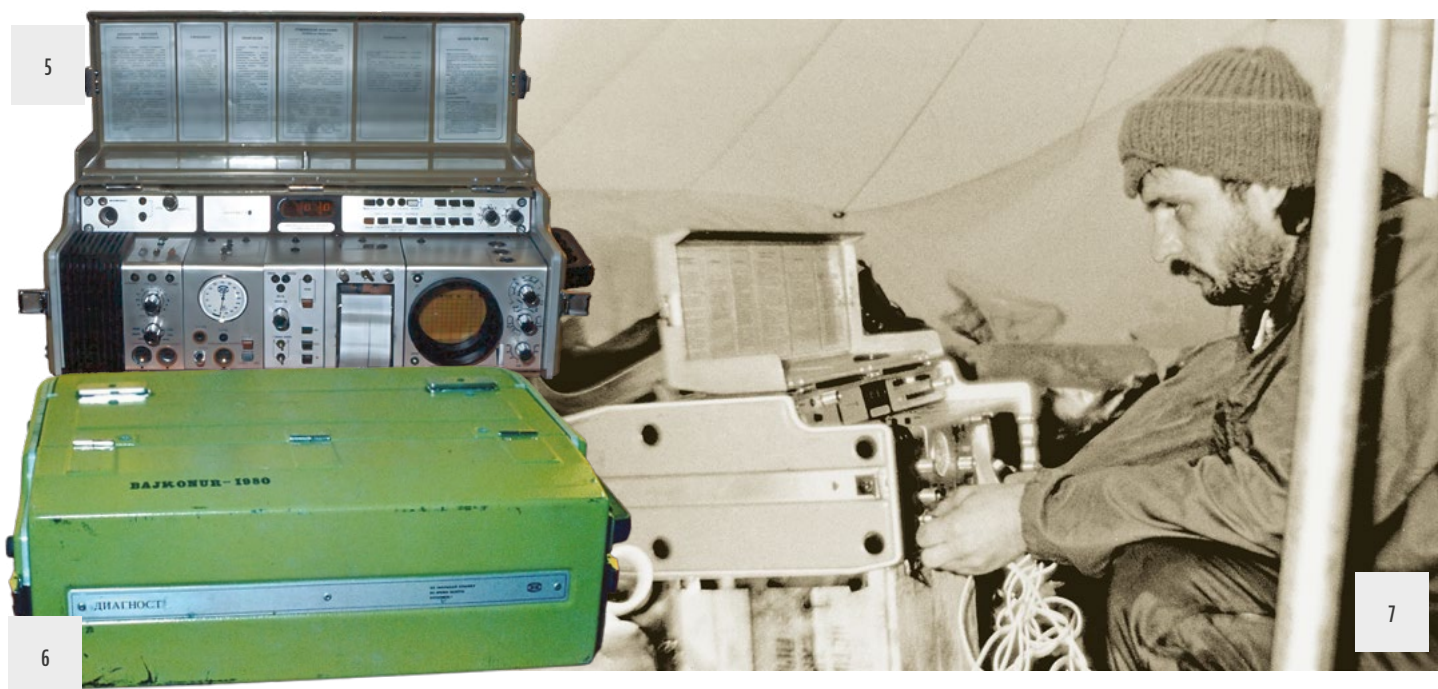
Másrészt a szovjetek egy pszichológiai tesztet is szerettek volna átvenni. Az űrhajós-kiválogatásnál alkalmaztuk először az úgynevezett „Holdra szállási tesztünket”. Ebben az időben a ROVKI pszichológiai osztályán már az úgynevezett „Célkövetési tesztet” alkalmaztuk a pilótáknál. A vizsgálatok során a koncentráció, fáradás, kifáradás és mozgáskoordináció változásaira kaptunk értékes adatokat. A szovjeteknek megtetszett a metodika, és tervezték, hogy az űrhajósaiknál is fel fogják használni. Ennek főleg a dokkolások gyakorlásánál volt jelentősége.

Harmadrészt a szovjetek az általunk már használt „Emocionális koefficiens” bevezetését is szorgalmazták. Megígértük, hogy kidolgozunk egy egységes metodikát és azt a szovjet félnek elküldjük, valamint arról is tájékoztattuk őket, hogy a soron következő, Drezdában tartandó Interkozmosz-kongresszuson a témával kapcsolatosan előadást fogunk tartani. Ez meg is történt. [13] [14]

A találkozón – jegyzőkönyvön kívül – I. Jakovleva beszámolt arról is, hogy a korábban átadott magyar Cavinton készítményt eredményesen alkalmazták a szovjet űrhajósoknál a repülés előtt és repülés után a vestibuláris dyscomfort (egyensúlyi rossz közérzet) kivédésére. Ez az együttműködésünk is sikeresnek bizonyult, később ezirányú kutatásainkat a fizikai és a pszichés teljesítmény vizsgálatára is kiterjesztettük. Eredményeinkről



4. ÁBRA. Oximetriás vizsgálat kerékpárgometria közben (A szerző archívumából)



5. ÁBRA. A KTD – Diagnost néven – az első magyar űrrepülésen is szerepet kapott (A szerző archívumából)

6. ÁBRA. A „Bajkonur – 1980” feliratú Diagnost nevű KTD-táska (A szerző archívumából)

7. ÁBRA. Dr. Sidó Zoltán és a KTD a Spitzbergákon (A szerző archívumából)

8. ÁBRA. KTD-mérések hóban-fagyban (A szerző archívumából)

több hazai és nemzetközi fórumon is beszámoltunk. [15][16][17][18][19] Végül megvitattuk a Diagnost-kísérlet metodikai és szervezési kérdéseit, majd meghatároztuk a realizálandó metodika terjedelmét. A kísérlet alapját képező Medicor KTD-készülékkel folyó vizsgálatainkról még 1978-ban – egy összefoglaló jelentésben – a VSZ Dęblinei kongresszusán számoltunk be. [20]

A sok-sok tervezgetésnek meglelt az eredménye. Mind a Balaton-készülékre alapozott „Munkavégző képesség” nevű fedélzeti kísérlet, mind a KTD-készülécsaládon alapuló „Diagnost”-kísérlet jól szerepelt az első magyar űrrepülésen (1980). Elmondható, hogy az űrhajó leszállásánál Dzserszkazganban, a sztyeppén, tábori körülmények között is megállta a helyét. Az űrhajósok földi gravitá-

cióhoz történő akut alkalmazkodását vizsgálták vele. A súlytalanság után a gravitáció első élettani hatásai azonnal észlelhetőek voltak az űrhajósaikon. Farkasnál és Kubaszovnál a leszállás után vagotonia (paraszimpatikus idegrendszeri túlsúly), verejtékezés, hypotonia (alacsony vérnyomás), szomjúság és mozgáskoordinációs zavarok voltak megfigyelhetőek. A földi gravitáció gyorsan megváltoztatta a



keringő vérmennyiség elhelyezkedését. Az álló testhelyzetben lévő űrhajósok alsó végtagjaiban rekedt térfogatból a szívben a jobb pitvari vérnyomás. Emellett a dekondicionálódott anti-gravitációs (a nehézkedés ellen dolgozó) izomzat, valamint a mozgás kivitelezéséhez szükséges izomerő akut megváltozása ügyetlenné tette a fogást, és sutává, kacsázóvá vált a járás. A KTD jól működött annak a kutató-mentő helikopternek a fedélzetén is, amely a leszállás helyszínéről egy közeli város, Dzsezkazgan zászlódiszbe öltözött repülőterére szállította az űrhajósokat. Az első magyar űrrepülésen használt (Bajkonur 1980 feliratú) ütött-kopott Diagnoszt nevű KTD-készülék hazakerült, megőriztem, most jobb sorsát várva a garázsban lapul.

SIKERTÖRTÉNET

Összefoglalásként megállapítható, hogy a műszerfejlesztés sikeres volt. Olyan modulrendszerű, komplex orvosi műszert alkottunk meg, amelyre akkoriban nagy igény volt. A KTD-készülékek extrém környezeti körülmények között is jól működtek. Kevesen tudják, hogy a titkos magyar űrkutatás sikertörténete volt. Az egyik típust több mint 4000 példányban, a katonai változatokat pedig 6000 példányban adták el. Rendszeresítették a Varsói Szerződés tagállamainak fegyveres erőinél is. Katonai alkalmazásának köszönhetően sikerrel mértek vele a földön (a szárazföldi csapatoknál), a vízen (a haditengerészeti erőknél) és a levegőben (a légierőknél). A stratégiai tengeralattjárókkal az óceánok mélyén bejárta a világot, mértek vele az űrrepüléseken, a sarkvidéken, földalatti harcálláspontokon, a mélyművelésű bányákban, lakatlan területeken és a magas hegyeken is. Dr. Sidó Zoltán orvos százados, a ROVKI funkcionális diagnosztikai osztályának orvosa például sarkvidéki körülmények között a Spitzbergákon és magashegyi körülmények között a Kaukázusban végzett értékes méréseket a diagnosztikai táskával. Polgári alkalmazása az egészségügyi szűrővizsgálatokat segítette. Bár korának remek orvosi műszere volt, idővel elavult, ma már nem használatos. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Remes P. et al.: A KTD-1 készülék élettartam vizsgálatával szerzett tapasztalatok; Hideg J. et al.: KTD-1 készülék repülőorvosi alkalmazási lehetőségei; Bognár L. et al.: Relaxatio és activatio autogen training kísérletek a KTD-11 F készülékkel; Gyökössi J. – Hideg J.: KTD-1 készülék felhasználása az ischaemiás szívbetegségek rizikófaktorainak vizsgálatában. IV; Orvostechikai Konferencia és Kiállítás előadásai. Budapest, 492–519. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1977.10.24.
- [2] A moszkvai konzultációk jegyzőkönyvei. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1978–1980.
- [3] Ремеш П., Богнар Л., Ченгери А., Хидег Й.: Действие поливитаминного препарата на психофизиологические показатели лётчиков при пилотировании тренажёра типа ТЛ-8. Доклады делегации ВНА на научном-рабочем совещании по авиационной медицине СВД. Kecskemét, 1975. Remes P. et al.: Polivitamin hatása a pszichofiziológiai mutatókra TL-8 repülés alatt. Kézirat. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1975.07.01., 41.
- [4] Remes P. et al.: Perorális B1+B6+NosPa gyógyszer kombináció, valamint a Torecan és Daedalon hatásának összehasonlító vizsgálata a vestibuláris rendszer ingerlésével kiváltott kinetózis tünetegyüttes gátlásában. Ch 01875. Gyógyszer terápiás szakközlemény. Chinoin Gyógyszer- és Vegyszer Termékek Gyára. Budapest. 1975. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1975.08.18., 7.
- [5] Jegyzőkönyv a magyar és szovjet szakemberek munkaüléséről „Rabotospaszobnoszty”, „Diagnoszt”, „Metabolizm” témákban. Moszkva. 1980. január 23–26. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1980.01.23.
- [6] Ремеш П., Хидег Й., Богнар Л., Ченгери А. Применение аппарата КТД-1 MEDICOR в практике авиационной медицины. Богнар Л., Ремеш П., Хидег Й.: Использование техники в опытах „biofeedback” с активацией и релаксацией. Хидег Й., Богнар Л., Берени Е., Ремеш П., Дёкёши Й.: Воздействие кондицио-спортивной подготовки на психофизиологическое состояние лётчиков. Доклады делегации ВНА на научном-рабочем совещании по авиационной медицине Стран Варшавского Договора. Deblin, 1978. Előadások gyűjteménye. Varsó-Deblin 1978. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1978.10.15., 19.
- [7] Протокол рабочего совещания специалистов ВНР и СССР по обеспечению программы научных исследований эксперимента Работоспособность 2–8 апреля 1979 г. A Magyar Népköztársaság és a Szovjetunió szakembereinek a Rabotospaszobnoszty kísérlettel kapcsolatos munkaüléséről készült jegyzőkönyv. 1979. április 2–8. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1979.04.07.
- [8] A VSZ eü. szolg IMCS képviselőinek tárgyalásai. A KTD-8 Egységes Harcászati Követelményei. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1979.11.27., 28.
- [9] Jegyzőkönyv a magyar és szovjet szakemberek munkaüléséről „Rabotospaszobnoszty”, „Diagnoszt”, „Metabolizm”. Moszkva. 1980. január 23–26. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1980.01.23.
- [10] Remes P. et al.: Dux L. Changes in hemodynamics, blood oxygen saturation level and central nervous system in response to postural loading. XVIII. International Congress of Physiological Sciences. 14. vol. Budapest, 1980, 661. Et: Advances in Physiological Sciences. Vol. 19. Gravitational Physiology. Pergamon Press – Akadémiai Kiadó. Budapest, 1981, 229–306.
- [11] Remes P. et al.: A vér kapilláris parciális oxigén tenziójának mérése transzkután módszerrel antiortosztatikus helyzetben. MTA Interkozmosz Tanács Tudományos ülése. Magyar Űrkutatás 1981–1985. Budapest, 1986, 141–152.
- [12] Nadas A. et al.: Oxigén saturáció és pCO2 mérések pilótáknál. Magyar Élettani Társaság LVI. vándorgyűlése. Bioasztronautikai Szekció. Szeged, 1991, 149.
- [13] Ремеш П., Хидег Й., Богнар Л.: Объективные методы испытания для определения состояния здоровья лиц лётного состава. Доклады делегации ВНА на научном-рабочем совещании по авиационной медицине Стран Варшавского Договора. Drezda, 1985. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1985.01.17., 18.
- [14] Remes P. et al.: Psychophysiologische methoden zur messung des dienst fahigkeit des flugzeugfuhrers. XX. VSZ Munkaülés. Drezda, 1985. Repülőorvosi Archivum Kecskemét. RAK 1985.01.17., 18.
- [15] Remes P. et al.: Examination effect of Cavinton preparation on physical and psychic performance. 44th Congress of Pharmaceutical Sciences. Budapest, 1984.
- [16] Remes P. et al.: A Cavinton hatásának vizsgálata a fizikai munkavégző képességre és barokamrában a hypoxiatűrő képességre. Magyar Tudományos Akadémia Interkozmosz Tanács Orvos-biológiai Szakbizottságának tudományos ülése. Budapest, 1985.
- [17] Ремеш П., Хидег Й., Пожгаи А., Шидо З., Петер И., Г. Киш Д., Калмар Ш., Коваленко Е. А.: Влияние Cavinton на физическую работоспособность и на переносимость гипоксии в барокамере. Доклады делегации ВНР на XVIII. Совещания Постоянно Действующей Рабочей Группы по Космической Биологии и Медицине Стран Участниц Программы Совета Интеркосмоса. Гагра, 1985.
- [18] Lehoczy L. et al: Lokális pO2 és mikrocirkuláció vizsgálatok különböző funkcionális diagnosztikai terheléseknél, pilótáknál. Magyar Élettani Társaság vándorgyűlése. Bioasztronautikai szekció. Debrecen, 1989.
- [19] Nadas A. et al.: Cavinton hatása a hypoxiatűrő képességre. Magyar Élettani Társaság vándorgyűlése. Bioasztronautikai szekció. Budapest, 1990.
- [20] Ремеш П., Хидег Й., Богнар Л., Ченгери А.: Применение аппарата КТД-1 MEDICOR в практике авиационной медицины. Доклады делегации ВНА на научном-рабочем совещании по авиационной медицине Стран Варшавского Договора. Deblin, 1978.

A MAGYAR HONVÉDSÉG MODERNIZÁLT RÁDIÓÁLLOMÁSAI, AZ INTEGRÁLT RÁDIÓÁLLOMÁS ÉS KÖZPONT KONCEPCIÓ

Összefoglalás: A modern hadszíntereken a gyors és megbízható információáramlás gyakran döntő tényező lehet a műveleti siker szempontjából. A hagyományos analóg rádiókészülékeket mára olyan komplex, digitális kommunikációs platformok váltották fel, amelyek integráltan képesek adat, hang- és akár videójelek átvitelére, titkosított és zavartűrő formában. Az integrált rádióállomások kulcsfontosságú szerepet töltenek be a korszerű hadviselésben, nem csupán kommunikációs csomópontként funkcionálnak, hanem lehetővé teszik a különböző fegyvernemek, alegységek és parancsnoki szintek közötti valós idejű koordinációt, akár összetett, hálózatközpontú hadműveleti környezetben is. Jelen cikk betekintést nyújt az integrált katonai rádióállomások technológiai hátterébe egy, a Magyar Honvédségben modernizált megoldás kialakításának bemutatásával, annak alkalmazási területeiről, valamint a jövőbeni fejlesztési irányokról, amelyek tovább növelhetik a harcászati és stratégiai kommunikáció hatékonyságát.

Kulcsszavak: C2 (kommunikációs és információs) rendszer, integrált rádióállomás és központ, digitalizált vezetés, Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program

Abstract: In modern battlefields, fast and reliable information flow can often be a decisive factor for operational success. Traditional analog radios have been replaced by complex, digital communication platforms that are capable of transmitting data, voice and even video signals in an integrated manner, in an encrypted and interference-resistant form. Integrated radio stations play a key role in modern warfare, not only functioning as communication nodes, but also enabling real-time coordination between different branches, subunits and levels of command, even in complex, network-centric operational environments. This article is to provide insight into the technological background of integrated military radio stations by presenting the development of a modernized solution in the Hungarian Defence Forces, its application areas, and future development directions that may further increase the efficiency of tactical and strategic communication.

Keywords: Communications and Information Systems (C2), tactical integrated radio station and informatic centre, digitized mission command and control, National Defence and Forces Development Program

* Alezredes, Telepíthető Rendszerek és Spektrumgazdálkodási Főnökség főnök, Honvéd Vezérkar, Híradó, Informatikai és Információvédelmi Csoportfőnökség. ORCID: 0009-0001-7596-0554

** HM ArmCom Zrt., Csoportvezető, Koordinációs Csoport, HM ArmCom Zrt. ORCID: 0009-0003-1067-6274

BEVEZETÉS

A Magyar Honvédség (MH) 2016-ban a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (a továbbiakban: HHP) [1] beindításával rohamos fejlődésbe kezdett. Ennek következménye, hogy az elavult eszközök további használata és rendszerben tartása nemcsak erőforrás szempontjából nem rentábilis, hanem azok semmilyen módon nem illeszthetők egy modernitást tükröző híradó-informatikai rendszerbe, mivel az interoperabilitásnak még részben sem felelnek meg.

Ennek tükrében 2019-ben és 2020-ban a Honvéd Vezérkar Főnök szakmai iránymutatásának megfelelően az elavult analóg híradó eszközparkot végleg kivonták a rendszerből. Továbbá az MH 10 éves Hosszú Táví Tervében (a továbbiakban: HTT) az erőforrások szakterületi allokációja alapján láthatóvá vált, hogy az új híradó-informatikai eszközök és hír-

1. ÁBRA A PK-1/G-M modernizált integrált rádióállomás és központ (A szerzők felvétele) [6]



központ-elemek, rádiós vezetési pontok csak ütemezetten szerezhetők be, ami időigényes folyamat, így átmeneti eszköz- és képességhiány léphet fel. Ez a helyzet azt vonta maga után, hogy a híradó erőik eszközellátottsága hirtelen lecsökkent, és a szakterületnek átmeneti megoldást kellett találnia annak érdekében, hogy a gyakorlatok és műveletek híradó-informatikai támogatottsága megfeleljen az átmeneti helyzethez igazított előjárói elvárásoknak.

A megoldás 2020-ban az akkori MHP Infokommunikációs és Információvédelmi Csoportfőnökség kidolgozásában és szakmai felügyeletével, valamint az MHP Logisztikai és Gazdálkodási Csoportfőnökség együttműködésében egy közös program indítása lett. Ez egy olyan híradó és informatikai komplexumot eredményezhet, amely képes biztosítani az MH jelenlegi rádiórendszeréhez történő csatlakozást, és tud biztosítani integráltan olyan vezetési pont informatikai szolgáltatást, amellyel a zászlóalj- és dandárszint képes az alegységeit vezetni, illetve az előjáró felé a híradó-informatikai rendszerhez felcsatlakozni. Ez az eszközcsoporthoz lett a modernizált integrált rádióállomás és központ elnevezésű híradó-informatikai eszközkiállítás.

A modernizációt nem fejlesztési erőforrásból, hanem fenntartási költségvetésből finanszírozták, alapozva az elektronikai szakterülethez tartozó *Híradótechnikai eszközök javítása, karbantartása, felújítása és ipari javítása* keretszerződésre, illetve az MH-ban még rendelkezésre álló hordozó gépjárművekre, felépítményekre, melyek jármű- és gépészeti felújítása után építették be a híradó-informatikai képességsomagot. Ezzel a programmal egy újszerű – a modernizáció elvén nyugvó – felújítási filozófiát és a hozzá tartozó minőségellenőrzést is párosítottunk a képességkiállítás sikeres gyártói megvalósítása érdekében.

AZ INTEGRÁLT RÁDIÓÁLLOMÁS ÉS KÖZPONT KONCEPCIÓ

A HHP indításával párhuzamosan az MH-n belül megkezdődött a hadműveleti követelmények átdolgozása,

melyekben rögzítették: a korszerű tábori híradó és informatikai rendszerrel szemben alapvető követelmény, hogy legyen képes hazai alkalmazásra, szövetséges együttműködésre és expedíciós műveletekre is. Mindezt úgy kell teljesíteni, hogy a nemzeti szabályzók mellett a NATO szabványainak, valamint – a többnemzeti műveletek érdekében – a közös eljárasmódoknak is megfelelően kell támogatni a műveletek eredményes végrehajtását.

A fentiek alapján szükséges egy, a kor színvonalának megfelelő többnemzeti együttműködésre is alkalmas [2], moduláris felépítésű, magas készenléti fokú és az információk védelmét magas fokon biztosító nemzeti tábori híradó és informatikai képesség megteremtése annak érdekében, hogy az MH képes legyen teljes mértékben megvalósítani az alaprendeltetéséből eredő országvédelmi és szövetséges tagságából adódó feladatait. Az MH tábori híradó és informatikai rendszer a katonai vezetés-irányítás alapvető eszközeként biztosítja a hatékony feladatvégrehajtás technikai feltételeit, így elengedhetetlen követelmény a rendszerrel szemben az együttműködés, az interoperabilitás képessége, mely lényegében a „híradó és informatikai rendszer azon képessége, hogy szolgáltatásokat tud biztosítani más híradó és informatikai rendszerek számára; valamint szolgáltatást képes igénybe venni más híradó és informatikai rendszerek részéről”. [3]

Ezen túl a vezetés-irányítási, végrehajtási és együttműködési információk folyamatok hatékony támogatásához, a szolgáltatásokat megvalósító híradó és informatikai rendszerelemeket, összeköttetéseket a következők szerint¹ kell biztosítani a végrehajtó szervezetek és a vezető szervek (pl. vezető nemzeti, keretnemzeti feladatok esetén) között:

- az előjárótól a beosztott felé;
- a támogatótól a támogatott felé;
- a megerősítőtől a megerősített felé.

A vezetés folyamatossága, a szervezeti feladatok végrehajtása, végrehajthatósága érdekében az MH tábori híradó és informatikai rendszer képezi alapját a valós idejű, illetve a

közel valós idejű műveleti helyzetkép létrehozásának, rendelkezik túlélési képességgel és redundanciával, dinamikus át- és újraszervezhető, áttelepíthető, továbbá rendelkezik erőforrás- és kapacitástartalékokkal.

Biztosítja a hálózatközpontú műveleti képesség megvalósítását, a feladatok végrehajtásához szükséges információk akár a szervezeti hierarchiától független (pl. stratégiai és harcászati szintek közötti közvetlen információáramlás), a szükségleteknek megfelelő közvetlen továbbítását, feldolgozását, tárolását és rendelkezésre bocsátását, a szervezeti elemek által gyűjtött és rögzített adatok azonnali, közvetlen megoszthatóságát.

A SZOLGÁLTATÁSOK AZ ALÁBBI KÉT KATEGÓRIÁBA SOROLHATÓK BE:

Alapszolgáltatás: a katonai szervezetek felépítésétől és feladatrendszerétől függetlenül biztosított általános szolgáltatások körét foglalja magába, melyek minden alegységnél rendelkezésre állnak, tekintet nélkül arra, hogy az adott alegység melyik haderőnemhez, fegyvernemhez, illetve szakcsapathoz tartozik.

Funkcionális szolgáltatás: olyan szolgáltatás, mely adott alegység, részleg vagy csoport rendeltetéséből, szakfeladataiból adódó sajátos feladatok végrehajtásához szükséges szakterületi, speciális igényeket képes kiszolgálni. Ennek megfelelően nem minden katonai szervezet rendelkezik ezzel, és az alegységek részére csak a feladataik teljesítéséhez elengedhetetlen funkcionális szolgáltatásokat kell biztosítani. A funkcionális szolgáltatások minősítése eltérhet az adott szervezeti szint esetében általánosságban meghatározott minősítéstől. Ebben az esetben különös figyelmet kell fordítani a minősített szolgáltatások tervezésére. [4]

Ezen irányvonalak mentén tervezték a perspektivikus híradó-informatikai eszközöket, és fektették le a modernizált (és átmeneti) eszköz híradó-informatikai képességet is, természetesen a rendelkezésre álló keretek és lehetőségek figyelembevételével. A fő célok megmaradtak: a gyors áttelepíthetőség, a mozgékonyság megőrzése, a sokoldalú és kompakt eszközkiállítás filozófiája, illetve az új beszerzésű eszközökhöz mérten a jóval olcsóbb megvalósítás.

Az időközben megkezdődött orosz-ukrán konfliktus tapasztalatai rámutattak, hogy a rádiókommunikáció

¹ Összhangban az MC0640-ben megfogalmazottakkal.



2. ÁBRA. A PK-1/G-M rádiós fal. Felülről lefelé: Kongsberg – Harris – Kongsberg (A szerzők felvétele)

alapvető eszköz a hadsereg számára, és – különösen a műveleti egységek közötti gyors és megbízható adatcserére érdekében – a harcászati vezetés alapjellérének tekinthető. Ugyanakkor a konfliktus szakterületi elemzése megvilágította azt is, hogy a rádióképesség önmagában már kevés, a valós idejű helyzetkép és az automatizált vezetés-irányítási szoftverrendszer nélkül a korszerű csapatvezetés nem valósítható meg. [5]

Az integrált rádióállomás és központ programon belül az előbb említett képességeket ötvözték, és kétfajta eszközt alakítottak ki: a dandárszint érdekében a PK-1/G-M, illetve a zászlóaljszint érdekében az R-142-M3 elnevezésű eszközöket. Az előbbi Rába H18 és Ural-4320 alvázon KF-2-es felépítménnyel, míg az utóbbit UNIMOG 435 és Ural-4320 alvázon DF-4-es felépítménnyel hozták létre. (1., 11. ábra)

RENDELTETÉSE ÉS KÉPESSÉGEI

Az állomás a különböző harcászati szintű (elsősorban dandárszintű) parancsnokokat és törzseket kiszolgáló

mozgó vezetési pont, mely egy olyan komplex hírközpontelem, amely a rádiós képességen, illetve a rádiós felületen futtatott automatizált vezetés-irányítási rendszeren (HUNTACCIS – Hungarian Tactical Command and Control Information System) túl, a megfelelő átviteli út csatlakoztatásával (mikrohullám, műholdas terminál, nyílt internet) IP-alapú központszolgáltatást (Call Manager) nyújt.

A komplexumhoz csatlakoztatható átviteli utak közül a Complex Transzportkiterjesztési rendszer (CTR)² „felokosított” routere automatikusan választja ki a legmegfelelőbbet.

Az integrált rádióállomás és központ a kitelepített vezetési ponton egyfajta előkészített, gyorsan telepíthető kommunikációs képességként is értelmezendő, kiépítve központszolgáltatást nyílt üzemmódban és rádiótávvezérelve a rádió hangcsatornáját a rádió minősítési szintjének megfelelően.

A beépített harcászati rádiókkal a rádióhíradás (beszéd- és adatátviteli kapcsolat) biztosítása RH- és

URH-frekvenciatartományban mind állóhelyben, mind mozgás közben biztosított.

A központszolgáltatások csak letelepített állapotban érhetőek el, de a CTR-hez csatlakoztatott mobil LTE-450 vagy akár VSAT készüllettel (opcionális) az informatikai szolgáltatás egy része mozgásban is használható képesség. [7]

A RÁDIÓRENDSZER RENDELTETÉSE

• Beszéd- és adatátviteli összeköttetés biztosítása RH-rádióösszeköttetés esetén az alábbi távolságokra:

- állóhelyben 200 km felett;
- menet közben 70 km-ig.

A szolgáltatást az L3HARRIS AN/PRC-150C amerikai gyártmányú RH- (elsősorban) harcászati rádió biztosítja;

• URH-frekvenciasávban, félduplex üzemmódú rádióösszeköttetés esetén az alábbi távolságokra:

- állóhelyben 50 km-ig;
- menet közben 30 km-ig;

• URH-rádióátjátszás.

Az URH-rádióhíradást a duplázott (2 klt.) KONGSBERG MV300 norvég gyártmányú harcászati rádió biztosítja. Ezt úgy építették be, hogy a beépítőkeret („rádiótorony”) felső URH-rádiója a későbbiek folyamán kicserélhető az újgenerációs harcászati rádiócsaládhoz tartozó ELBIT E-LynX MCTR VS50 egycsatornás, szélessávú rádióval, ezzel fokozva a multifunkcionalitást, illetve a vegyes rádióhíradással szervezett alegységek vezethetőségét. (2. ábra)

ANTENNARENDSZER

A gyári Kongsberg és Harris antennakon kívül az integrált központ és rádióállomás antennarendszerét is modernizálták, a hagyományos 10 m-es orosz antennaárbócok helyett korszerű, szlovén gyártású antennaárbócot alkalmaztak. A TRIVAL cég termékeit tesztelték, amely NATO-szabvány szerinti termékeket készít. Az antennákat és árbócokat a KF-2-es felépítmény külső részein rögzítették. Az állomás antennarendszere a következőkből áll:

- Kongsberg kis és nagy botantenna;

² A CTR szándékunk szerint egy olyan rugalmas transzportkiterjesztési rendszer, amivel a transzportálózat és az általa hordozott központi infokommunikációs szolgáltatások (STN-tartomány, IP-alapú telefónia, levelezés, fájlserver-szolgáltatás, MH Intranet portálon elérhető szolgáltatások) és akár célrendszerek (radaradatok, minősített hálózat[ok], vadászirányító IP-rádiók stb.) adatforgalma, kiépített stacioner infrastruktúra nélkül biztosíthatók, telepíthető (tábori) körülmények között. Tehát elsősorban nem stacioner alkalmazásra való. Részei: tűzfal, router, switch, szolgáltatói modem, IP-telefon, informatikai munkaállomás. A hozzá programozható átviteli utak („lábak”): LTE-450, VSAT, MIKRO, STARLINK, SATCOM RADIO, NTG, INTERNET, 4G-5G.

- Harris RH-botantenna;
- 9,5 m-es TRIVAL STV 10-105 ANG típusú antennaárbóc (2 klt./állomás); (4. ábra)
- a 9,5 m-es antennakészletet kiegészítették egy TRIVAL ATP-1827/03 típusú URH/UHF NATO botantenna-tartóval a Kongsberg hosszú botantenna telepíthetősége érdekében (5. ábra);
- a rádióállomás antennázatát kiegészítették egy TRIVAL AD-17/B-110 típusú szélessávú URH „disc-cone” antennával is (30–110 MHz), ami további antennamanőverezést tesz lehetővé. (6. ábra)

INFORMATIKAI RENDSZER

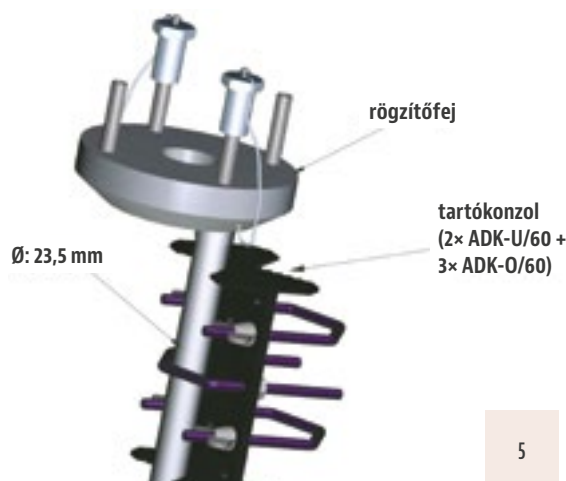
Az informatikai rendszer feladata a vezetési ponton egy olyan kezdeti nyílt informatikai képesség biztosítása, amely alkalmas arra, hogy a katonai szervezet törzse, vagy egy kihelyezett operatív csoport megkezdhesse az elrendelt tevékenység irányítását és további tervezését.

A rendszer beépített informatikai eszközei:

- az informatikai eszközök egy RMA-22-A66-CAY-A1 típusú 19"-os 22U magas Rack szekrényben kapnak helyet;
- a Cisco ISR4321-es router (3. ábra) fogadja a kapcsolatokat, és ellátja a Call Manager funkciót, elvégzi a telefónia hívásvezérlését; az alábbi portokkal rendelkezik:
 - 2 db 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T RJ-45 port;
 - 1 db konzol port;
 - 1 db USB Mini-B port;
 - 1 db auxiliary port;
 - 1 db USB Type A port;
 - 1 db SFP port;
 - 1 db RJ-45 menedzsment port;

- a routerhez csatlakozik a Planet IGS-6325-24P4S típusú 24 portos switch, amely a felhasználói kapcsolatokat felelős, illetve az IP-telefonok és számítógépek kapcsolását végzi. Ide kapcsolódnak az állomás személyzetét kiszolgáló számítógépek és IP-telefonok, az állomás közelében lévő kis létszámú alegység kihelyezett számítógépei, IP-telefonjai. A switch a Cisco ISR4321 routerhez kapcsolódik, portjai a következők:
 - 24 db 10/100/1000BASE-T Gigabit Ethernet RJ45 port IEEE 802.3at PoE+ injektor funkcióval;

3. ÁBRA. Cisco ISR4321-es router [6]

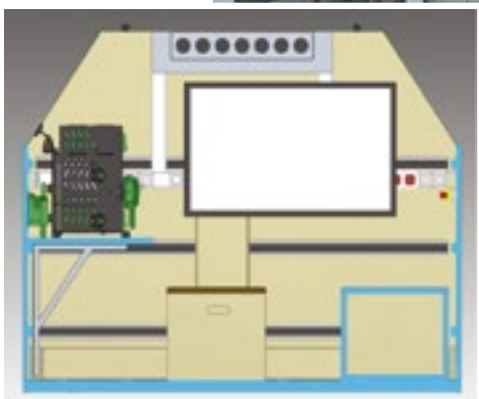


4. ÁBRA. A TRIVAL antennaárbóc és tartozékai [6]

5. ÁBRA. A TRIVAL URH/UHF botantenna-tartószerkezet [6]

6. ÁBRA. A TRIVAL „disc-cone” antennaárbóc [8]

7. ÁBRA.
A munkaállomás
belső elrendezése [6]



8. ÁBRA. Optokon LMITP-41 IP telefonkészülék [6]

9. ÁBRA. Dell 7220 tablet [6]

- 4 db 100/1000BASE-X mini-GBIC/SFP port;
- 4 db 10GBASE-SR/LR SFP+ port (1000BASE-SX/LX/BX SFP kompatibilis);
- 1 db RJ45-RS232 DB9 konzol interfész;
- Külső Informatikai Csatlakozó Panel (ICSP);
- Dell 7220 Rugged számítógép (tablet, Intel Core i5-8365U) telepített HUNTACCIS 2.3 automatizált vezetés-irányítási szoftverrel:
 - RAM: 8GB DDR3;
 - videokártya: Intel® UHD 620;
 - merevlemez: 256 GB SSD;
 - kijelző: 11,6" IPS;
 - csatlakozók: USB 3.0 Type-C™, USB 3.1 Type-A, Mini RS-232;
 - tápellátás: 20 VDC, akkumulátor 2-cellás (34 Wh) lítiumion;
 - külső billentyűzet: IK-Dell-SA USB IP65;
 - dokkoló: Dell 612.

A számítógépes munkahelyeket a konténerben alakították ki, a tablet a kezelőszemélyzet és a törzsalomány részére a járműben kiépített munkaállomáson biztosítja a munkavégzést a telepített HUNTACCIS automatizált vezetés-irányítási szoftverrel. A tablet alkalmas közép-európai és meleg égövi viszonyok és katonai igénybe-

vétel esetén előforduló környezeti feltételek és fizikai behatások közbe-
ni működésre. A számítógép beépített akkumulátorral rendelkezik, amely minimum 4 óra folyamatos önálló működést biztosít, rendelkezik más számítástechnikai eszközökhöz történő csatlakozási lehetőséggel is, emellett alkalmas digitális térképek és fotók feldolgozására.

- Optokon LMITP-41 IP telefon
Az Optokon LMITP-41 IP erősített IP-telefon kifejezetten szélsőséges körülményekre fejlesztett eszköz, melynek alapja egy Cisco 8841-es platform. A teljesen zárt, vibrációálló külső ház, valamint az 5 inch képátlójú nagyfelbontású (800×480) kijelző és a beépített háttérvilágítással rendelkező nyomógombok elősegítik, hogy a felhasználók szélsőséges környezeti körülmények között is képesek legyenek kapcsolatban maradni az egységekkel.
- Sharp PN-50TC1 50" LCD Interaktív Monitor
Az interaktív monitort a rádióállomás belterében, a homlokkal belső oldalára rögzítették, mely a megerősített fémtokozásával együtt kivehető és a vezetési pontra telepíthető, ehhez mobil, összecusukható Techly 108019 típusú tv-állványt készletetk.

- képtároló: 125,7 cm;
- tömeg: 28 kg;
- méret: 1151×686×69 mm;
- csatlakozók: HDMI, Display Port, VGA, RS232C BE, LAN, USB;
- szoftverek: SHARP Pen szoftver, SHARP Display Connect, SHARP Touch Viewing, Touch Downloader;
- intelligens toll;
- VIVOTEK IB9369 típusú IP-kamera
A vezetési pont kamerarendszere VIVOTEK eszközökből fog összeállni, mely 6 db kameravégponttal, központi NVR-egységgel (Network Video Recorder), Wifi és Ethernet átviteli képességgel fog rendelkezni. Fő rendeltetése a Vezetési Pont Harcálláspont technikai őrzés-védelme, megerősítve a tábori minősített rendszerekhez szükséges fizikai biztonságot.

Informatikai szolgáltatások:

- az MH nyílt központi informatikai szolgáltatásai az STN-tartományban a router programozásának függvényében, illetve a switch szabad portszám erejéig (a vezetési pontra biztosított számítógépes végberendezések nem képezik az állomás készletanyagát);
- 5 db nyílt IP-telefon-szolgáltatás a vezetési pontra kihelyezve;
- az URH-rádiókapcsolathoz integrált tableten feltelepített és rendszerkonfigurált vagy a LAN oldalon a vezetési pontra kivezérelt informatikai kapcsolaton keresztül konfigurált HUNTACCIS 2.3 (vagy az aktuális fejlesztett verzió) harcászati szoftverrendszer elérhetősége;
- az interaktív táblán az állomásban vagy a LAN oldalon a vezetési pontra kitelepítve a HUNTACCIS harcászati szoftverrendszer kiveithetősége és érintőképernyős használata.

TÁPELLÁTÁS

Az állomásnak nincs beépített aggregátora; a vezetési pont hírközponton belül külső aggregátorról vagy az országos hálózatról kap 230 V (AC) tápfeszültséget. Az energia tárolására szolgál egy 24 V 210 Ah-ás zselés, gondozásmentes akkumulátorcsoport, melyet a tápellátó rackszekrény mellett helyeztek el.

AZ R-142-M3 MODERNIZÁLT INTEGRÁLT KÖZPONT ÉS RÁDIÓÁLLOMÁS

RENDELTETÉSE ÉS KÉPESSÉGEI

Az R-142-M3 állomás zászlóaljszintű parancsnokokat és törzseket kiszolgáló mozgó vezetési pont, műszaki tartalmában közel 85%-ban megegyezik az előző fejezetben bemutatott PK-1/G-M állomással. A felépítmény csak abban különbözik, hogy hagyományosan két részre tagolt: az első részben található a rádióstér, a hátsó részben pedig az informatikai és parancsnoki munkatér.

Az állomás rádiórendszere teljesen megegyezik, az antennarendszere csak minimális különbséggel bír, az informatikai szolgáltatásai pedig 90%-ban megegyeznek a PK-1/G-M-mel azzal a kivitelezési eltéréssel, hogy az informatikai fal hordozható „Peli” ládában kialakított kivitel, így az állomásból kompletten mobilizálható. Az informatikai képesség annyival kevesebb, hogy kivehető interaktív táblával, illetve a vezetési pont kamerarendszerrel nem rendelkezik, viszont van saját beépített aggregátora.

ANTENNARENDSZER

Az állomás antennarendszerének új eleme – a korábbi PK rádiós vezetési komplexumoknál megszokott kivitelezéstől eltérően –, hogy a Kongsberg rádiókhoz tartozó rövid botantennát az eredeti motoros antennamozgató berendezéshez integrálták, így az akár menet közben, akár telepített állapotban elektromosan dönthető.

INFORMATIKAI RENDSZER

Az informatikai rendszer feladata megegyezik a PK-1/G-M állomással: a vezetési ponton egy olyan kezdeti nyílt informatikai képesség biztosítása, amely alkalmas arra, hogy a katonai szervezet zászlóaljszintű törzse vagy egy kihelyezett operatív csoport megkezdhesse az elrendelt tevékenység irányítását és további tervezését.

Újszerű megoldásként építették be az informatikai képességet, amely



hordozható, ezáltal a rádióállomástól függetlenül is üzemeltethető, amennyiben a kihelyezés helyszínén a tápellátás biztosított.

10. ÁBRA. VIVOTEK IB9369 kamera [6]

Informatikai szolgáltatások:

- az MH nyílt központi informatikai szolgáltatásai az STN-tartományban a router programozásának függvényében, illetve a switch szabad portszám erejéig (a vezetési pontra biztosított számítógépes végberendezések nem képezik az állomás készletanyagát);
- 5 db nyílt IP-telefon a vezetési pontra kihelyezve;
- az URH-rádiókapcsolathoz integrált tableten feltelepített és rendszerkonfigurált, vagy a LAN oldalon a vezetési pontra kivezérelt informatikai kapcsolaton keresztül konfigurált HUNTACCIS 2.3 (vagy az aktuális fejlesztett verzió) harcászati szoftverrendszer elérhetősége. [9]

A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

Az ISO 9001:2015 Minőségirányítási Rendszer alkalmazása hatékony működtetést tesz lehetővé, hogy megalapozott felelősségű legyen az új termék fejlesztésének kidolgozása, az eszközök modernizációs kivitelezése, amely egyben biztosíték a megrendelő/vevő számára, hogy az elvégzett tevékenység nemcsak, hogy eléri a tervezett eredményt, hanem a minőségi elvárások követelményeinek betartásával a termék minőségi átvételre kerülhessen, jelen esetben a Magyar Honvédség részére.

A rendszer működtetéséhez több különböző szabályzat előírásainak szem előtt tartása szükséges, ami



11



12



13

11. ÁBRA. Az R-142-M3 integrált rádióállomás és központ UNIMOG 435 járművön, DF-4 felépítménybe telepítve (A szerzők felvétele)

12. ÁBRA. A TRIVAL antennaárbóc és tartozékai (A szerzők felvétele)

13. ÁBRA. Hordozható informatikai készlet (A szerzők felvétele)

ugyanakkor segítő, és jól áttekinthető szervezeti hatékonyságot biztosít. Néhány tényezőt kiemelünk alább, a rövid definíció áttekintésével a rendszer szemléltetéséhez:

- tervezés/kivitelezés: a termékek, eszközök és folyamatok, azaz a megvalósításhoz szükséges terv kidolgozása a területi szakemberek által;
- minőségellenőrzés/minőségbiztosítás: a folyamat összetettsége magában foglalja, hogy minden fontos szakaszban jelen van, ami többek közt jelenti mind a minőségi köve-

telményeknek való megfeleltetést, mind a hibák azonosítását és javítását, tesztek és/vagy mérések ellenőrzését is;

- folyamatos fejlesztés megvalósítása: a folyamatos fejlesztés a minőségbiztosítás egyik alapelve, ami azt jelenti, hogy a szervezet nem tekint lezártnak a minőségi szint elérését, hanem állandóan törekszik a folyamatok, termékek és szolgáltatások jobbítására;
- dokumentáció, amit az ISO 9001:2015 szabvány gyűjtőfogalomként dokumentált információnak nevez; az

elért eredményeket tényszerűen rögzítő és igazoló dokumentumok összességét jelenti;

- vezetői felelősség: a felső vezetési elkötelezettség a minőségirányítási rendszer iránt, amely szerint felelősséget vállal a minőségcélok eléréséért;
- minőségi-mennyiségi átadás-átvétellel: az adott szerződésben és/vagy megrendelésben rögzített minőségi-mennyiségi feltételek teljesülésének az átvévő részéről történő ellenőrzése és megfelelési igazolása. A folyamat sikerének felté-

tele a minőségirányítási rendszer szabálykövetelményeinek pontos betartása;

- vevői/megrendelői elégedettség: a rendszer összpontosítása, ami biztosítja, hogy a termékek és folyamatok maradéktalanul megfeleljenek a vevő igényeinek, elvárásainak.

A minősbiztosítás ezenfelül még számos elemből tevődik össze, mégis a rendszerszemlélet ismeretén keresztül rávilágít arra, hogy milyen alapvető fontosságú a piackutatás, ami meghatározó a termék/szolgáltatás fejlesztésével kapcsolatban. Ugyanakkor annak kapcsán is ad iránymutatást, hogy a minőségi zárás sikerének kulcsa a vevői elégedettség nyomon követésében rejlik, amely lehetővé teszi, hogy a figyelemmel kísért és vizsgalapott információk újrafeldolgozási tapasztalata ismét a piackutatás alapjává tudjon válni a folyamatos minőségjavítás érdekében.

Mindezek megvalósulásával lehet megalapozni egy kimagasló szintű szolgáltatási folyamat minőségi biztosítását, s ezen szempontrendszer és filozófia alapján valósult meg az integrált rádióállomás és központ híradókomplexumok kivitelezése, legyártása és rendszerintegrálása.

ÖSSZEGZÉS

A NATO-tagországok hadseregeinek fejlesztése az orosz–ukrán háború tanulságai alapján számos területen elengedhetetlen változtatásokat igényel. A kommunikációs rendszerek fejlesztése, a dróntechnológia alkalmazása, a precíziós fegyverek integrálása, a kiberbiztonság és a műholdas felderítés mind olyan kulcsfontosságú tényezők, amelyek hozzájárulhatnak a tagországok, így az MH képességeinek jelentős növeléséhez is. Ezen fontos műveleti képességek kialakítása nem képzelhető el mobil és főként korszerű, az átmeneti eszközpark vonatkozásában modernizált híradó-informatikai eszközök nélkül, melyekre egyre nagyobb igény mutatkozik a telepíthető híradó csapatok eszköztárában. [10][11]

Nyilvánvaló, hogy a katonai integrált rádióállomás és központ képességek a korszerű hadviselés mobilizált és gyorsan telepíthető híradó-infor-

matikai támogatásának egyik legfontosabb technológiai pillérét jelentik. Ezek a rendszerek már messze túlmutatnak a hagyományos, egysatornás hangkommunikáción: olyan moduláris, hálózatalapú megoldásokról van szó, amelyek lehetővé teszik a többirányú adatforgalmat, az automatikus frekvenciakezelést, valamint a különböző szárazföldi platformok közötti zökkenőmentes kommunikációt. A modern rádióállomások – gyakran SDR (Software Defined Radio) alapon – dinamikusan konfigurálhatók, és képesek támogatni az adaptív modulációs eljárásokat, hálózati topológiák gyors újraszervezését, valamint a digitális titkosítás és elektronikus hadviselés elleni védelem legújabb módszereit.

A cikkben bemutatott modernizált állomás (illeszkedve az MH jelen időszakban még domináns hagyományos rádiórendszeréhez) a rádiótechnológia vonatkozásában ugyan nem a legújabb technikai színvonalat képviseli, hanem a 2000-es évek utáni rádiókommunikációs hadiipari fejlesztéseket, pl. nem rendelkeznek IP-címzési techno-

lógiával, de digitális voltukból fakadóan már így is olyan képességeket birtokolnak, amiket az analóg technológiák nem. Képesek a szórt spektrumú üzemmódra, a frekvenciaugratásra, illetve digitális üzemmódjukhoz kapcsolódó kulcseljárásuk megfelel a NATO CONFIDENTIAL (Kongsberg) és NATO SECRET (Harris) minősítési szintnek. A fenti hiányosságok pótlásával az MH rádióhíradása számára adott a további fejlesztések iránya. [12]

Ellenben informatikai eszköz vonatkozásában a ma elérhető legmodernebb eszközváltozatokat építették be, szem előtt tartva az informatikai rendszerek üzemeltetéséhez szükséges elérhető frissítéseket, többéves prognosztizálható gyártói támogatás elérését, ami információbiztonsági szempontból indokolt.

Összességében elmondható, hogy az integrált rádióállomások nem csupán kommunikációs eszközök, hanem komplex, hálózati csomópontok, amelyek döntő mértékben hozzájárulnak a műveleti szintű döntéshozatal gyorsaságához és pontosságához a 21. század hadszínterein. [13]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program. https://hu.wikipedia.org/wiki/Zr%C3%ADnyi_Honv%C3%A9delmi_%C3%A9s_Hader%C5%91fejleszt%C3%A9si_Program (Letöltve: 2025.04.21.)
- [2] NATO SHAPE, NCIA követelménytámasztás. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_229801.htm (Letöltve: 2025.04.23.)
- [3] HÍR/4 – Magyar Honvédség Híradó- és Informatikai Összhaderőnemi Doktrína.
- [4] Imhof László – Sali László: Hadműveleti-alkalmazási követelmények I. HVK Híradó, Informatikai és Információvédelmi Csoportfőnökség 2017. Nytsz: 1717/113-20/2017.
- [5] Imhof László: Az orosz–ukrán konfliktusban megvalósított CIS támogatás, és konklúziói. Ukrán Tapasztalatfeldolgozó Konferencia 2024. Az MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság konferencia kiadványa.
- [6] PK-1/G-M Integrált Rádióállomás és Központ Beépítési Rendszertechnikai Terv. HM ArmCom Zrt. 2022. Nytsz: 484/147.
- [7] Fekete Károly: VSAT rendszerek alkalmazásának lehetőségei a Magyar Honvédség jelenlegi és távlati hírrendszerében. LUDITA – A Nemzeti Közfoglalkoztatási Egyetem repozitórium rendszere, Budapest. <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/297> (Letöltve: 2025.04.29.)
- [8] TRIVAL Antene: AD-17/B-110 datasheet. <https://www.trival-antennas-masts.com/sites/default/files/brochures/ad-17-b-110-eng.pdf> (Letöltve: 2025.05.11.)
- [9] Papp Botond – Munk Sándor: A MH Tábori vezetési és irányítási (C2) szoftverrendszer (HUNTACCIS) integrációs feladatai 1. Informatikai rendszerintegrációs feladatok fogalmi alapjai. Hadmérnök, 2021/2, 205–219. <https://doi.org/10.32567/hm.2021.2.14>
- [10] Haig Zsolt: Információs műveletek a kibertérben. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018, 219–229. https://www.researchgate.net/publication/373265412_Informacios_muveletek_a_kiberterben (Letöltve: 2025.04.28.)
- [11] Iordache, Mihai: Air Mission Commander. Command and Control. Land Forces Academy Review, 2020/1, 8–14. <https://doi.org/10.2478/raft-2020-0002>
- [12] Szelezcki Szilveszter: Interpreting the interoperability of the NATO's communication and information systems. Scientific Bulletin, 2019/1, 95–107. <https://doi.org/10.2478/bsaft-2019-0011>
- [13] Szelezcki Szilveszter – Farkas Tibor: A Magyar Honvédség harcászati infokommunikációs hálózatainak korszerűsítési irányelvei. Hadtudomány, 2022/1, 74–92. <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2022.32.1.74>

1. ÁBRA. Az Ausztrál Királyi Haditengerészet első Collins-osztályú tengeralattjárója, az HMAS COLLINS megérkezik a sydney-i kikötőbe (Fotó: Royal Australian Navy)

OTT ISTVÁN DÁNIEL*

ATOM-TENGERALATTJÁRÓK AZ AUSZTRÁL KIRÁLYI HADITENGERÉSZET KÖTELEKÉBEN

II. RÉSZ

AZ AUSZTRÁL KIRÁLYI HADITENGERÉSZET TENGERALATTJÁRÓ-FEGYVERNEME

A cikksorozat első részében eljutotunk az ausztrál tengeralattjáró fegyvernem megalakulásától a 20. század végi események bemutatásáig.

Ezen belül különösen eseménydús-nak mondható a hidegháború időszaka, hisz az ausztrál flotta ellenőrzés alatt tartotta a teljes indiai- és csendes-óceáni térséget a nem túl nagy számú – összesen hat brit gyártású Oberon-osztályú – tengeralattjárójával, miközben felderítést, hírszerzést végzett a kínai, szovjet, indonéz és más flották fenyegetése közepette. Akármennyire is sikeresek voltak az Oberonok, a leváltásukra tett lépések még jelentős korszerűsítésük előtt, már 1978-ban elkezdődtek.

A SEA 1114 PROJEKT

Az ausztrál Oberon-osztályú tengeralattjárók leváltásának kérdése tehát már a múlt század hetvenes éveinek végén felmerült, a nyolcvanas évek-re pedig megfogalmazódott az új vízi járművel kapcsolatos négy fő követelmény:

- az új tengeralattjárók feleljenek meg Auszália és a térség óceáni körülményeinek (a parttól távoli vizeken, hosszú távú bevetéseken is megbízhatóan legyenek képesek feladataik végrehajtására);
- az egységek hosszú távon is fenntartható, korszerű felderítő, kommunikációs és fegyverrendszerekkel legyenek felszerelve;

- a tengeralattjárók teljes élettartama alatt biztosított legyen a háttérinfrastruktúra, a javítási és karbantartási kapacitás, valamint az élettartam-hosszabbítás lehetősége;
- részben a fentiekhez kapcsolódó és talán a legnagyobb elvárás volt, hogy az új hajóosztály összes tagját a hazai védelmi iparnak kell megépítenie. [2; 59.]

Itt fontos megjegyezni, hogy Ausztráliában addig még sosem készültek tengeralattjárók, így azok megépítésben szinte semmilyen tapasztalattal sem rendelkeztek. Az Oberon-osztályú egységek periszkópjainak és kisebb sérüléseinek hazai javítását a gyártó Nagy-Britanniától függetlenül

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

sikerült megvalósítani, [2][3] de az így szerzett tapasztalat még igen messze volt a saját egységek építéséhez szükségstől.

A RAN (Royal Australian Navy – Ausztrál Királyi Haditengerészet) 1983-ban a világ szinte összes dízel-elektromos tengeralattjáró-gyárának megküldte pályázati felhívását. A tenderre összesen hét konzorcium jelentkezett.

A francia Direction des Constructions Navales (DCN) először az Agosta-osztállyal pályázott, de ezt a bírálóbizottság visszautasította azzal az indokkal, hogy alig újabb konstrukció, mint a leváltani szándékozott Oberonok. A cég ezután a Rubis-osztályú atom-tengeralattjáró módosított dízel-elektromos hajtású változatának terveit ajánlotta fel. [3]

A nyugatnémet IKL (Ingenieur Kontor Lübeck) – együttműködve a HDW (Howaldtswerke-Deutsche Werft) céggel – a Type 209 típust szerette volna eladni.

A szintén német Thyssen Nordseewerke TR 1700 típusának terveit nyújtotta be a pályázatra. A német pályázók látszatra nem voltak esélytelenek, hisz a Type 209-es és a TR 1700 típusú tengeralattjárók jelentős exportsikereket értek el, és kiválóan teljesítettek – főleg latin-amerikai haditengerészeteknél. [4]

Az olasz Cantieri Navali Riuniti gyár Sauro-osztály konstrukciója hasonló korú volt, mint a francia Agosta-osztály, így szintén nem sok eséllyel pályázott, és ezt belátva, végül az olasz résztvevők vissza is vonták ajánlatukat.

A holland United Shipbuilder Bureaux és a Rotterdamsche Droogdok Maatschappij kínálta Walrus-osztályú egység a többi hajónál lényegesen korszerűbbnek számított.

Ugyanez volt igaz a svéd Kockums Type 471 tervére is, igaz, ebből ekkor még egy példány sem épült meg, csak a tervrajzokon létezett, és a svédeknek semmilyen tapasztalatuk sem volt az exportra gyártott tengeralattjárókkal kapcsolatban. A saját tengerészetüknek gyártott egységeket

speciálisan a Balti-tenger sekély vizeire készítették.

A hagyományos nemzetközösségi kapcsolatoknak köszönhetően a tenderen esélyes volt Nagy-Britannia is, hiszen az előző Oberon-osztályú tengeralattjárókat is ők szállították. A brit Vickers Shipbuilding & Engineering a Type 2400 projekttel pályázott, mely a későbbi Upholder-osztályú tengeralattjárókat jelentette. A fentiek csak a „hajótestről” szóltak, a fegyver-, a kommunikációs és a felderítőrendszerek szállítására külön pályázatot írtak ki, itt is szem előtt tartva a nagyfokú hazai részesedést a gyártásból. [2; 70–75.]

Az évekig tartó kiválasztási procedúrát több belpolitikai botrány kísérte, végül két pályázó maradt versenyben: a tengeralattjárók eladásában igen nagy sikereket elért és nagy tapasztalattal bíró IKL/HDW a Type 209-essel és a svéd Kockums a Type 471-gyel. Még ha az ekkor már más haditengerészeteknél több tucat példányban szolgáló Type 209-esek rendszeresítése látszatra kisebb kockázattal is járt volna, mint egy, a csak tervrajzon létező típus megvásárlása, végül nem kis meglepetésre Ausztrália az utóbbi, tehát a svéd Type 471 megépítéséről döntött. A német tervek elvetésében nem kis szerepe volt annak,

hogy az ausztrálok nem látták megvalósíthatónak az általuk kívánt harci rendszerek integrálását a Type 209-re. Ezzel szemben úgy vélték, hogy az amerikai Rockwell harci rendszereit sikerül majd párosítani a Type 471 tervvel. [5]

Mivel a tender egyik alapfeltétele az volt, hogy az új ausztrál tengeralattjárókat a hazai iparnak kell legyártania, 1987-től – zöldmezős beruházként – Osborne-ban, Dél-Ausztráliában felépítettek egy hajógyárat ezen munkák végrehajtására. [5][6]

Az első tengeralattjáró gerincét 1990-ben fektették le, ezzel megkezdve a gyártást az új ausztrál üzemben. Azt a célt, hogy száz százalékban ausztrál részegységekből történjen az összeszerelés, eleinte nehéz volt tartani, ezért az első tengeralattjáró hat részből álló törzséhez az első két szekció még a svédországi Malmöben készült. Az első tengeralattjárónak és az osztálynak John Augustine Collins¹ admirális után az HMAS COLLINS nevet adták. Az osztály többi tagja a második világháborúban jelentős szerepet játszó vagy hősi halált halt tengerészek, illetve tengerésztisztek neveit viseli. Ausztrália tengeralattjárók önálló gyártását célzó erőfeszítései elismerésre méltóak, de ahogy azt sejteni lehetett, a folyamat nem volt problé-

2. ÁBRA. Collins-osztályú tengeralattjáró az ausztrál Osborne Naval Shipyard (haditengerészeti hajógyár) dokkjában (Forrás: Shutterstock)



¹ Sir John Augustine Collins (1899–1989) tengerésztiszt és diplomata. Szolgálatát a professzionalizmus és az éles ítélőképesség jellemezte. Határozott, bátor vezető volt, konzervatív anglikánként aktívan ápolta a szolgálat hagyományait. Egy generáción át az ausztrál haditengerészet nyilvános arca volt. 1993-ban felesége, Lady Collins bocsátotta vízre a férjéről elnevezet HMAS Collins tengeralattjárót.

mamentes. A COLLINS vízre bocsátásának határidejét csak egy „csellel” sikerült tartani. Amikor 1993. augusztus 28-án vízre tették, több külső részegysége csak feketére festett farostlemezről állt, belső vezetékhálózatai és más alkatrészei is hiányoztak, de az ünnepélyes ceremónián jól mutatott a vízben úszó „mockup”². Később a hajót kiemelték és a szárazdokban tovább folytatták építését. A COLLINS átadására végül 1996 júliusában került sor, de a teljes hadrafogathatóságot csak 2000-ben érte el. Ráadásul, mivel az osborne-i gyárban minden kapacitást az első tengeralattjáró átadásának és hadrafogathatóságának biztosítása kötött le, késedelmet szenvedett a többi egység gyártása. Így az utolsó egység csak 2004-ben állhatott szolgálatba. Az új tengeralattjárók rendszeresítésének késése jelentősen kitolta a régebbi Oberonok szolgálati idejét is. A Collins-osztály imázsának nem tettek jót az új technológiák alkalmazásából adódó sorozatos problémák, és az ezt kihasználó belpolitikai csatározások, melyek odáig jutottak, hogy a kilencvenes években többször felmerült az egész projekt leállításának és törlésének lehetősége is. [7]

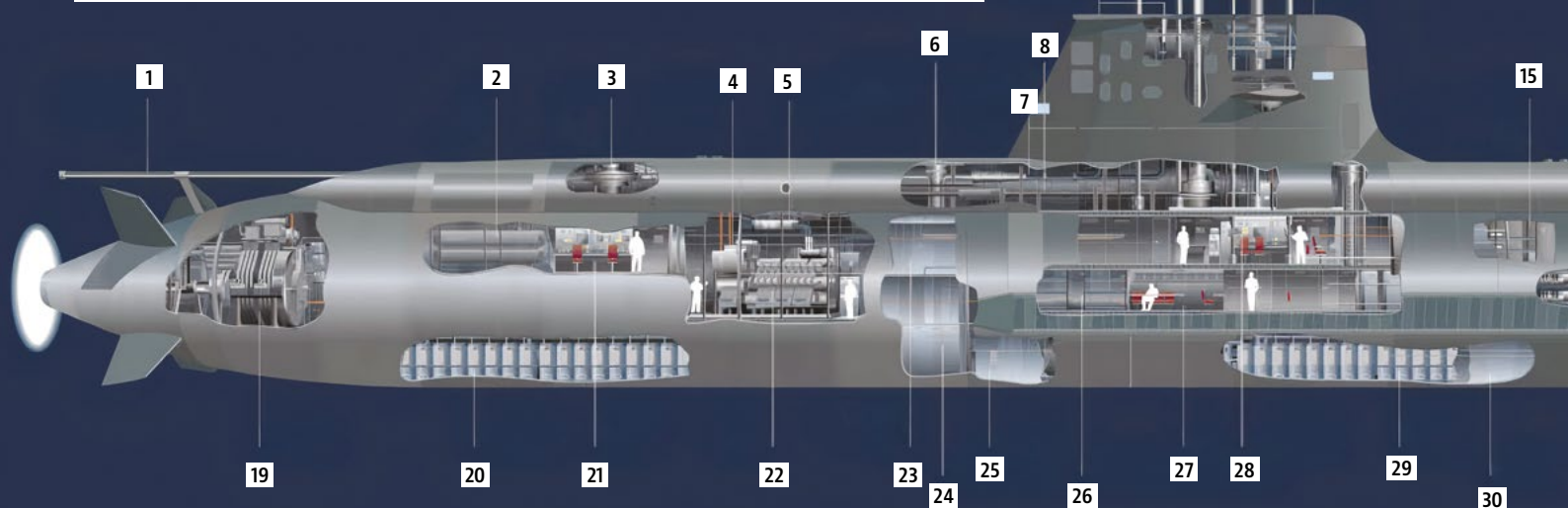
A főbb nehézségek a hajótest hegesztésével, az árulkodóan magas zajszinttel, a fegyverrendszer integrálásával és a költségkeretek túllépésével kapcsolatban léptek fel. Az első példány hajótestének két, még Svédországban készített szekciójánál a svédok nem megfelelő hegesztési technológiát alkalmaztak. Az így keletkezett hibák már a COLLINS első próbaútjainál jelentkeztek, és bár a malmői Kockums Jernverk először az osborne-i hajógyárra próbálta hárítani a felelősséget, a vizsgálatok egyértelműen bebizonyították, hogy a hibák a svédok által legyártott alkatrészekre keletkeztek. Ez persze nem változtatott semmit azon, hogy a hibák kijavítása jelentős csúszásokat okozott a projektben.

A másik fő probléma a hajótest által keltett zaj volt. A SEA 1114 projekt kiírása ezzel kapcsolatban semmi-

lyen műszaki és – a mérnökök számára egyértelműen – számszerűsíthető határértéket nem fogalmazott meg, csupán annyit, hogy az új tengeralattjáró-osztálynak kétszer olyan csendesnek kell lenni, mint az Oberonoknak. Mint más tengeralattjárók esetében, így a Collins-osztálynál is a gépészet volt a fő zajforrás, azonban ezt más tengeralattjáró-gyártókhoz hasonlóan azzal küszöbölték ki, hogy a dízel- és a villanymotorokat, a hajtáslánc elemeit és más mechanikus berendezéseket flexibilis platformokra helyezték, így csökkentve a működésükből eredő rezonanciát. A víz alatti zajok másik két fő forrása továbbá a hajótest kialakítása és a hajócsavar által keltett kavitáció³ volt. Az eredeti svéd Type 471-es tervek hidrodinamikai szempontból megfeleltek az alacsony zajkibocsátás elvárásainak, ezt több, arányosan kicsinyített modell medencékben végzett áramlástan vizsgálatával is igazolták. De a fejlesztés alatt az ausztrál fél többször változtatott a hajótest hosszán,

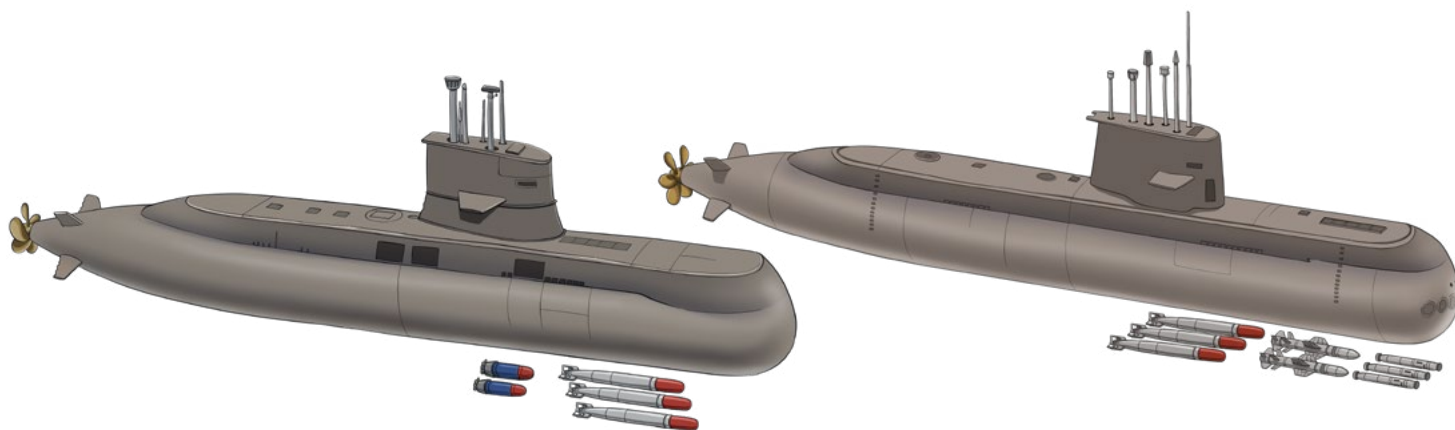
3. ÁBRA. Egy Collins-osztályú tengeralattjáró metszete és főbb részegységei [9]

1. szonárvontató nyúlvány 2. sűrítettlevegő-tartályok 3. vontatókábel-dob 4. generátorok
5. zajelnyelők 6. vészhelyzeti zsílipnyílás 7. kipufogórendszer 8. légbeszívók (dízelmotoroknak)
9. kipufogónyílás 10. rádióforgalmazást követő antenna 11. légeriszkóp 12. támadóperiszkóp
13. figyelőperiszkóp 14. híd 15. legénységi körlet 16. torpedóberakodó nyílás 17. torpedótér
18. aktív szonár antenna 19. hajócsavart hajtó villanymotor 20. akkumulátorok 21. gépház
22. dízelmotorok 23. sűrítettlevegő-tartályok 24. ballaszttartály 25. üzemanyagtartály 26. alsó legénységi körlet
27. kábel 28. vezérlőterem 29. akkumulátorok 30. üzemanyagtartály 31. torpedótároló rekesz
32. torpedóelőkészítő tér 33. torpedó-indítócsövek 34. előkészítendő kamra



² Mockup: a végleges verziót bemutató makett.

³ Kavitáció: az a fizikai jelenség, melynek során egy folyadékban a nyomás helyi csökkenése miatt gőzbuborékok képződnek, majd ezek a buborékok szétroppannak. Ez a jelenség leggyakrabban folyadékáramlásokban, például szivattyúkban vagy hajócsavarok környékén fordul elő, ahol a nyomás a folyadék gőznyomása alá esik.



a torony alakján és más, a hajótestből kiálló berendezés formáján. Az így módosított modellek hidrodinamikai vizsgálata azonban már elmaradt, mert egyszerűen annak költségeit és az ezzel járó határidőcsúszásokat a gyártó nem akarta vállalni. Ezért a módosításokkal járó problémák már a kész hajótestekkel átadott valós példányokon jelentkeztek. Később ezeket a problémákat (a fegyverrendszerek integrációjával együtt) megoldották, de mindez jelentős presztízavesztést okozott az egész Collins-osztálynak. [2; 266–288.]

A COLLINS-OSZTÁLY HAJÓI

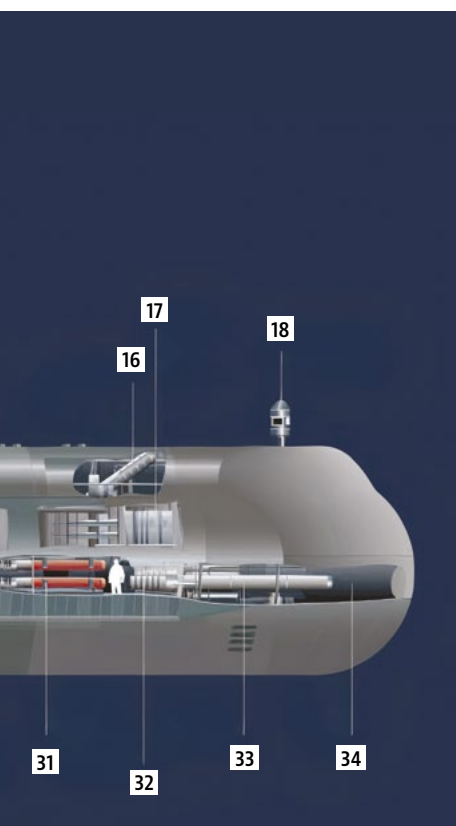
A Collins-osztály tagjai voltak a flotta (RAN) első ausztrál gyártású tengeralattjárói, melynek tervei a svéd Type A-17 Västergötland osztályú tengeralattjáró tervei alapján készültek. Ez a típus a svéd szemponatoknak tökéletesen megfelelt: kicsi, kompakt, a legújabb felderítő- és fegyverrendszerekkel felszerelt tengeralattjáró-osztály volt. Méretei és ebből adódó képességei, mint például a hatótávolság és ezzel összefüggésben az őráratok idejének hossza azonban nem tette lehetővé a hosszú, nyílt óceáni bevetéseket, amire a svéd haditengerészetnél nem is volt szükség. Éppen ezért volt szokatlanul ambiciózus, hogy a svéd Kockums cég ennek a tengeralattjárónak a terveit módosítva csak egy papíron létező, a már említett Type 471-es projekttel pályázott az ausztrál tengeralattjáró-tenderen. Ahhoz, hogy a Type A-17 tervei megfeleljenek az ausztrál elvárásoknak, jelentősen módosítani kellett azokat. Ebből a legszembevetőbb az volt, hogy míg a svéd Type A-17 Västergötland-osztály tengeralattjáróinak hossza 48,5 méter volt, addig az ausztrálok számára szánt Type 471 terve egy közbülső szekció betoldásával 77,42 méterre nőtt. Magát a hajótestet már a Type A-17-nél is a hagyományos meghajtású tengeralattjárók új generációi szerint elfogadott elvek szerint alakították ki. Jellemzője volt tehát az áramvonalas, víz alatti haladáshoz optimalizált hajótest egy hajócsavarral, magas, áramvonalas toronnyal, rajta magassági kormánylapátokkal. Ez az elrendezés – szemben a más ten-

geralattjárók orron elhelyezett kormánylapátjaival – megkönnyíti a kikötést. A hajótest végén, a vízszintes stabilizálást szolgáló négy kormánylapát „X” alakban helyezkedik el. Ennek az elrendezésnek több előnye is van, többek között csökken a hajótest szélessége, megint csak a kikötést segítve, emellett sokkal finomabb víz alatti manővereket tesz lehetővé és azt, hogy a tengeralattjáró a Balti-tenger sekély vizeiben a „tengerfenékre üljön”.⁴ Ezeket a jellemzőket örökölte az „arányosan felnagyított” Type 471 projekt hajótestének kialakítása is.

A nagyobb méretnek köszönhetően az ausztrál típus több torpedót hordozhat. A speciális svéd igények szerint a Type A-17 Västergötland-osztály hat darab 533 mm és négy darab 400 mm átmérőjű torpedóvető csővel rendelkezett; a módosított, ausztrálok számára szánt tervek szerint a Collins-osztálynak csak hat db 533 mm-es torpedóvető csője van az orronban. Módosult és valamivel nagyobb lett a torony, és ahogy a svéd elődtípusnál, úgy az ausztrál Type 471-esnél is számításba vették, hogy ott függőleges indítóberendezést helyezzenek el robotrepülőgépek vagy más fegyverrendszerek alkalmazásához. [8] Ezt a megoldást végül elvetették, de a robotrepülőgépek bevetésének lehetősége megmaradt, hisz több típus a torpedóvető csőekből is indítható. [10]

A Collins-osztály meghajtásáról három Garden Island-Hedemora 18 hengeres dízelmotor gondoskodik három Jeumont-Schneider generátort forgatva. Az így megtermelt elektro-

4. ÁBRA. Balra a svéd Type A-17 Västergötland-osztályú tengeralattjáró, jobb oldalon az annak bázisán tervezett Type 471 grafikája látható. Az eredetileg a Balti-tenger sekély vizeire tervezett hajótestet egy közbülső elem betoldásával és magasabb, kissé módosított toronnyal tették alkalmassá az óceáni szolgálatra, bővült a hordozható fegyverek száma is, például az illusztráción is látható UGM 84 C Sub-Harpoon hajók elleni robotrepülőgéppel. A megépített Collinsok még több látható módosítást is kaptak az itt látható rajzhoz képest [8]



⁴ Ennek az ausztrál haditengerészet esetében nyilván kisebb jelentősége van, hisz hadművelleti területeik a több száz és több ezer méteres óceáni mélységek felett vannak. Így figyelembe véve a Collins-osztály kritikus merülési mélységének kb. 500 méteres határát nem lehetséges, hogy tengeralattjáróik elérjék a tengerfenék mélységét, bár az óceáni szigetvilág sekély részein, a különleges művelési örök partra tételénél elképzelhető, hogy a RAN is élvezi az „X” kormányelrendezés előnyeit, de erről a szerző nem talált megbízható forrásokat.



5. ÁBRA. A képeken az HMAS WALLER az USA-val közösen fejlesztett Mark 48 Mod 7 torpedóval süllyeszti el a célhajónak selejtezett USS FLETCHER rombolót 2008. július 16-án, a RIMPAC 08 hadgyakorlat során [12]

mos energiát a Jeumont-Schneider egyenáramú villanymotorral hajtott egy darab hétlapátú hajócsavar meghajtására használják fel. [2; 100–108.] A fegyverzet 23 darab Mk 48-as torpedóból, a torpedóvető csövekből indítható UGM 84 C Sub-Harpoon hajók elleni robotrepülőgépből vagy 44 darab Stonefish aknából, illetve ezek



6. ÁBRA. Az HMAS WALLER tengeralattjáró (Fotó: Damian Pawlenko/Royal Australian Navy)

kombinációjából állhat. [8; 57.] Számításba vették a függőlegesen vagy torpedóvető csőből indítható más robotrepülőgépek, konkrétan az amerikai BGM-109 Tomahawk valamelyik verziójának alkalmazását. Ezekkel az ausztrál tengeralattjárók nemcsak hajókat, hanem szárazföldi célpontokat is támadhattak volna. A valóság azonban az, hogy ugyan felmerült a Tomahawkok rendszeresítése a RAN-nál, ám napjainkig egyetlen Collins-osztályú tengeralattjárót sem láttak el ilyen fegyverrel, továbbá jelenleg a torpedóvető csőből indítható Toma-

hawk robotrepülőgép-típusok nincsenek gyártásban. [4; 11.]

HMAS WALLER

A kezdeti nehézségek ellenére a kétezres évek második felére a Collins-osztály mind a hat tagja szolgálatba állt, és ahogy az előd Oberon-osztály, sikerrel vett részt a titkos kelet-timori vagy a Dél-kínai-tengeren folytatott felderítőbevetéseken, emellett az Egyesült Államok Haditengerészetével (United States Navy – USN) közösen folytatott hadgyakorlatokon. Az Oberon-osztályhoz hasonlóan

Gyártó ország	Ausztrália/Svédország	Oroszország	Japán
Osztály/típus	Collins / Type 471	Kilo-osztály / Project 636	Sörjü
Hajótörzs hossza [m]	77,42	~ 74	84
Vízszorítás felszínen/merülésben [t]	3100/3407	~ 2300/3000<	2900/4200
Meghajtás	3 db Garden Island-Hedemora HV V18b/15Ub (VB210) 18 hengeres dízelmotor, 3 db Jeumont-Schneider generátor [1400 kW, 440 V], 1 db hétlapátos hajócsavar	1 vagy 2 db dízel-elektromos motor, 1 db 1000 kW-os dízelgenerátor (4100–5100 kW), villanymotor, 1 db 6 vagy 7 lapátos hajócsavar	AIP-rendszerű 2 db Kawasaki 12V 25/25 SB típusú dízelmotor, dízel-elektromos 4 db Kawasaki Kockums V4-275R Stirling motor
Sebesség felszínen/merülésben [km/h]	19/37	18-22/31-46	24/37
Hatótávolság felszínen/merülésben [km]	21 300/ 7,4 km/h-val haladva 890	Légperiszkóppal haladva 11000/ 6 km/h-val haladva 700	AIP rendszerrel merülésben 11 300
Merülési mélység [m]	180 <	~ 300	n. a.
Fegyverzet	6×533 mm torpedóvetőcső, 22 db Mk 48 torpedó és/vagy UGM-84 C hajók elleni robotrepülőgép vagy Stonefish akna	6×533 mm torpedóvetőcső, 18 torpedó, akna vagy robotrepülőgépek számára, fegyverzet függ a rendszerítő országtól, SA-N-8, SA-N-10 légvédelmi rakéták csak az orosz példányokon	6×533 mm torpedóvetőcső ~ 30 db torpedó és/vagy robotrepülőgép és akna bevetéséhez
Személyzet [fő]	42-58	52	65
Rendszeresítés éve	1996	1980	2009
Rendszerítő országok a csendes-óceáni térségben	Ausztrália	Oroszország, Kína, India, Irán, Vietnám	Japán

a Collin-osztályú tengeralattjárók is jellemzően megfigyelő járőrözést végeztek. 1999-ben arról számoltak be, hogy az HMAS WALLER és egy másik ausztrál hajóegység az INTERFET (International Force East Timor: Kelet-Timori Nemzetközi Haderő) támogatását szolgálta, amely kíséretet nyújtott a szállítóhajóknak, figyelt az indonéz kommunikációt, illetve hónapokon át gyűjtött hírszerzési információkat. Az HMAS WALLER állítólag a haditengerészet felderítő bűvárait helyezte ki az Oecussi exklávéba⁵, hogy titkos tengerparti felde-
rítést végezzenek az 1999. októberre tervezett INTERFET partraszálló hadművelete előtt. [13]

Az HMAS WALLER és egy másik Collins-osztályú tengeralattjáró megkapta a különleges műveleti erők bevetéséhez köthető fejlesztést, egy olyan zsilipkamrát, amely lehetővé tette, hogy víz alá merülve több bűvár hagyhassa el a tengeralattjárót és visszatérhessen arra, kitöltve ezzel azt a képességbeli hiányt, amelyet az egykori Oberon-osztályú HMAS ONSLOW biztosított. [2; 130–141.] Az ilyen keszonkamrákkal nem rendelkező tengeralattjárókat a bűvárok ugyanis csak a torpedóvetőcsöveken egyesével vagy maximum (ha egymás után ketten beférnek a torpedóvetőcsőbe) párban tudják elhagyni.



AUSZTRÁLIA ÚJ TENGERALATTJÁRÓ STRATÉGIÁJA

A hosszas fejlesztés, az építés növekvő költségei és a Collins-osztály rendszerezését kísérő „gyermekbetegségek” ellenére – melyek minden más új fegyverrendszer kezdeti üzemeltetésénél jelentkezhetnek – végül a tervezett hat tengeralattjáró szolgálatba állt, és az ausztrál flotta legdrágább, de egyben legkorszerűbb egységeiként tartják számon őket. Mindezek

ellenére, már szolgálati idejük első felében, 2007-ben – akárcsak a korábbi Oberon-osztályú tengeralattjárók esetében – megkezdtek az utódtípusokkal kapcsolatos előtanulmányokat. Az új típussal kapcsolatos konkrét igényeket az ausztrál védelmi minisztérium a 2009-ben megjelent Fehér könyvben (Defence White Papers) adták ki. Eszerint az ausztrál tengeralattjárók elrettentik az Ausztrália elleni katonai agressziót már azért, hogy

7. ÁBRA. Négy Collins-osztályú tengeralattjáró halad vonalban [14]

⁵ Az Oecussi régió földrajzilag Kelet-Timor része, de politikailag a jóval távolabbi Indonéziához tartozik.

Kína	Németország	Németország	Tajvan
Yuan / Type 039A	Type 209	Type 214	Hai Kun-osztály
77,6	55,9–64,4	65	70
~ 2000/2600	1200/1800	1690/1860	?/2500
AIP-rendszerű dízelmotor-generátor-villanymotor hajtáslánc, egy hajócsavarral	Általában 4 db dízelmotor-generátorok és villanymotorok hajtáslánca, 1 db hétágú hajócsavar	AIP-rendszerű dízelmotor-generátor-villanymotor hajtáslánc, egy hajócsavarral	Nem AIP-rendszerű dízel-elektromos hajtás egy hajócsavarral
?/37	21,3/41,7	22/37	n. a.
14 816 (nincs adat arról, hogy ez felszínen vagy merülésben)	20 000 / 7 km/h-val haladva 740	22 000 / 7,4 km/h-val haladva 311	n. a.
250 <	500	~ 400	350-420
6×533 mm torpedóvetőcső, 18 torpedó és/vagy robotrepülőgép és aknák bevetésére (rendszeresítő országtól függően)	8×533 mm torpedóvetőcső, 14 torpedóhoz, UGM-84 hajó elleni robotrepülőgép, aknák stb. bevetéséhez	8×533 mm torpedóvetőcső, torpedók, UGM-84 C hajó elleni robotrepülőgépek	533 mm torpedóvetőcsövek, Mk 48 torpedók és UGM-84 L hajó elleni robotrepülőgép, aknák
36	36	27	n. a.
2006	1971	2001	2025
Kína, Thaiföld, Pakisztán	India, Indonézia, Dél-Korea, Dél-Afrika	Dél-Korea	Tajvan

1. TÁBLÁZAT. A Csendes- és Indiai-óceán térségében alkalmazott főbb dízel-elektromos és AIP (levegő-független hajtású) tengeralattjárók adatainak összehasonlító táblázata. (A rendszeresítő országok között csak a térséghez kapcsolódóak szerepelnek, például a Type 209 típust alkalmazza a török és az egyiptomi haditengerészet is, de jelenlétük itt nem releváns) (A szerző szerkesztése a [2][8][18][19][20][21] alapján)

Ausztrália és a közeli nemzetek vizein járőröznek; ezen túlmenően információt gyűjtenek és figyelik a nemzetközi elektronikus kommunikációs csatornákat, támogatják a különleges erők bevetéseit. A tengeralattjáróknak földrajzi és oceanográfiai körülmények széles skáláján kell üzembiztosnak lenniük, a hideg déli óceántól a Korall-, az Arafura- és a Timor-tenger trópusi vizéig, amihez szükséges, hogy a tengeralattjárókon a személyzet és a berendezések részére mindig megfelelő hőmérsékletet biztosítsanak. Az egységeknek különböző só-tartalmú, vízsűrűségű és jelentősen eltérő éghajlatú vizeken is egyformán kell teljesíteniük. Figyelembe véve a jövőbeni geopolitikai viszonyok eltolódását (pl. Kína kékvízi⁶ flottájának fejlesztését repülőgép-hordozókkal és újabb nukleáris meghajtású tengeralattjárókkal), már tizenkét darab új ausztrál tengeralattjáróra van szükség a Collinsok leváltásához.

Ezúttal is feltétel volt az ausztráliai gyártás. [1] A tervek szerint az első példánynak 2025 előtt el kellett volna készülnie, azonban már a tender kiírásakor is jelentős késéssel kezdődött, mert nem határozták meg az új típustól elvárt pontos képességeket. Végül a 2015-ben kiírt tenderre japán, német, francia és svéd pályázatok érkeztek. Japán a Mitsubishi Heavy Industries által gyártott, a Japán Önvédelmi Erőknél is rendszeresített Sörü-osztályú dízel-elektromos tengeralattjáróval pályázott. Kijelenthető, hogy kategóriájukon belül ezek az egységek a világ legkorszerűbbjei közé tartoznak. Az üzletnek kedvezett, hogy Japánban éppen 2014-ben enyhítettek a szigorú fegyverexport-törvényen – Japán ugyanis a második világháború óta nem exportált fegyvert.

A német Thyssen Krupp Marine Systems a Type 214-es terveit ajánlotta, mely típus az előző német tengeralattjárókhöz hasonlóan komoly exportsikerekkel bizonyította alkalmasságát. A francia Direction des Constructions Navales (DCNS), később Naval Group hadipari egyesülés Attack-osztály néven egy olyan tengeralattjáró terveit ajánlotta, mely ha-

jótorzse a francia haditengerészetnél alkalmazott Barracuda- (vagy Suffren-) osztályú, nukleáris meghajtású egységé, de hajtáslánca a hagyományos Scorpène-osztály módosított elemeit alkalmazta volna.

A svéd Kockums a balti vizek szempontjai szerint, hazai felhasználásra szánt A26-os típus módosított és arányosan megnövelt terveivel pályázott. A francia és svéd tervekkel kapcsolatban mintha csak ismételte volna magát a történelem, hisz a Collins-egység születésénél a franciák egy nukleáris hajóosztály dízel-elektromos meghajtással módosí-

tott változatával, a svédek pedig egy akkor még szintén csak papíron létező tervvel pályáztak. A Collins-osztály terveinek és kezdeti építésének kivitelezése során a svédekkel szembeni bizalomvesztés után talán nem meglepő, hogy a 2015-ös tender első kiegészítője az A26-os projekt volt. 2016-ban Ausztrália a francia Attack-osztály terveit fogadta be és hirdette ki győztesnek. [16] A tervek megvalósítása azonban vontatottan haladt, a számítógépes grafikákon túl 2020-ig szinte semmi konkrét lépés sem történt a rendszeresítés irányába.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] <https://australiainstitute.org.au/wp-content/uploads/2022/11/Submarine-Explainer-WEB.pdf> (Letöltve: 2025.06.25.)
- [2] Yule, P. – Woolner, D.: The Collins Class Submarine Story. Cambridge University Press, 2008, 130–141.
- [3] Haynes, Fred: Periscope Repair Defects by Fin, Friend, and Feather. <https://navyhistory.au/periscope-repair-defects-by-fin-friend-and-feather/> (Letöltve: 2023.04.02.)
- [4] Ott István Dániel: Argentín tengeralattjárók az Atlanti-óceánon. Haditechnika 2019/2, 29–32. DOI: 10.23713/HT.53.3.05
- [5] Seal, G. – Blake, L.: Century of Silent Service. Boolarong Press 2014, 89–96.
- [6] <https://defences.com/precincts/osborne-naval-shipyard/> (Letöltve: 2025.06.29.)
- [7] Collins Submarine Development Scandal. <https://www.ourcivilisation.com/decline/collins.htm> (Letöltve: 2025.06.29.)
- [8] Miller, David: Modern tengeralattjárók. Hajja & Fiai Kiadó, Debrecen, 1993, 58–57, 60–61.
- [9] <https://www.asc.com.au/what-we-do/collins-class-submarine-sustainment/> (Letöltve: 2025.06.29.)
- [10] Sárhida Gyula: Robotrepülőgépek. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1986, 39–46.
- [11] Australia Proceeds With Collins Life Extension, Drops Tomahawk And Optronic Mast. <https://www.navalnews.com/naval-news/2024/06/collins-life-extension-goes-ahead-australia-drops-tomahawk/> (Letöltve: 2025.06.29.)
- [12] <https://wikimapia.org/13246374/Wreck-of-USS-Fletcher-DD-992> (Letöltve: 2025.06.30.)
- [13] <https://gentleseas.blogspot.com/2020/04/australian-seals-clearance-diver.html> (Letöltve: 2025.06.29.)
- [14] https://www.cairnspost.com.au/subscribe/news/1/?sourceCode=CPWEB_WRE170_a_BIN&dest=https%3A%2F%2Fwww.cairnspost.com.au%2Fnews%2Fcairns%2Fcairns-submarine-home-port-proposal-launched-amid-pacific-stepup%2Fnews-story%2Fe12068c0efa338f85139e83a735698dc&memtype=anonymous&mode=premium (Letöltve: 2025.06.30.)
- [15] <https://sketchfab.com/3d-models/blekinge-class-a26-type-submarine-5fb6e7b088694fe1b574f6c0c45f45c3> (Letöltve: 2025.06.30.)
- [16] Singh, Aniljai: Australian Submarine Force. <https://www.airuniversity.af.edu/JIPA/Display/Article/2800266/australian-submarine-force-a-checked-past-and-an-uncertain-future/> (Letöltve: 2025.06.30.)

⁶ Az angolszász terminológiában kék víznek a nyílt óceáni térséget nevezik, míg zöld víznek a parti sávot.



BARNÁ PÉTER*

AZ EGYESÜLT ÁLLAMOK EURÓPÁBAN ÁLLOMÁSOZÓ REPÜLŐERŐINEK A-10A CSATAREPÜLŐGÉPEI 1979-1993 KÖZÖTT

II. RÉSZ

Az első részben áttekintettük az A-10A csatarepülőgép kifejlesztését, illetve nyugat-európai telepítését, ideértve a típust az említett térségben repülő amerikai alakulatokat. Ebben a részben elsősorban az ide vonatkozó szervezeti átalakításokkal és támaszpontokkal foglalkozunk.

A 10. TFW ÁTFEGYVERZÉSE

Az Egyesült Királyság területén, azalconburyi légi bázison állomásozó 10. harcászati felderítőrepülő-ezred (Tactical Reconnaissance Wing – TRW) jelölését, miután az alárendelt felderítőrepülő-századokat feloszlatták, az RF-4C repülőgépeiket pedig kivonták az ezred állományából, 1987 augusztusában 10. harcászati vadászpilóta-ezredre (TFW) változtatták. A bentwatersi bázis szűfolytatásának megszüntetése végett az ott állomásozó 509. és az 511. TFS-t a 10. TFW alárendeltségébe helyezték. Az 509. TFS 1988. június 1-jén, az 511. TFS pedig 1988. szeptember 1-jén vált hivatalosan hadrafoghatóvá az új,alconburyi légi bázison.

ELŐRETOLT HADMŰVELETI REPÜLŐTEREK

A korábbi terveknek megfelelően Nyugat-Németország területén mind a hat repülőszázad számára egy-egy „saját” előretolt hadműveleti repülőteret (FOL) jelöltek ki, amelyek átlagosan 180 km-re helyezkedtek el egy esetleges európai háború várható ütközőzónájától. [1; 106.]

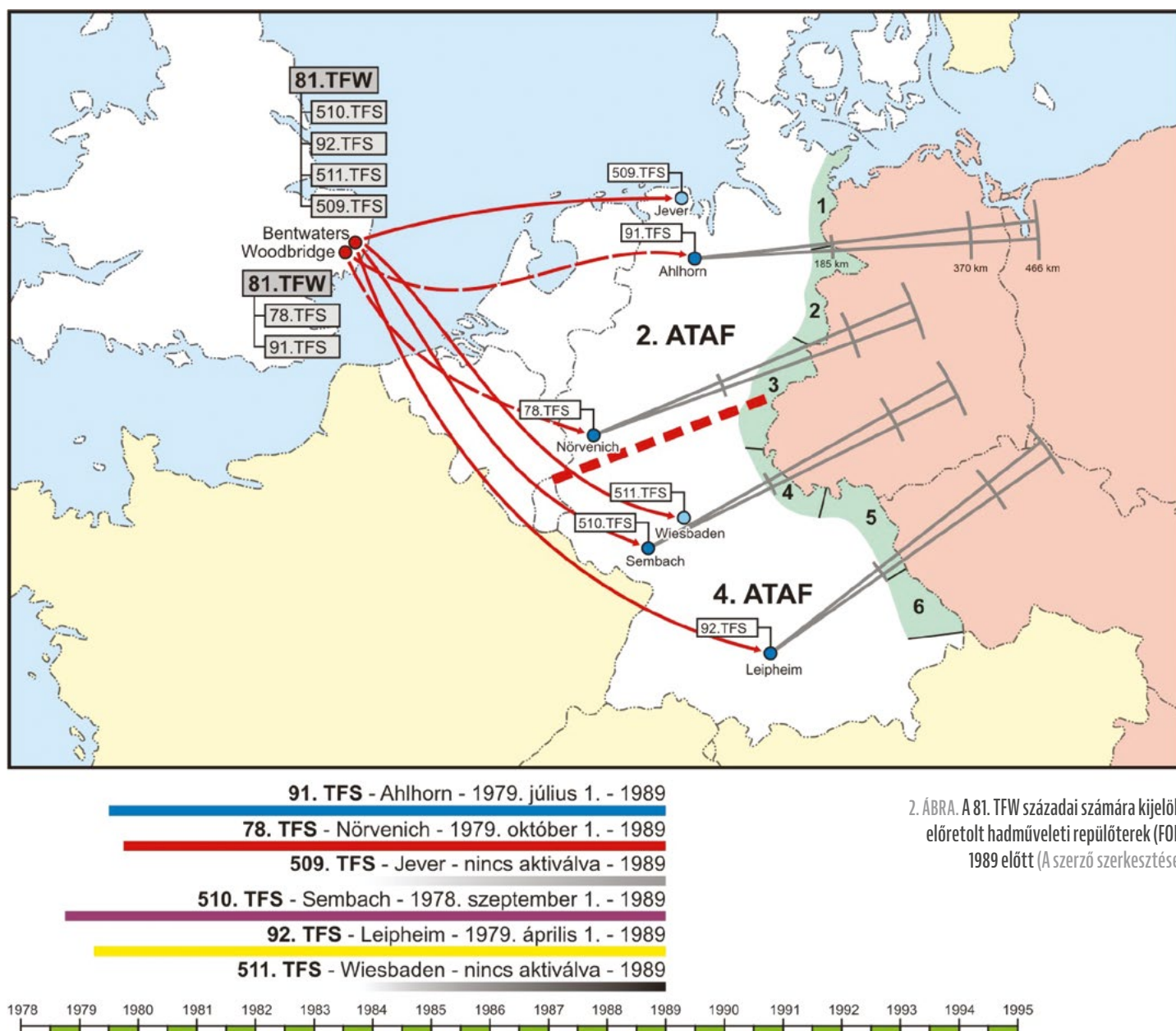
A hidegháború bizalmatlanságtól terhes viszonyai között meglehetősen szokatlannak számított, hogy a hat előretolt hadműveleti repülőterből négy elhelyezkedése, funkciója, illetve az ott állomásozó repülőgépek száma, szervezeti felépítése kezdettől fogva ismert volt.

Ebben az időszakban kizárólag a négy ismert repülőterén, a sembachi, a nörvenichi, az ahlhorni és a leipheimi repülőtereken állomásoztak a repülőszázadok kijelölt különítményei. A további két előretolt hadműveleti bázist, (melyek helye azóta már ismert) a jeveri, illetve a wiesbadeni támaszpontokat csak egy esetleges háborús helyzet esetén aktiválták volna. A hat előretolt hadműveleti repülőter helyét úgy határozták meg, hogy azok felelősségben megosztva a NATO irányítása alá tartozó két Szövetséges Harcászati Légierő (Allied Tactical Air Force – ATAF), a 2. és a 4. ATAF parancsnoksága alá tartoztak. [2; 48.] (2. ábra)

1989-ben az egyes repülőszázadok számára kijelölt előretolt hadműveleti repülőterek helyszíneit megváltoztatták. (3. ábra) A változtatás pontos okára a rendelkezésre álló forrásmunkák nem adnak magyará-

1. ÁBRA. Az USAFE 81. harcászati vadászpilóta-ezred 77-0259 USAF azonosítószámú Fairchild A-10A repülőgépe a woodbrige-i bázison. A repülőgép függőleges vezérsíkján az ezred egységes „WR” ezredkódja látható. A repülőgép jelenleg az Imperial War Museum duxfordi kiállításán látható, de már a 10. harcászati vadászpilóta-ezred „AR” ezredkódjával (Forrás: Alamy)

* Gépezsmérnök. ORCID: 0009-0006-3437-3149



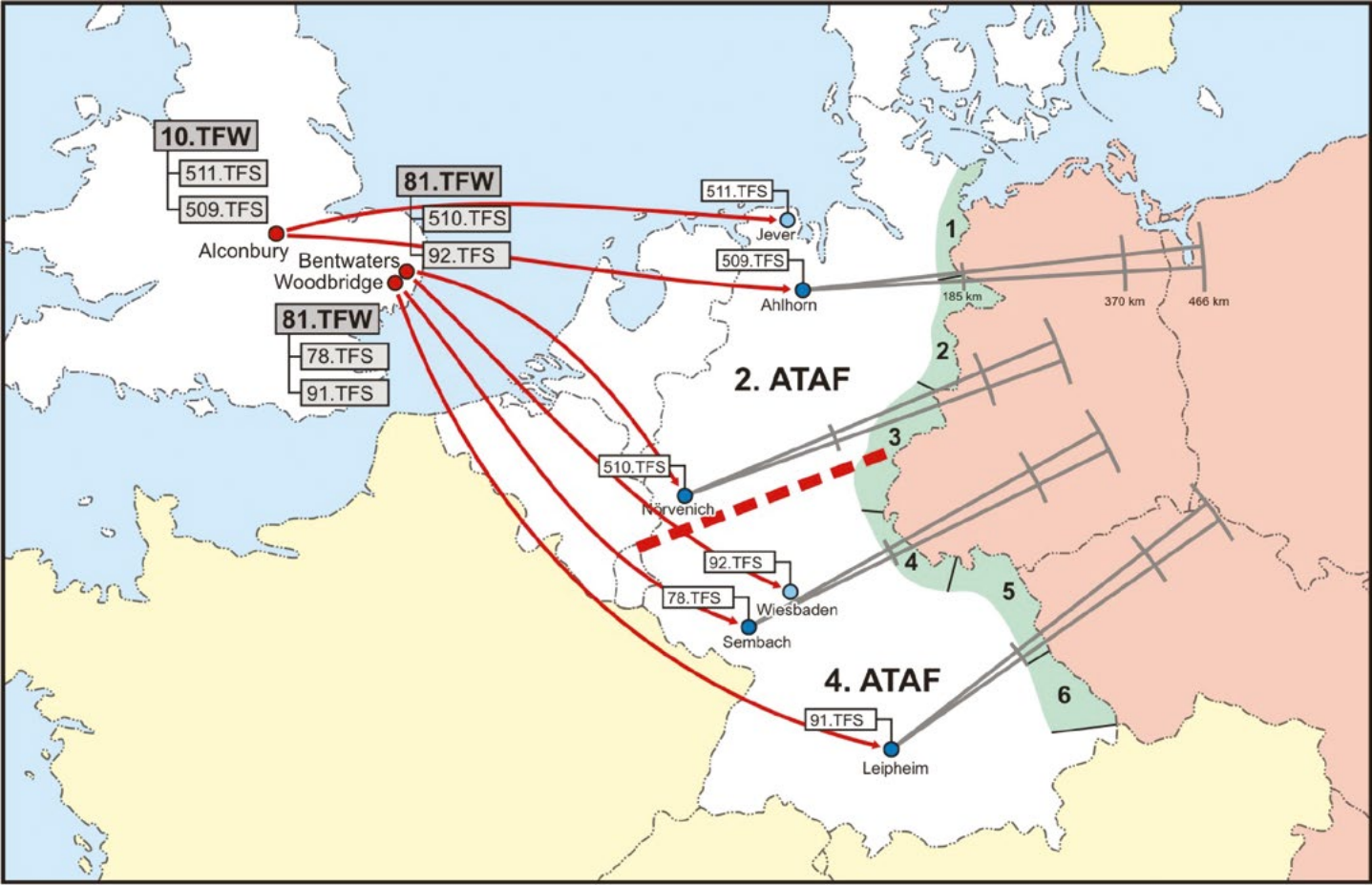
zatot, azonban az előretolt hadműveleti repülőterek cseréje vélhetően szorosan összefüggött a repülőszázadok 1988 második felében lezajló nagy-britanniai átszervezésével.

Az előretolt hadműveleti repülőterek infrastruktúrája elsősorban a repülőgépek bevetésre történő felkészítése (fegyverek, tüzelőanyag stb.) feltételeinek biztosítására korlátozódott, ezeken túl csak kisebb javításokra, illetve karbantartásra alkalmas létesítményeket alakítottak ki a bázisokon. [1; 106.] A repülőgépek bonyolultabb javítási és karbantartási feladatait továbbra is az Egyesült Királyságban található fő hadműveleti bázisokon végezték el. [2; 48.]

Az egyes repülőszázadok kijelölt alegységei, amelyhez nyolc-tíz A-10A Thunderbolt II repülőgép tartozott, a számukra kijelölt előretolt hadműveleti repülőtereken folyamatosan, rotációs alapon állomásoztak. [3; 118.] Azok a századok, amelyekhez békeidőben „inaktív” előretolt hadműveleti repülőterek voltak rendelve, más századok számára kijelölt előretolt hadműveleti repülőtéren hajtották végre a feladataikat. Ezen támaszpontok közös használata háromhetes ciklusokból állt, melynek során az egyes századok különítményei két-két hetet töltöttek el a számukra kijelölt repülőtereken. Ennek megfelelően Nyugat-Németország területén

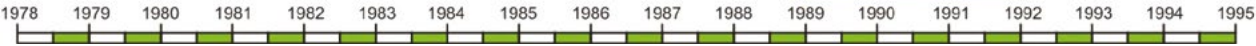
folyamatosan 32-36 db A-10A Thunderbolt II repülőgép állomásozott – az áttelepült alegységek repülőgépeinek számától függően. A pilóták esetében ez azt jelentette, hogy normál ütemezés esetén a pilóták két hetet töltöttek az előretolt hadműveleti repülőtereken, naponta két felszállást hajtva végre, majd ezt követte négy hét a nagy-britanniai fő hadműveleti bázison (MOB), ahol hetente körülbelül két felszállást teljesítettek. [2; 48.] (4. ábra)

Az ahlhorni és a sembachi előretolt hadműveleti repülőterek már 1979-ben készen álltak az alegységek fogadására, így a rendszeres áttelepülésekkel a gyakorló repülések azonnal



3. ÁBRA. A 10. és a 81. TFW századai számára kijelölt előretolt hadműveleti repülőterek 1989 után (A szerző szerkesztése)

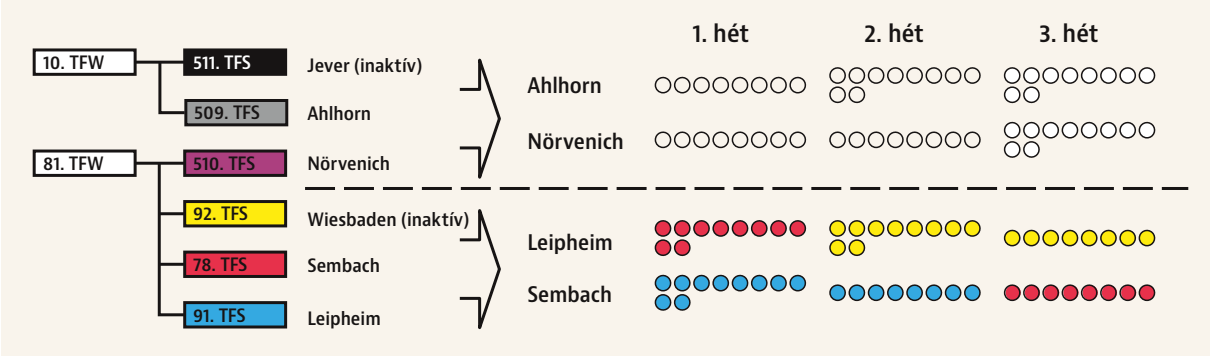
- 509. TFS - Ahlhorn - 1989 - ???
- 510. TFS - Nörvenich - 1989 - 1992. március 19.
- 511. TFS - Jever - 1989 - nincs aktiválva
- 78. TFS - Sembach - 1989 - 1991. május 3.
- 91. TFS - Leipheim - 1989 - 1992. szeptember 25.
- 92. TFS - Wiesbaden - 1989 - nincs aktiválva



megkezdődhetnek Nyugat-Németország keleti légterében. [4; 45.] A repülések során elsősorban az ellenség lehetséges fő áttörési szakaszainak megismerése volt a fő feladat, mivel

háború esetén a Thunderboltok itt kerültek volna bevetésre. [2; 48.] Amellett, hogy az A-10A repülőgépek alkalmazása elsősorban Nyugat-Németország terüle-

tére koncentrálnódott, a NATO többi szövetségesének (például Norvégia vagy Olaszország) támogatása is szerepelt a tervekben. [2; 48.]



4. ÁBRA. A repülőszázadok alegységeinek állomásoztatása az előretolt hadműveleti repülőtereken 1989 után (A szerző szerkesztése)



5. ÁBRA. A 81. TFW-hez tartozó 80-0167 USAF azonosítószámú A-10A repülőgép. A fotó 1992. január 21-én, az amerikai Nellis légibázison készült (Fotó: Dan Stijovich)

A 81. ÉS A 10. HARCÁSZATI VADÁSZREPÜLŐ-EZREDEK FELOSZLATÁSA

1989-ben, a berlini fal leomlásával véget ért a hidegháború, ami új helyzet elé állította a politikusokat és a katonai vezetőket. Az USAFE így – korábbi feladatkörét tekintve – elvesztette létjogosultságát, ez pedig egyben azt is jelentette, hogy a 81. TFW és a 10. TFW A-10A repülőgépei számára elérkezett a vég kezdete. [5; 95.]

A 81. harcászati vadászpilóta-ezred feloszlását 1991 május végén jelentették be. [2; 56.] Elsőként a woodbridge-i bázison állomásozó két repülőszázadot oszlatták fel. A 78. harcászati vadászpilóta-századot hivatalosan 1992. május 1-én, a 91. TFS-t 1992. augusztus 14-én oszlatták fel; mindkét század gépparkját az amerikai Légi Nemzeti Gárda alakulatainak adták át. [6; 124.]

Azalconburyi bázison állomásozó 10. TRW alárendelt századai közül az 511. TFS repülőgépei 1991. október 29. és december 18. között átkerültek az Egyesült Államokban állomásozó 507. Air Control Winghez, ugyanakkor a századot hivatalosan csak 1992. december 18-án oszlatták fel. (5. ábra) Ezt követte az 509. TFS, amelynek repülőgépeit 1992. január vége és március között szállították át a Davis-Monthan-i légi bázis mellett kialakított repülőgéptárolóba, majd 1992. december 18-án ezt a repülőszázadot is feloszlatták. A repülőezred feladatkörét 1993. március 31-én módosították, amelynek megfelelően az alakulat megnevezését 10. bázis repülőezred-

re (10th Air Base Wing) változtatták. [2; 70.] A repülőezredet végül 1994. októberében oszlatták fel. [7]

A bentwatersi bázist hivatalosan 1992. december 1-jén zárták be. Ezzel egyidejűleg, 1993. január 4-én az 510. TFS jelölését 510. vadászpilóta-századra (510th FS) változtatták, és a németországi spangdahlemi légi bázison állomásozó 52. vadászpilóta-ezred alárendeltségébe helyezték. [2; 74.]

A 92. harcászati vadászpilóta-századot, annak ellenére, hogy a kiképzési feladatait már 1993 januárjában befejezte, hivatalosan csak 1993. március 31-én oszlatták fel; az alakulat utolsó két repülőgépe március 23-án hagyta el a bentwatersi bázist. [2; 74.]

A 81. TRW-t hivatalosan 1993. július 1-jén oszlatták fel. A két repülőezred feloszlásával egyidőben a németországi előretolt hadművelati repülőter fenntartását is megszüntették. [6; 125.]

ÖSSZEGZÉS

Az amerikai légierő parancsnoksága a Fairchild A-10A Thunderbolt II re-

pülőgépekkel felszerelt repülőszázadok esetében sajátos, ugyanakkor nem egyedülálló megoldást választott az alakulatok telepítését illetően. Az alakulatok egyidejű állomásoztatása a fő hadművelati bázisokon, illetve az előretolt hadművelati repülőtereken jelentősen megnövelte a személyi állomány hadrafoghatósági szintjét, ami a folyamatos áttelepülések, illetve a kiképző repülések intenzitásából egyenesen következett. De a hidegháború véget érésével az amerikai légierő vezetése az Európában állomásoztatott erőket, így az A-10 Thunderbolt II repülőgépekkel felszerelt alakulatokat is rövid időn belül leépítette, illetve a hadrendben megtartott erőket az aktuális geopolitikai megfontolások alapján más kontinensekre telepítette át.

Ugyanakkor az A-10 Thunderbolt II repülőgépek európai állomásoztatásának története szorosan kapcsolódik a típushoz, hiszen a repülőeszköz alkalmazása csak így helyezhető el térben és időben. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Peter C. Smith: Fairchild-Republic A-10 Thunderbolt II. Crowood Press Ltd., Ramsbury, 2000.
- [2] Rick Stephen: A-10 Fighting Warthog. World Air Power Journal, 1994/16 Spring, Aerospace Publishing Ltd., London.
- [3] Roy Wilkinson: The World's Great Attack Aircraft. Aerospace Publishing, New York, 1988.
- [4] Giovanni de Briganti: Le Thunderbolt en Europe. Le Moniteur de L'Aéronautique 1979/9.
- [5] Warren E. Thompson: 81st TFW A-10s in the Cold War. Combat Aircraft Monthly 2013/2.
- [6] End of the Panthers. Scramble Magazine, 2013. június, 123–127.
- [7] 10th Air Base Wing. <https://www.usafa.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/428281/10th-air-base-wing> (Letöltve: 2025.01.01.)



TEKLER ISTVÁN*

EGY MAGYAR JUNKERS

Összefoglalás: A német Junkers Ju 86-os típust eredetileg katonai (bombázó) és polgári (szállító) használatra tervezték. Már a spanyol polgárháborúban átesett a tűzkeresztségen, ahol gyengeségeire is fény derült. A legyártott darabszám tekintetében elmaradt a kortárs német bombázók többségétől. A típust többek között a Magyar Királyi Honvéd Légierő alkalmazta a második világháború idején.

Kulcsszavak: bombázó repülőgép, Magyar Királyi Honvéd Légierő, második világháború

Abstract: The German Junkers Ju 86 was originally intended for military (bomber) and civilian (transport) usage. Its first combat sorties took place in the Spanish Civil War, where its weaknesses became evident. It was not even produced in as great numbers as most of the contemporary German bombers. The Hungarian Royal Air Force was one of its users during World War Two.

Keywords: bomber aircraft, Hungarian Royal Air Force, World War Two

BOMBÁZÓ ÉS SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉP

A Junkers Ju 86 tervezése a német légügyi minisztérium közepes bombázó repülőgépre vonatkozó kiírása alapján kezdődött 1934-ben, a Luftwaffe rejtett fejlesztésének időszakában. Ugyanerre a felhívásra született meg a Heinkel He 111 és a Dornier Do 17 típusa. Mindhárom gépnek egyszerre kellett katonai és polgári légi közlekedési felhasználásnak megfelelnie, a prioritást az előbbi jelentette. [1] A Junkers tervezői egy kétmotoros, alsószárnyas, kezdetben rögzített, majd behúzható futóműves, fém héjszerkezetű, osztott függőleges vezérsíkú repülőgépet terveztek. Szakítva a cég hagyományaival, bordázott fémlemezborítás helyett –

mely csak a magassági kormányfelületeken maradt meg – ezúttal sima felületű lemezelést alkalmaztak. Egy másik Junkers-jellegzetességet megtartottak, a szárnyak kilépője mögött és alatt elhelyezett réselt segédcsárnyákat (Doppelflügel), melyek külső szakaszai csűrőkként, belső elemei féklapkaként működtek. A főfutók szárait a szárnytöveknél kötötték be, keskeny nyomtávot eredményezve, behúzásuk a szárnyakban kialakított aknába történt. A farokfutó rögzített kialakítást kapott.

A teszt- és előszéria-példányok után, 1936 tavaszán az első sorozatgyártású gépek a Ju 86A, majd a tapasztalatok alapján módosított farokrészű, javított stabilitású, nagyobb üzemanyag-

tartály-kapacitású Ju 86C és D voltak. A fenti változatok fő különlegessége a motorválasztásban rejlett, hiszen Ju-mo 205C dízelüzemű erőforrásokat alkalmaztak. A 620 lóerő teljesítményű, hathengeres, kétütemű, soros motorban 12 dugattyú (hengereként kettő) dolgozott, egymással szemben mozogva. Ennek megfelelően két főtengegyre volt szükség, az egyiket a motor felső, a másikat az alsó részén helyezték el. A dízelmotorok előnyeként egyszerűségüket és a jelentősen alacsonyabb üzemanyag-fogyasztást lehet kiemelni, a jóval elterjedtebb, repülőbenzin hajtotta típusokhoz képest. Ugyanakkor teljesítményük jócskán elmaradt tőlük, ráadásul – ahogy a spanyol polgárháborúban végzett harci tesztek során bebizonyosodott – sokkal nehezebben reagáltak a hirtelen terhelésváltozásokra, mint a benzinmotorok. Ez pedig egy harci feladatot végrehajtó gép esetében igencsak hátrányos tulajdonság. Intenzív manőverek közepette a dízelmotorok a fordulatszám hirtelen változtatásakor hamar túlmelegedtek, gyakran meghibásodást, üzemképtelenséget okozva. Visszatérve a benzinüzemű erőforráshoz, a Ju 86E-1 és E-2 változatok BMW 132F és N jelű, benzinbefecskendezésű, 810, illetve 865 lóerős, kilenches, licenc alapján gyártott

1. ÁBRA. A Magyar Királyi Honvéd Légierő Junkers Ju 86 típusú repülőgépe a jutasi repülőtér kifutópályájánál
(Forrás: Fortepan / Horváth József)

* ORCID:
0009-0008-7259-5169



DOI: 10.23713/HT.59.6.11

Pratt & Whitney egysoros csillagmotorokat kaptak, és 1937 nyarán kerültek a Luftwaffe állományába. [1] Az esetleges exportlehetőségekre gondolva már az első teszt példányok közt is volt BMW motoros változat. A típust összesen 10 ország légierője használta Európában, Dél-Amerikában és Afrikában.

A Ju 86-on négyfős hajózárszemélyzet teljesített szolgálatot. A megfigyelő (navigátor) a gép elejében egy plexikupola mögött helyezkedett el, ahová az orr alsó részén tudott bejutni egy beszállónyláson keresztül. A bombacélzáshoz Lotfe C/6C készülék állt rendelkezésére, illetve a német változatokban 7,92mm-es MG 15 géppuska szolgálta a gép frontális védelmét. Hátrafelé haladva következett a pilótafülke, mögötte pedig a négy bombakazetta. Ezekben a bombákat függőleges helyzetben, fejjel felfelé kellett elhelyezni. Általában négy db 250 kg-os, vagy 16 db 50 kg-os, német bombát alkalmaztak, de kisebb méretű gyújtóbombák is használhatók voltak. [2] A bombakazetták mögött üzemanyag-tartályokat lehetett beépíteni, illetve szállítási feladatok esetén a hasznos teher került ide. A repülőgépben tovább haladva hátrafelé, a hasi rész alatti kis ajtón át lehetett bejutni a gép törzsének közlekedőfolyosójára. A be-

szállóajtótól közvetlenül hátrafelé volt a behúzóható távirásgondola. Ezt csak felszállás után engedhetette ki a törzsből a rádiós, mert fel- és leszállás közben sérülhetett volna. A gondolában a menetiránynak háttal ült a gép hátsó alatt a rádióslövész, aki a távirázi feladatok mellett géppuskájával hátulról-alulról fedezte a gépet. A rádiósülés után a szerelőlövész fülkéje következett, ami a törzs felső-hátsó harmadán nyílt, néhány méterre a hátsó osztott vezérsíktól. A szerelő forgóüléséből egy, a rádióshoz hasonló, félkörös sínen mozgatható géppuskát kezelve, felülről és hátulról tudta tüzével oltalmazni a gépet. Ő is a menetiránynak háttal foglalt helyet, egy plexibúrát húzhatott az ülése fölé, a menetszél és a csapadék ellen.

1938 szeptemberében összesen 235 db különböző változatú Ju86-os állt hadrendben Németországban. A Luftwaffe a két konkurensből, vagyis a He 111 és a Do17 típusból ennek többszörösével rendelkezett. [1] A gyártó felesleges kapacitásait az exportrendelések kiszolgálására állították át. A Junkers gépe folyamatosan szorult ki az első vonalbeli szolgálatból, és a II. világháború kezdetére kiképző egységekhez osztották be őket. A német Ju 86-ok utolsó, nagyobb arányú, harctéri alkalmazására 1942–43

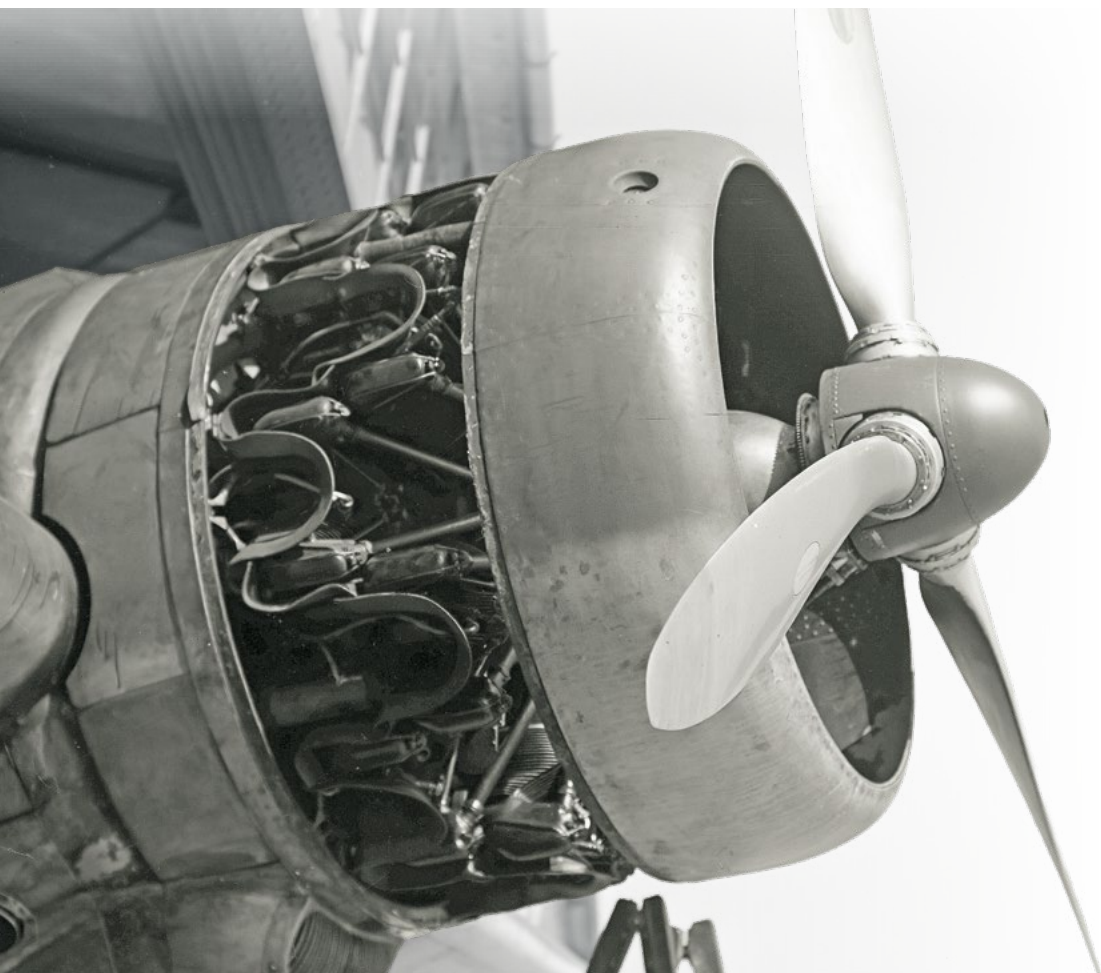
telén, a Sztálingrádnál körülzárt 6. hadsereg légi ellátása érdekében került sor. A repülőiskolákból összeszedett 58 db gépből a KGz.b.V 21 és 22 (Kampfgruppe zur besonderen Verwendung – különleges feladatú harci alegység) kötelékében 42 db veszett oda a bevetések során. [1] Jóval kisebb számban továbbra is alkalmazott speciális nagy magasságú repülésekre optimalizált változatokat a német légierő. A Ju 86P és R felderítő-bombázó gépek legömbölyített orr-résszel, túlnyomósos kabinnal és megnövelt fesztávolsággal készültek, erőforrásként továbbfejlesztett, turbófeltöltős dízelmotort használva. Ezen gépek 12 000, illetve 16 000 méteres maximális repülési magasságukat kihasználva a Szovjetunió, Anglia, Egyiptom és Észak-Afrika fölött teljesítettek bevetéseket.

A típus polgári változatait a német mellett még nyolc állam légitársaságai használták – különböző motorokkal ellátva – utasszállítóként. A hatótávolság növelésére kiegészítő üzemanyag-tartályokat szereltek a gép törzsébe, így általában 10 utasnak maradt hely a háromfős személyzet mellett. A források eltérnek az összesen gyártott Junkers Ju 86 repülőgépek mennyiségét illetően. A licencgyártásban készültekkel együtt, általában 850 és 950 darab közé teszik, melyekből napjainkra mindössze egyetlen példány maradt meg, Svédországban.

A JUNKERS JU 86 A MAGYAR KIRÁLYI HONVÉD LÉGIERŐBEN

Németország egy 1936. márciusi döntéssel tette lehetővé a feleslegesnek ítélt repülőgépeiből exportrendelések teljesítését. A magyar illetékesek az égető géphiányt a bombázók esetében a Junkers Ju86 típussal kívánták orvosolni. A kifejezetten Magyarország igényei szerint tervezett Ju 86K-2 változatot a honvéd légierő alapmotorjának szánt [3] WM-14 kétsoros, 14 hengeres, 900 lóerős csillagmotorral és VDM háromágú, fém, állítható légcsavarral szerelték fel. A motorokat a csepeli Weiss Manfréd gyár készítette a francia Gnome-Rhône 14K licence alapján. A francia eredetű motorok nem voltak ismeretlenek, hiszen a 9K is készült már korábban az üzemben. A WM-14 alkalmazása miatt a motorburkolatot és a gondo-

2. ÁBRA. A Magyar Junkers Ju 86 motorja
(Forrás: Fortepan / Horváth József)



lát is átalakították, s a különböző légebeömlők, az olajhűtő és a kipufogó elhelyezése, kivezetése is módosult.

A másik jelentős különbséget a 34M Gebauer Megfigyelő Géppuska (GMF) mint védelmi fegyverzet alkalmazása jelentette. A torkolati gáznyomást hasznosító, gázdugattyús, szilárd reteszelésű, 7,92 mm űrméretű automata fegyver adogatása 100 db töltényt befogadó forgó dobtárból történt. Elméleti tűzgyorsasága 1200 lövés volt percenként. [4] A gép mindhárom tüzelőállásába ilyen fegyver került az MG15-ös helyett.

A repülőgépek német, RLM rejtőszíneket kaptak a leszállításuk előtt, alul 65 (világoskék), felül 61 (sötétbarna), 62 (zöld), és 63 (szürke) foltokkal. A felső álcázófestés mintázata gépenként eltérő volt. A német használatra készült példányok szilánkos kamuflázsát az exportrendelésre készült gépeken nem alkalmazták. Később, a javításon átesett repülőgépeket átfestették (alkalmaztak RLM 71/65 és RLM 74/75/76 festést is), s az ék alakú hadijelzést 1942-ben felváltotta a fekete alapon fehér kereszt, esetenként kiegészülve a sárga hadszíntéri jelzéssel. [5]

A 63 db bombázó repülőgépet – lajstromszámuk B.301-től B.363-ig –, valamint a három db tantermi oktatógépet (G.211 – G.213) 1937–38-ban vették át. Utóbbiakat később szállító és felderítő feladatokra csoportosították át. [6] Az 1938. évi Huba hadrendnek megfelelően két bombázóezredet állítottak fel. A 2. bombázóezred Szombathelyen két századdal, a 3. bombázóezred Tapolca, Veszprém és Pápa bázisokon öt századdal alakult meg, századonként kilenc géppel. A későbbiekben a századok harcértéke a balesetek és átszervezések miatt folyamatosan csökkent, az elvesztett gépeket nem volt miből pótolni.

Nem kellett sokat várni a típus első harci alkalmazására, ez 1939 márciusában, Csehszlovákia felbomlásakor, az új szlovák állam csapatai ellen tör-

tént meg. Március 17-én a pápai 3/4. „Sárkány” és 3/5. „Hüvelyk Matyi”, valamint a veszprémi 3/3. „Sárga Vihar” századok a debreceni repülőtérre települtek át. 1939. március 24-én a szlovák légierő az Ung völgyében előrenyomuló magyar csapatokat támadta, Igló repülőtéréről felszállva. A magyar Légierők Parancsnoksága aznap 15.00 órára négy századdal rendelt el támadást a szlovák bázis ellen. A Debrecenbe települt 3/4. és 3/5. századok mellett a szombathelyi ezred két százada is parancsot kapott a bevetésre. A 36 géppel tervezett bombázás azonban meghiúsult, ugyanis a szombathelyi gépek bombarakodása elhúzódtott, és lekésték a támadást. A 3. bombázóezred bevetése sem sikerült sokkal szervezettebben, ugyanis egy raj három gépe tévedésből Rozsnyót bombázta, egy gép nem tudott bombát oldani és azokkal tért vissza, egy másik pedig szintén tévedésből Miskolc szélen bombázott, szerencsére áldozatok nélkül. A további 12 db Ju 86-os 16.43-kor oldotta bombáit az iglói repülőtér felett, ahol nagyjából 40 szlovák gép állt. A bombázásban nyolc katona és öt polgári személy vesztette életét, épületek dőltek romba, és hét repülőgép vált ronccsá. [3]

A Junkers Ju 86 volt a honvéd légi-erő első korszerűnek tartott kétmotoros bombázógépe, melynek kezelése, üzemeltetése speciális felkészültséget igényelt a hajózó és a műszaki állománytól egyaránt. A Weiss Manfréd gyár üzemeltetési bázisa, valamint a Repülő Kísérleti Intézet sokat tett a típus megismertetése, megkedveltetése érdekében, de az is nyilvánvalóvá vált, hogy a légierő súlyos létszám- és kiképzésszerű hiányosságokkal küzd, melyek kiküszöbölésére tanfolyamokat, továbbá kiképzéseket indítottak be. [6] Mindezek ellenére a Szovjetunió elleni hadba lépés idejére balesetekben, illetve halálos áldozatokkal járó tragédiákban hat gép semmisült meg. 1941 tavaszára a meglévő 60 db-ból ki-

sebb gépsérülések és meghibásodások miatt csupán 42 volt bevethető. [3]

1941-ben a 3/4. bombázószázadot Caproni Ca. 135-re fegyverezték át, csak a 2. és 3. ezredek századaiból szervezett, Ju 86-osokkal felszerelt 4. bombázóezred volt bevethető a Jugoszlávia, majd a Szovjetunió elleni műveletekben. A Junkersek 1941 nyarán több szovjet célpont támadásában részt vettek, melyek során további veszteségek csökkentették a harcértéküket, és fokozatosan Caproni gépekkel egészítették ki az alegységek állományát. 1941 végén feloszlatták a 3. és 4. bombázóezredeket, mivel nem volt elegendő gép a fenntartásukra, így osztályszintű szervezetek maradtak meg. 1942-ben a 4. ezred maradéka alkotta a 3. gyakorló bombázóosztályt, amely a frontra került, de már kizárólag Ca. 135bis gépekkel; a Ju 86-osokat szétszortották a kiképző- és gyakorlóegységek között, bevethető bombázószázad nem maradt belőlük. A keleti frontra küldött, szállító feladatokat végző három Ju 86-os 1942 végére megsemmisült. [3] 1943-ban a honvéd légierő két darab Ju 86Ga-1 típusú, legömbölyített orrú, BMW motoros gépet kapott, melyek G-308 és G-309 jelzéssel, Budapest és Berlin között végeztek heti egy alkalommal futárrepülést 1944 végéig. [6] A honi területen maradt többi Ju 86 repülőgéppel együtt balesetek, bombatámadások következtében vesztek oda.

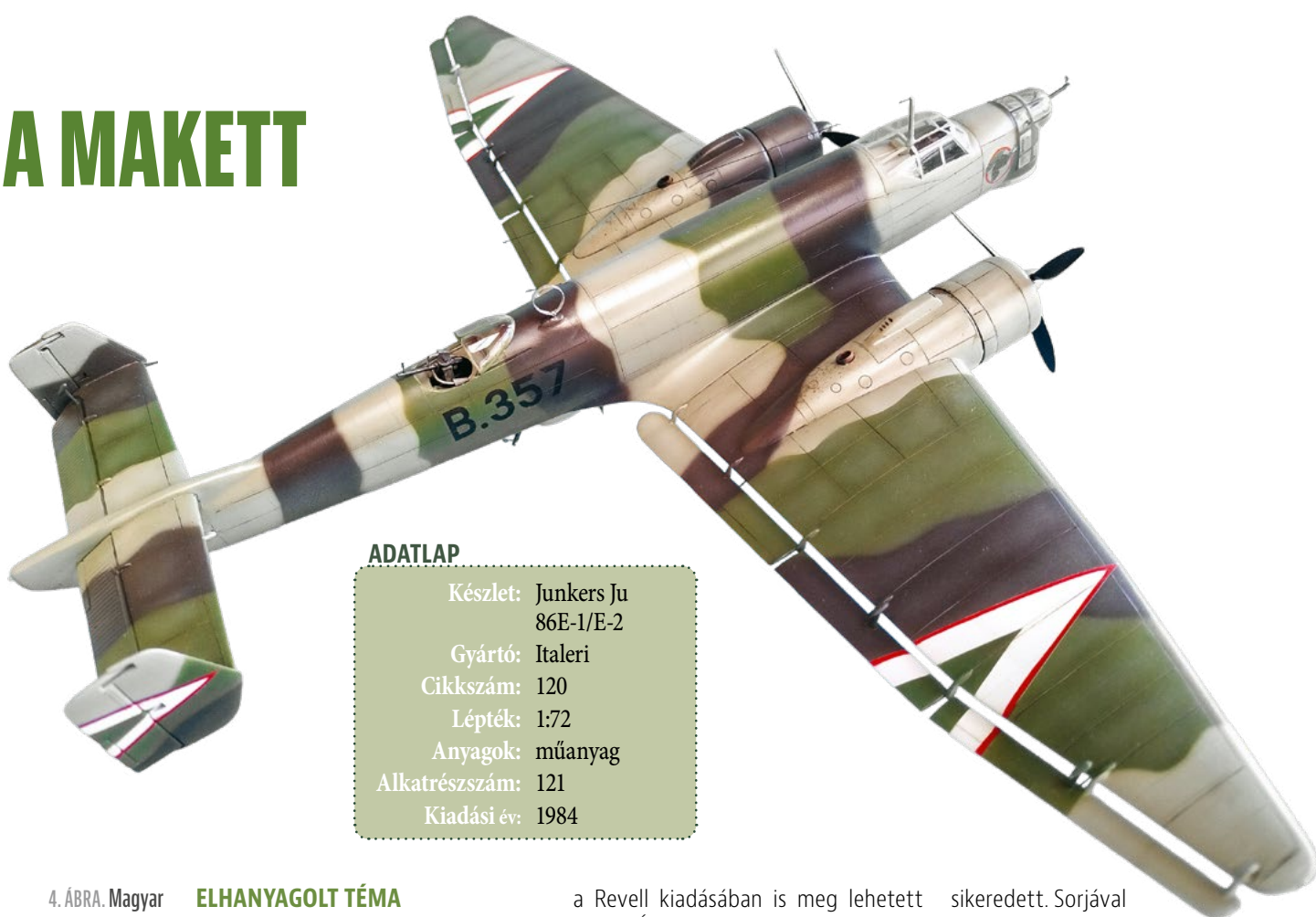
3. ÁBRA. A Magyar Királyi Honvéd Légierő Junkers Ju 86 típusú repülőgépe a jutasi repülőtér kifutópályáján (Forrás: Fortepan / Horváth József)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Joachim Dressel – Manfred Griel: Junkers Ju 86. Schiffer Publishing Ltd, 1998.
- [2] Junkers Ju-86 K-2. (Adatlap) <https://www.repulomuzeum.hu/VirtualHangar/Ju86k/ju86k/ju86.html> (Letöltve: 2024.09.10.)
- [3] Punka György – Sárhidai Gyula: Magyar sasok – A Magyar Királyi Honvéd Légierő. K.u.K. Kiadó, 2006
- [4] Pap Péter: A Gebauer-féle motorgéppuska I. rész. Haditechnika 2018/2, 49–53. DOI: 10.23713/HT.52.2.11
- [5] Magó Károly: Ék és kereszt. (Magánkiadás) Szolnok, 2023.
- [6] Bonhardt Attila – Sárhidai Gyula – Winkler László: A Magyar Királyi Honvédség fegyverzete. Zrínyi Kiadó, 1992.



A MAKETT



ADATLAP

Készlet:	Junkers Ju 86E-1/E-2
Gyártó:	Italeri
Cikkszám:	120
Lépték:	1:72
Anyagok:	műanyag
Alkatrészszám:	121
Kiadási év:	1984

4. ÁBRA. Magyar Ju 86K-2 makettje (A fotók a szerző felvételei)

ELHANYAGOLT TÉMA

Nincs könnyű helyzetben a makettező, ha Junkers Ju 86-ost építene, hiszen a makettgyártók figyelme nagyrészt elkerülte a típust. Pedig az üzemeltetők száma és a változatos festések számos lehetőséget rejtenek magukban. A jelenleg beszerezhető készletek köre 1:48 méretarányban kimerül a hazai Planes cég műgyanta makettjében, amely viszont egyenesen az itthon használt Ju 86K-2 változat megépítését teszi lehetővé. A műgyanta alkatrészek viszont egészen más makettezőtechnikát igényelnek, mint egy fröccsöntött műanyag készlet, illetve jelentősebb anyagi ráfordítást, ezáltal némileg limitálva a potenciális vásárlók körét. Mindazonáltal a készletről készült kevés internetes fotó remek referenciát jelentett a saját makettem elkészítéséhez.

Nem sokkal jobb a helyzet 1:72 méretarányban sem. A cseh RS Models először 2011-ben adta ki a magaslégkörü P és R változatok short-run fröccsöntött makettjét, ez azonban számomra nem jelentett alternatívát. Az Italeri (akkori nevén Italaerei) 1973-ban jelentkezett a dízelmotoros D, majd 1976-ban a benzines E makettjével, melyeket az idő során többször is piacra dobtak új dobozolásával, változatlan öntőkeretekkel. A polgári változatot is elkészítették, melyet

a Revell kiadásában is meg lehetett venni. Én mindenképp magyar gépet szerettem volna építeni, így az Italeri Ju 86E makettje tűnt a legjobb kiindulási alpnak. A célom az volt, hogy belátható időn belül, a lehetőségeimhez, képességeimhez mérten feljavított, a 21. században is vállalható makettet készítsék a közel 50 éves készletből. Úgy gondoltam, a Kora Models által kínált Ju 86K-2 átalakító készlet (C7224) ebben nagy segítségemre lesz. Tévedtem.

A KÉSZLET

Mit találunk az alapmakett dobozában? Egy átlátszó öntőkeretet 6, valamint két – az esetemben kevésbé felhasználóbarát – zöld színű keretet 115 alkatrésszel. A készlet a '80-as évek elején kiadott példány, de az interneten fellelt dobozbontások alapján az újabb kiadások öntőkeretei legfeljebb a műanyag színében különböznek. Minőségét tekintve, a kor színvonalának megfelelően, szépen kivitelezett, pozitív felületi részleteket találunk, melyek azonban meglehetősen hiányosak, mintha az öntvények egy egyszerűsített, vonalas ábra alapján készültek volna.

A farokrészen a kormányfelületek inkább árkok, mint panelvonalak mentén határoltak, a korrugált felület a magassági kormányokon kissé erőse

sikeredett. Sorjával itt-ott, főleg a kisebb alkatrészek esetében találkozunk, becsúszódást nem láttam olyan helyen, ahol javítani kellett volna. A részletek egészen elfogadhatóak, a géppuskák, a pitotcső, az antennák, a kormányfelületek ellensúlyai némi kezelés után használhatónak tűntek. A figurákat ugyan mellőztem, de viszonylag jól kidolgozottak, külön végtagokkal. A személyzet munkahelyei viszont ennek megfelelően csak minimálisan részletezettek, hiszen a figurák sokat takarnának a környezetükből. A bombatárajtók nyitott állapotban is rögzíthetők, ebben az esetben a bombakazetták alja, a bennük függesztett 16 db bomba stabilizátorával látható, szintén erősen egyszerűsített kivitelben. A távírásgondola kiengedett és behúzott helyzetben is megjeleníthető. Önvédelmi fegyverzetként MG15, illetve az export változatokhoz Lewisnak tűnő géppuskákat is kapunk. A futóművek, motorok meglehetősen egyszerűek, kevésbé részletesek, de egy ilyen korú készlethez képest tulajdonképpen elfogadhatóak. A futóaknak kivitelezésével a készlet tervezői nem bajlódtak. A réselt segéd szárnyak tartói kissé vastagok, de realiztikusabb megjelenítésük a szerkezet stabil rögzítését veszélyeztetné. A kész makett kézbevétele a szárnyak

be- és kilépőélet fogva így is erősen kerülendő.

Nagyon kellemes meglepetés ért a szárazpróbánál, mivel a fő alkatrészek, a törzs és a szárnyfelek illeszkedése kiváló, még az általában problémás hajtóműgondola szárnyhoz illesztése is tökéletes. A szárny-törzs csatlakozásánál már némi utómunkára lehet szükség. Az átlátszó alkatrészek kissé vastagok, torzítanak, illetve karcosak, de ez a védőcsomagolás hiányának is felróható.

A Kora műgyanta átalakítókészlete sem kidolgozottságával, sem pontosságával, sem építhetőségével nem indokolja az érte kért csillagászati összeget. Tulajdonképpen az összes alkatrészéhez hozzá kell nyúlni, hogy valamelyest hasonlítson az eredetihez. Az már a szárazpróbák során kiderült, hogy a hajtóműgondola illeszkedése a szárnyhoz botrányos. A csillagmotor annyira gyenge kivitelezésű, hogy inkább lecseréltem az SBS Gnome-Rhône 14K nyomtatott alkatrészeire. Ez utóbbi hasznos befektetésnek bizonyult, hiszen a motorburkolaton belül is remekül látszanak. A készlet matricái már sokkal jobbak, itt arra kell figyelni, hogy a teljes hordozólap lakkozva lett, így a matricákat felhasználás előtt óvatosan körbe kell vágni.

A másik fontos kiegészítővel évek óta szemeztem, mire rászántam magam, hogy megvegyem, és végül nem is csalódtam benne. A Blackbird cég C72001. készletének vákuumformázott átlátszó alkatrészei na-

gyon szépen kivitelezettek, és hűen visszaadják a pilóta fülketetejének aszimmetrikus elrendezését, melyet az Italeri készlet tervezői sajnos figyelmen kívül hagytak. Ennek is megvolt azonban az ára, hiszen a beszerzett Peewit maszk így nem passzolt teljesen a cseredarabokra.

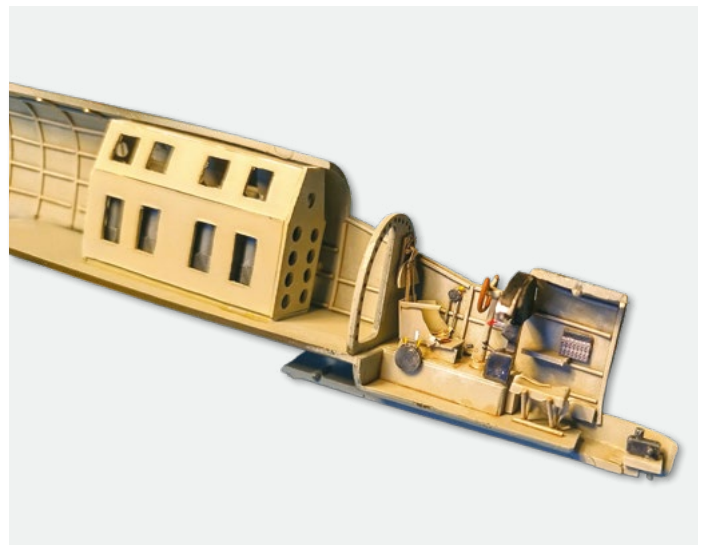
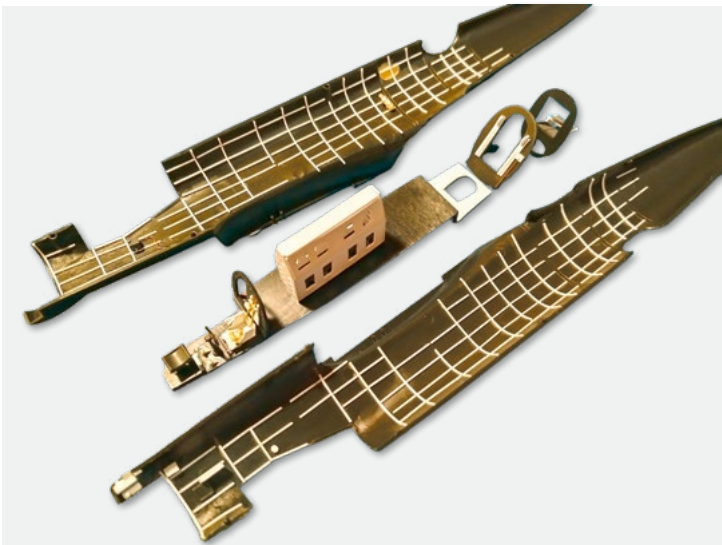
AZ ÉPÍTÉS

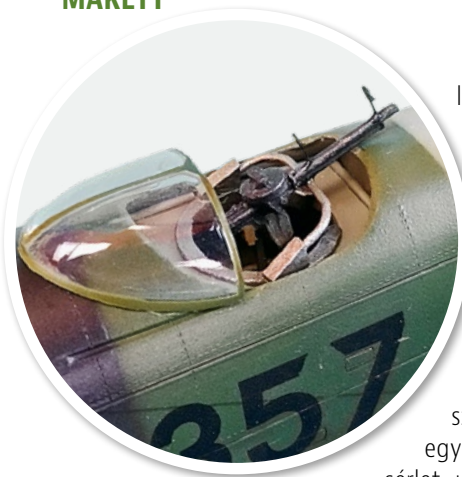
A belső terek feljavításával kezdtem. A kereszt- és hosszmerítők sztirolszálból, a pilótaülés, a bomba-célzókészülék, a főbb szerkezeti részletek maradék alkatrészekből, illetve sztirollapokból készültek. A pilóta és a megfigyelő munkahelyeit ezenfelül maradék fotómaratott alkatrészekkel próbáltam feldobni, így jutott heveder is a pilótának. A műszerfalhoz fehér sztirollemezből vágtam ki a formát, duplán. Az egyik lapból különböző átmérőjű fúrószárakkal kivágtam a műszerek helyét, majd összeragasztottam a két lapot és feketére festettem. Száradás után a kivágásokat sablonként használva, tüvel bekarcoltam a műszerek skáláját és a mutatókat. Egy csepp fényes lakk került végül a számlapokra. Az eredmény ugyan nem lett egy piacképes termék, de a zárt fülketetön keresztül egy műszerfal illúzióját adja. A távirász gondolájához nem nyúltam, behúzott helyzetében semmi sem látszik a belsejéből. A törzs középső részén, alul található beszállóajtót nyitott helyzetben akartam megjeleníteni, így a belső rész főbb szerkezeti elemeit itt is elkészítettem sztirolból. A rádióslövész padlója ugyanígy

készült, maradék fotómaratásokkal kiegészítve. A bombakamra aljának eredeti alkatrészét használva kifűrtam a beleöntött bombaimitációkat, és sztirolból elkészítettem fölé a bombakazettákat. Ezekbe 16 db 50 kg-os bomba került, az Eduard 672115. számú Brassin készletből. A kész maketten sok nem látszik az egészből, csak a bombák stabilizátora alul, illetve a fülketetön keresztül a bombakazetta eleje. A belső teret az Alclad Mil-Spec széria RLM 02 színével festettem, a mélyedéseket, sarkokat olajfestéssel folytattam be, az éleket világosabb szürkével szárazecseteltem.

A törzsfelek szépen illeszkedtek, csak a belső elemek pontos helyét kell megtalálnunk, amiben az útmutató sajnos nem segít sokat. Az illesztési vonalat Gunze Surfacerrel kentem be, majd lecsiszoltam. Következhetett a vákuumformázott orrkúp és fülketető beépítése. Ettől a lépéstől nagyon tartottam, mert dolgoztam már ilyen alkatrészekkel, és könnyen tönkre lehet tenni egy óvatlan mozdulattal a nem éppen olcsó vagy nehezen pótolható darabokat. Éles szikével, óvatosan, többször áthaladva a vágás vonalán viszonylag könnyen kiszabadíthatók voltak az elemek. Polírpapíros tisztázás után, rengeteg szárazpróbával egészen tűrhető illesztést lehetett elérni a fülketetőnél és az orrkúpnál is. A későbbi kezelést megkönnyítendő, az orrba szánt géppuska csövét levágtam és a maradék részét belülről az orrkúpba ragasztottam, gondolva, hogy a végszere-

5-6. ÁBRA.
A törzsfelek és a kabin
építés közben





7. ÁBRA. A felső géppuskaállás

lésnél majd helyére kerül a cső is. Ezek után már csak a vákuumformázott elemek óvatos beragasztása volt hátra, ami a rendkívül vékony illeszkedési felület miatt szintén nem ment egyszerűen, de pár kísérlet után végül megbízhatóan sikerült. A következő lépés az időrabló maszkolás volt.

A szárnyak összeállítása ehhez képest szinte gyerekjáték volt. Itt a komolyabb munkát a futóaknak kialakítása jelentette, ami szintén sztirolból történt. A leszállófényszórót az Italeri tervezői valamilyen okból a jobb szárny aljába tették, holott az igazi gépeken ennek a bal oldaliban volt a helye. Az eredeti, nem túl meggyőző darabot a helyére tettem, tömítettem és lecsiszoltam, a megfelelő helyen kifúrtam az új fészket, majd a későbbiekben ide került az alufóliából és átlátszó sztirollepből készült fényszóró.

Következő fázisban álltam neki a külső felület feljavításának. A törzs jó helyen lévő pozitív panelvonalait használva vezetőként bekarcoltam az új vonalakat. A kemény, rideg műanyag sajnos nem volt segítségemre a karcolásnál, több alkalommal is neki kellett futni egy-egy területnek, majd a régi vonalak eltávolítása következett. Mikor nagyjából minden panelvonal a helyére került, vékony réteg Surfacer-t fújtam a felületre ellenőrzésként, és jöhetett a tömítés, csiszolás, karcolás, majd újra... Néhány nekifutás után megfelelőnek értékeltem az ered-

ményt, következett a szegecselés. Megfelelő rajzok híján próbáltam a legvalószínűbb mintát kialakítani.

A szárnyak esetében hasonlóan jártam el, annyi különbséggel, hogy az alsó felületeken próbáltam valahogy kialakítani a jellegzetes, kiemelkedő lemezperemeket, ahogy a Planes makett fotóin, illetve néhány, referenciaként használt részletfotón láttam. Ehhez ismét sztirolszálakat használtam. Ezeket méretre vágva, Tamiya Extra Thin Cement ragasztóval rögzítettem, majd Surfaceres javítás után, finom csiszolás következett, hogy még jobban simuljanak a vonalak a felületbe. Azt már korábban eldöntöttem, hogy a Kora szett hajtóműgondolait nem fogom ráműteni a szárnyra, hanem az eredeti, tökéletesen illeszkedő gondolákat alakítom át a magyar változatnak megfelelően, némi fúrással, vágással. A különböző beömlőket – jobb híján – a gyantakészletből vettem, de mindegyiket formázni kellett: epoxy puttyval, csiszolással igyekeztem javítani rajtuk. Utolsó lépésként kerültek fel a résekt segéd-szárnyak, itt a mozgató rudazatokat cseréltem le sztirolból és rézcsőből készült darabokra. A szegecselés, alapozás után a szárnyak is elkészültek. Az SBS 72074. készletének 3D nyomtatott motorjait – miután elláttam őket gyújtáskábelekkel – különösebb gond nélkül sikerült összeházasítani a Kora motorburkolatokkal. Kisebb fejtörést okozott a fotókon jól látható, kör alakú bemélyedés a burkolatok belső, felső részén. Perdöntő fotót ugyan nem találtam erről a részletről, de úgy gondoltam, valószínűleg egy műszer skáláját rejthet, ahogy pl. a Ju 88 esetében is, így furatot készítettem, és később a fotómaratás műszerfal-

fóliájának maradékából került ide egy megfelelő számlap. Magát a burkolatot kissé hosszúnak találtam, így az örvlemezeket levágtam és a burkolatból 2mm-t levéve ragasztottam vissza őket. Később vettem csak észre a Fortepan fotóit böngészve, hogy a törzs felőli részen az örvlemezek ívesen ki vannak vágva, hogy a szárny belépőélével ne akadjanak össze. Ez hiányzott a Kora alkatrészen, valószínűleg jobban kellett volna a gondolára húznom a motorburkolatot, és akkor nem tűnik hosszabbnak a kelletnél. Mire ezt észrevettem, már nem akartam a majdnem kész makettet szétbontani.

Ezek után következett a szárnyak és a törzs összeragasztása, valamint a vízszintes vezérsík rögzítése, figyelve a geometriai beállításukra. Némi tömítésre szükség volt, a legtöbb munkát a vízszintes vezérsík törzshöz illesztésére kellett fordítani. A magassági- és oldalkormányokat korábban kivágtam, ezek enyhén kitérítve kerültek vissza a helyükre.

A FESTÉS

A festést az alapozó felvitele után a nemzeti színű ékekkel kezdtem. A Kora matricákat használva sablonnak, átlátszó maszkolófóliából vágtam ki a szükséges alakzatokat. Az alsó felületek RLM 65 kékje következett, ehhez Model Master enamelt használtam. Tudom, ezek a festékek már idejélműltnek számítanak, de én örömmel használom őket, ahol csak tudom, könnyű kezelésük, tartósságuk, szép felületük miatt. Egyes paneleket RLM 76-tal világosítottam, hogy ne legyen nagyon monoton a felület. Blutack maszkolás után következtek a felső színek. Ezekhez Arcus enamel festé-

keket szereztem be, és ennél a makettnél használtam őket először, vegyes eredménnyel. RLM 63 szürkét fújtam a teljes felső felületre, majd a panelek közepét egy világosabb változattal fújtam meg. A foltozáshoz papírmazkokat vágtam ki, és blutack golyókkal rögzítettem őket úgy, hogy kb. 2 mm legyen a felület és a mazkok között, így próbálva egyenletes átszóródást elérni. Ezzel a módszerrel fújtam az RLM 62 zöld, majd RLM 61 sötétbarna foltokat. A panelek köze-

8. ÁBRA. Az orron jól kivehető a sárkányt ábrázoló jelvény





9. ÁBRA. Magyar Junkers Ju 86K-2 1938-ban
(Forrás: Fortepan / Erky-Nagy Tibor)

pét az adott szín világosabb árnyalatával fújtam meg. A maszkokat eltávolítva persze a blutack néhány helyen felszedte a festést, és itt-ott amúgy is javítani kellett, ide-oda fújálva a színeket. Azonnali és tartós barátságot nem kötöttem az Arcus festékekkel: mindhárom szín más-más hígítási arányt követelt, hogy szépen fújható legyen, és a száradásuk is tovább tartott, mint azt a Model Master-nél megszoktam. A matricázás előtt felfújtam egy lakkréteget, bár a festékek egyébként is nagyon fényes felületet biztosítottak.

A Kora matricák egész jól használhatónak bizonyultak, egyedül a századjelvényeknél akadt problémám. A kiszemelt gépről talált egyetlen fotó alapján nem tudtam eldönteni, hogy a „Sárkány” jelvénynek volt-e háttérszíne, vagy nem. A Kora az utóbbi megoldásra szavazott. Némi elmélkedés után fogtam egy megfelelő méretű körsablont és világoskék alapot fújtam a matricák helyére. Itt még nem ért véget a századjelvény kálváriája, hiszen felhelyezés után kiderült, hogy a piros szegélyt sajnos kissé félrenyomtatták, és itt-ott fehér szakaszok éktelenkedtek körülötte. Nagy levegővétel után fogtam a létező legvékonyabb ecsetemet, némi piros festéket és nekiláttam átfesteni a hibás részeket. Végül egész jól sikerült a mentés. Egy újabb réteg fényes lakk után a panelvonalakat befolyattam sötét művészolajfesték-keverékkel, majd elkészítettem az olajfolyásokat, koszlásokat, szintén olajfestékeket használva. Nem akartam nagyon lekopott,

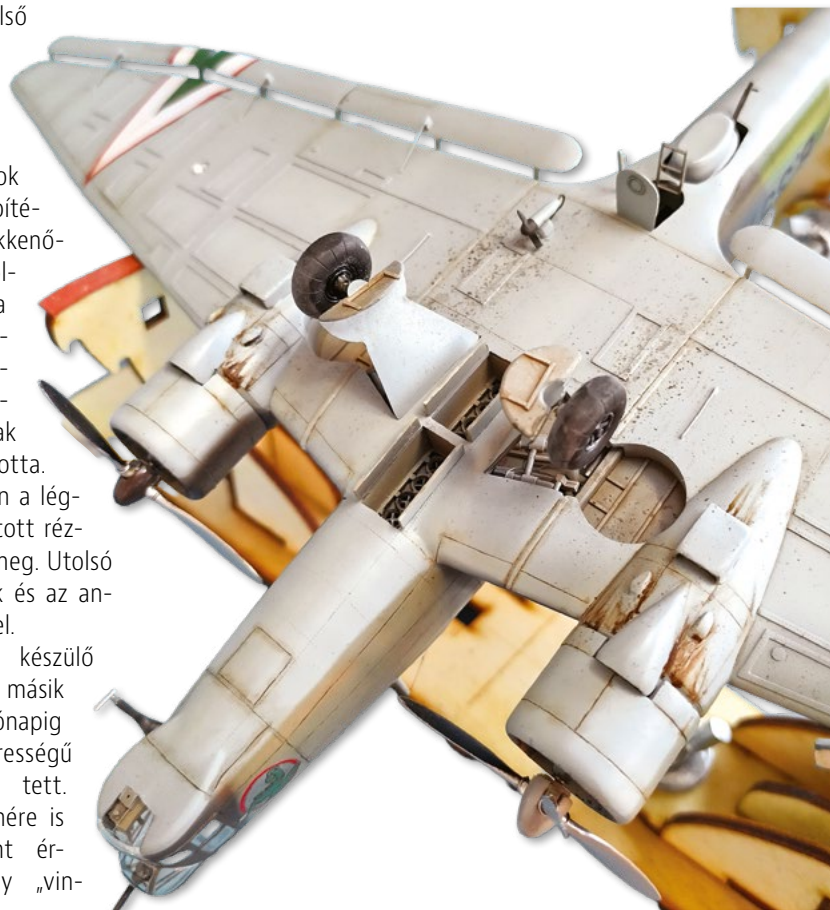
használt benyomást kelteni, hiszen a fotók alapján ezek a gépek 1938–39-ben szépen karbantartott állapotban voltak. A festési fázist selyemfényűre beállított lakkal fejeztem be.

A végszerelés előtt nekiálltam az átlátszó alkatrészekről eltávolítani a maszkolást. Ez nálam mindig kritikus mozzanat, az előző hónapok munkáját tönkretévő hibák szoktak ilyenkor előtűnni. Szerencsére ez esetben megúsztam kisebb, javítható problémákkal, sebészi munkát megszégyenítő módszerekkel, a belső üvegfelületekről eltávolított lerakódásokkal, apró szennyeződésekkel. A futóművek, antennák, szélgenerátor, ellensúlyok és egyéb apróságok beépítése ezek után már szinte zökkenőmentesen történt. Az utolsó próbatételt ismét a Kora által készített légcsavarkúp és -lapátok jelentették. Ezeknél már nagyon kívántam a befejezést, és csak minimális javításokra futotta. Hogy forgatható maradjon a légcsavar, egymásba csúsztatott rézcsövekkel csapágyaztam meg. Utolsó lépésként a helyzetfények és az antennahuzalozás készültek el.

Nem szokásom egy készülő makettet félretenni egy másik kedvéért, így a négy hónapig tartó, szinte napi rendszerességgel építés igencsak próbára tett. A kész makett hibái ellenére is úgy gondolom, időnként érdemes elővenni egy-egy „vin-

tage” készletet, nemcsak azért, hogy makettező készségeinket csiszoljuk, fejlesszük, hanem mert esetenként – akár feljavítva, akár dobozból építve – egy kivételesen ritka darab kerülhet a gyűjteményünkbe, amivel nem sokan büszkélkedhetnek. A típus egyébként megérdemelne egy korszerű öntvényt, már csak a rengeteg érdekes festési lehetőség miatt is. Remélem, hamarosan rátalál egy szemfüles makettgyártó cég.

9. ÁBRA. Koszolás a futómű és a motor környékén



HADITECHNIKA FOLYÓIRAT ÖSSZESÍTETT TARTALOMJEGYZÉK, 59. ÉVFOLYAM, 2025.

TANULMÁNYOK

Balogh Tamás:	A fekete-tengeri hadszíntér eseményeinek összefoglaló értékelése, 2022–2024 között I. rész	1/2–10.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű puskák fejlesztésének története XII. rész 35 év a honvédség szolgálatában	1/11–16.
Farkas Gábor – Fazekas Gábor – Németh András:	FPV-drónok detektálásának alternatív megoldása konvolúciós neurális hálózattal	2/2–7.
Balogh Tamás:	A fekete-tengeri hadszíntér 2022–2024 közötti eseményeinek összefoglaló értékelése II. rész	2/8–15.
Szabó Péter Imre – Gárdián Anett Zsuzsanna:	Lézeres feketítés	2/16–20.
Balogh Tamás:	A fekete-tengeri hadszíntér 2022–2024 közötti eseményeinek összefoglaló értékelése III. rész	3/2–7.
Lukács László:	A kőszórá aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig I. rész <i>Szárazföldi aknák az ókortól a 17. század végéig</i>	3/8–14.
Farkas Zoltán:	Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban I. rész	3/15–17.
Lukács László:	A kőszórá aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig II. rész <i>Szárazföldi aknák a 19. századtól az I. világháború befejezéséig</i>	4/2–7.
Szabó Sándor:	A modulrendszerű konténeres vezetési pontok fejlesztési irányai	4/8–12.
Farkas Zoltán:	Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban II. rész	4/13–19.
Lukács László:	A kőszórá aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig III. rész <i>Szárazföldi aknák az I. világháború befejezésétől a II. világháború végéig</i>	5/2–5.
Farkas Zoltán:	Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban III. rész	5/6–11.
Bujtor László – Rezsabek Nándor:	Bouligand-struktúra a védelmi iparban – természetinspirált struktúrák hadiipari alkalmazásai	5/12–17.
Lukács László:	A kőszórá aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig IV. rész Aknafejlesztés Magyarországon és a robbanó műszaki záruk hatékonysága	6/2–8.
Farkas Zoltán:	Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban IV. rész	6/9–15.

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Kizmus Szabolcs:	Hidegháborús bunkerek III. rész	1/17–22.
Dikács Csaba:	A MiG–29 repülőgépek a jugoszláv és a szerb légierőben (1987–2024) II. rész	1/23–26.
Kizmus Szabolcs:	Hidegháborús bunkerek IV. rész	2/21–26.
Ombódi Imre:	Rakéták a harcmezőn: a HIMARS képességei I. rész	2/27–32.
Sáta György:	Német–francia következő generációs harcokcsoport	2/33–39.
Kizmus Szabolcs:	Hidegháborús bunkerek V. rész	3/18–22.
Varga Attila – Baranyai László:	A Swift Response 24 gyakorlat jelentősége és nemzeti vonatkozásai	3/23–28.
Ombódi Imre:	Rakéták a harcmezőn: a HIMARS képességei II. rész	3/29–32.
Hajós Bence:	Megemlékezés az 1999-ben lerombolt újvidéki Szabadság hídról	4/20–24.
Kizmus Szabolcs:	Hidegháborús bunkerek VI. rész	4/25–31.
Biró Gabriella:	Az ukrán eVorog chatbot és a Delta rendszer	5/18–21.
Dunai Pál – Halmi Lajos:	Az orosz Szu–35S és Szu–57 vadászpilóta repülőgépek szerepe a 21. századi légi hadviselésben	6/16–23.
Ocskay István:	A termobárikus hatás és az azon alapuló fegyverek története I. rész	6/24–27.
Kiss Roland:	Az A2/AD hadviselés az orosz–ukrán háborúban <i>Területtagadás a szárazföldön I.</i>	6/28–34.
Papp István – Szilvássy László:	A PL–15(E) légiharc-rakéta	6/35–40.

ŰRTECHNIKA

Szabó Sándor András:	Barokamra mint technikai létesítmény és repülésélettani kiképző eszköz II. rész	1/27–32.
Bozsó István:	A műholdas földmegfigyelés fajtái és platformjai <i>Műholdak felépítése, optikai és aktív mikrohullámú távérzékelés alkalmazásai</i>	1/33–39.
Bozsó István – Bacsa Balázs:	A műholdas földmegfigyelés katonai alkalmazásai <i>Esettanulmányok az orosz–ukrán háborúból</i>	2/40–44.
Rezsabek Nándor:	Az utolsó magyarországi meteorit hullás a II. világháborús hadműveletek tükrében	2/45–49.
Remes Péter:	A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége I. rész	3/33–38.
Nagy Imre:	Nukleáris műholddal mesterséges holdak ellen?	3/39–43.
Remes Péter:	A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége II. rész	4/32–36.
Szalai Sándor – Nagy János:	A BepiColombo űrprogram magyar részvételével	4/37–43.
Remes Péter:	A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége III. rész	5/22–28.
Szalai Sándor – Nagy János – Vizi Pál Gábor:	A JUICE-űrszonda magyar gyártmányú tápegysége	5/29–36.
Remes Péter:	A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége IV. rész	6/41–47.

HAZAI TÜKÖR

Nagy Norbert:	A Leopard 2 harckocsicalád üzemeltetési rendszere II. rész	1/40–44.
Busa Attila József:	Kibervédelmi képzések a honvédelemben – európai és hazai viszonylatban	1/45–52.
Éles Péter:	Költségek és bevételek a felesleges lőszerkészletek kezelésénél	1/53–58.
Lucz Zsolt:	Helikopteres veszélyhelyzeti eljárások oktatása a kiképzés kezdeti szakaszában a magyar légierőben	1/59–64.
Ádám Balázs – Kovács Zoltán – Ember István:	Modern robot a tűzszerészet szolgálatában	2/50–54.
Éles Péter:	The history of ammunition assembly and disassembly in Pusztavacs – A pusztavacsi lőszerszerelés története	2/55–58.
Mészáros Zalán:	Az LSF–21 légi sugárfelderítő konténer fejlesztése	3/44–51.
Hajós Bence:	Közüti híd kísérleti célú próbaterhelése Leopard 2A7HU harckocsival	3/52–55.
Szalkay Dániel – Daruka Norbert – Kovács Zoltán – Ember István:	Drónok alkalmazási lehetőségei a hazai folyamőr feladatokban	3/56–61.
Juhász Attila – Balogh Árpád:	Térinformatika alkalmazása katonai objektumok rekonstrukciójához	4/44–49.
Daruka Norbert – Kugyela Lóránd – Ember István:	Többkomponensű robbanóanyag és alkalmazásának lehetőségei I. rész	4/50–55.
Daruka Norbert – Kugyela Lóránd – Ember István:	Többkomponensű robbanóanyag és alkalmazásának lehetőségei II. rész	5/37–43.
Berkesi Balázs:	A magyar négyzsinnyomású gyakorlóruházat története	5/44–51.
Imhof László – Nagy Zsuzsa:	A Magyar Honvédség modernizált rádióállomásai, az Integrált Rádióállomás és Központ koncepció	6/48–55.

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Magó Károly:	Magyar gyártású Me 109 roncsának kiemelése a Balatonból	1/65–71.
Bártfai Bálint:	A szovjet csapatlégvédelem „füle és szeme” a hidegháború időszakában I. rész	1/72–75.
Bártfai Bálint:	A szovjet csapatlégvédelem „füle és szeme” a hidegháború időszakában II. rész	2/59–61.
Pap Péter:	Az M–9 kísérleti pisztoly	2/62–66.
Bánsági Andor:	Egy lövéssel négyet! Az SM U 4 tengeralattjáró támadása 1916. szeptember 14-én	2/67–70.
Schmidt László – Gávay György Viktor:	A német Marder II önjáró páncéltörő löveg – a kényszer szülte páncélvadász	3/62–66.
Mujzer Péter:	Lengyel gépjárművek a magyar honvédségben (1939–1945) I. rész	4/56–61.
Völgyesi Viktor:	A Magyar Királyi Honvéd Légierő 1938–39. évi oldalszájmelölési rendszere	4/62–68.
Ott István Dániel:	Atom-tengeralattjárók az Ausztrál Királyi Haditengerészet kötelékében I. rész <i>Az Ausztrál Királyi Haditengerészet tengeralattjáró-fegyverneme</i>	5/52–57.
Barna Péter:	Az Egyesült Államok Európában állomásozó repülőerőinek A–10A csatarepülőgépei 1979–1993 között I. rész	5/58–61.
Mujzer Péter:	Lengyel gépjárművek a magyar honvédségben (1939–1945) II. rész	5/62–66.
Ott István Dániel:	Atom-tengeralattjárók az Ausztrál Királyi Haditengerészet kötelékében II. rész <i>Az Ausztrál Királyi Haditengerészet tengeralattjáró-fegyverneme</i>	6/56–62.
Barna Péter:	Az Egyesült Államok Európában állomásozó repülőerőinek A–10A csatarepülőgépei 1979–1993 között II. rész	6/63–66.

MAKETTROVAT

Magó Károly – Fülöp Sándor – Molnár Ferenc:	Az egyik leghíresebb magyar Me 109-es	2/71–75.
Havasi Máté:	Hívójele: Szörnyeteg <i>Légpárnás járművek a vietnámi háborúban</i>	3/67–75.
Kenyeres Dénes – Pál Roland:	MiG–15-ösök a Magyar Néphadseregben	4/69–75.
Gávay György Viktor – Kovács András:	A MAZ–537G vontatójármű és a CsMZAP–9990 tréler	5/67–75.
Tekler István:	Egy magyar Junkers	6/67–73.



STUDIES

- From stone fougasse to intelligent landmines, *Part 4*
Mine development in Hungary and the effectiveness of explosive technical barriers 2
- Specialised logistics equipment past and present, *Part 4* 9

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- The role of Russian Su-35S and Su-57 fighter aircraft in 21st century air warfare 16
- The history of thermobaric weapons, *Part 1* 24
- A2/AD warfare in the Russo-Ukrainian war
Territorial denial on land, Part 1 28
- The PL-15(E) Air-to-Air missile 35

SPACE ACTIVITIES

- The importance of KTD in aviation and space medicine, *Part 4* 41

DOMESTIC SURVEY

- Modernised radio stations of the Hungarian Defence Forces:
The Integrated Radio Station and Centre Concept 48

MILTECH HISTORY

- Nuclear submarines in the Royal Australian Navy Fleet, *Part 2*
The submarine branch of the Royal Australian Navy 56
- A-10A Thunderbolt II attack aircraft of the United States Air Forces stationed in Europe, 1979–1993, *Part 2* 63

MODEL

- A Hungarian Junkers 67

STUDIEN

- Von der steinstreuen Minen bis die intelligenten Landminen, *Teil IV*
Minenentwicklung in Ungarn und die Wirksamkeit der explosiven technischen Sperren 2
- SLogistiktechnische Hilfsmittel einst und heute, *Teil IV* 9

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDschau

- Die Rolle der russischen Kampfflugzeuge Su-35S und Su-57 in der Luftkriegsführung des 21. Jahrhunderts 16
- Die Geschichte der thermobaren Waffen *Teil I* 24
- A2/AD-Kriegsführung im Russisch-Ukrainischen Krieg
Territoriale Verweigerung an Land Teil I 28
- Die Luft-Luft-Rakete PL-15(E) 35

RAUMFAHRTTECHNIK

- Die Bedeutung von KTD in der Luft- und Raumfahrtmedizin, *Teil IV* 41

HEIMATSCHAU

- Die modernisierten Radiosender der ungarischen Streitkräfte, das Konzept der integrierten Radiostation und des Zentrums 48

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Atom-U-Boote der Australischen Königlichen Marine *Teil II*
U-Boot-Waffe der Australischen Königlichen Marine 56
- A-10A-Kampfflugzeug der United States Air Forces in Europa 1979–1993, *Teil II* 63

MAKETTE

- Ein ungarischer Junker 67

TABLE OF CONTENTS

INHALTSVERZEICHNIS

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 szerző jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetű 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 térképbolt

1024 Budapest, Filler u. 14.

Telefon: +36 30-388-4034

E-mail: bartha.cynthia@hmzrinyi.hu

ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu

A folyóirat 2020 utáni számai elérhetők:

<https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT>

A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

Lira Könyváruház, Récsei Center

1146 Bp., Istvánmezei út 6.,

telefon: 411-1543

Stúdió könyvesbolt

1138 Bp., Népfürdő u. 15/D,

telefon/fax: 359-1964, 359-6461

HM Zrínyi Nkft. Ügyfélszolgálat

1024 Bp., Filler u. 14.

Nyitvatartás: H-P 9.00–16.30

ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu

A címlapképünkön: Az Indiai Légierő újonnan átvett Rafale vadászpilótaegye egy csaknem 8500 km-es átrepülés után leszáll az ambalai légitámaszponton, 2020. július 29-én.
(Fotó: Indian Air Force / Wikimedia)

Poszter: Az Adaptive Hussars 2025 előre tervezett, NATO-keretek között megrendezett, összhaderőnemi és összkormányzati védelmi gyakorlat keretében az MH Különleges Műveleti Parancsnokság Ejtőernyős Század katonái ejtőernyős ugrást hajtottak végre KC-390 szállító repülőgépből, a nullponti lő- és gyakorlóterén.
(Fotó: HM Zrínyi Nkft. / honvedelem.hu / Veres Franciska)



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

BÁRHO, BÁRMIKOR ELÉRI: LAPTAPIR.HU



A FELHŐSZOLGÁLTATÁSOK HASZNÁLATA



A felhőalapú szolgáltatások lehetővé teszik az adatok távoli elérését és megosztását. Felhőszolgáltatást használunk például, ha *Google Docs* dokumentumot készítünk vagy a *Microsoft Office 365* fiókunkból levelezünk, a *Dropbox* segítségével fájlokat osztunk meg ismerőseinkkel, vagy éppen ha az *iCloudba* mentük képeket, fájlokat.

A FELHŐSZOLGÁLTATÁSOK VESZÉLYEI

Az adatainkat idegenek kezébe adjuk, aiktól egyszerre várjuk, hogy azokat tartsák biztonságban, de közben tegyék is elérhetővé számunkra. A rosszindulatú szereplők (hackerek) kihasználhatják a biztonsági hibákat a felhőkben. A felhőszolgáltatások így elérhetlenné válhatnak, az adatok illetéktelen kezébe kerülhetnek, törölődhetnek vagy akár zsarolóvírus (ransomware) áldozatává válhatunk.

ENGEDÉLYEK ÉS JOGOSULTSÁGOK KORLÁTOZÁSA

az adatok megosztásakor. A szükségtelen hozzáférési engedély visszavonása. A kezelői felületen általában ikonokkal jelölik, hogy egy fájl, mappa meg van-e osztva.

RENDSZERES BIZTONSÁGI MÁSOLATOK KÉSZÍTÉSE

és biztonságos helyen tárolása. Így lehetséges az adatok visszaállítása, ha adatvesztés történik.

Hogyan használjuk tudatosan a felhőt?

MEGBÍZHATÓ ÉS HITELESÍTETT SZOLGÁLTATÓT VEGYÜNK IGÉNYBE.

Ezek jellemzői a következők:

- megfelelő biztonsági tanúsítványok és jogi előírások;
- nyilvános fórum, GYIK (gyakran ismételt kérdések) oldal, kapcsolattartási adatok;
- egyszerű kezelői felület (bonyolultabbnál nagyobb eséllyel hibázunk);
 - a szolgáltatás titkosítja az adatainkat és az adatátvitelt;
 - a szolgáltatás támogatja azokat az eszközöket, amelyeket használunk.

ERŐS HITELESÍTÉS ÉS JELSZÓVÉDELEM:

erős, egyedi jelszó vagy jelmondat a belépéshez, illetve – ha van rá lehetőség – többfakoros hitelesítés beállítása.

VÉGPONTI TITKOSÍTÁS ALKALMAZÁSA

az adatok védelmére a felhőszolgáltatás használatakor, így akkor sem ismerhetők meg, ha illetéktelenek megszerzik azokat.

FELHASZNÁLÁSI FELTÉTELEK MEGISMERÉSE

Ebben megtaláljuk például azt, hogy mely ország törvényei vonatkoznak az adott felhőszolgáltatóra, de azt is, hogy mihez adunk engedélyt a felhőszolgáltatónak.

ELŐFIZETÉS MEGÚJÍTÁSA (ha nem ingyenes): ennek hiányában akár meg is szűnhet a hozzáférés a felhőben tárolt adatokhoz.

**BIZTONSÁGI BEÁLLÍTÁSOK
MEGISMERÉSE** és rendszeres felülvizsgálata.



CSATLAKOZZ SZERZŐDÉSES KATONAKÉNT A MAGYAR HONVÉDSÉGHEZ!



KÖZÖSSÉG. CSÚCSTECHNOLÓGIA.
HAZASZERETET.

KEZDŐ ILLETMÉNY:
HAVI BRUTTÓ 737.000 FT

IRANYASEREG.HU/EMBERTAVASRA

