

HADI TECHNIKA

2025/4.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LIX. ÉVFOLYAM 4. SZÁM • ÁR: 990 Ft

A BEPICOLOMBO
ŰRPROGRAM
MAGYAR
RÉSZVÉTELLEL



POSZTER-
MELLÉKLETTEL

VÉRREL, VASSAL, EKÉVEL, KARDDAL I-III.



DÍSZDOBOZBAN IS KAPHATÓ!

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



Könyvesbolt: 1024 Budapest, Fillér utca 14.



ZRÍNYI KIADÓ

2025/4.

A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LIX. évfolyam 2025/4. szám

A szerkesztőbizottság elnöke:

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

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárányi 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:

Druzsina József őrnagy (MHTT, TÜK, MKLE)

Szerkesztőasszisztens:

Drahos Gabriella

Olvasószerkesztő:

Tóth László ny. alezredes

Tördelés és grafikai munkák: Győri László

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 kőszőró aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig II. rész
Szárazföldi aknák a 19. századtól az I. világháború befejezéséig 2
- Szabó Sándor: A modulrendszerű konténeres vezetési pontok fejlesztési irányai 8
- Farkas Zoltán: Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban II. rész 13

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

- Hajós Bence: Megemlékezés az 1999-ben lerombolt újvidéki Szabadság hídról 20
- Kizmus Szabolcs: Hidegháborús bunkerek VI. rész 25

ŰRTECHNIKA

- Remes Péter: A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége II. rész 32
- Szalai Sándor – Nagy János: A BepiColombo űrprogram magyar részvételével 37

HAZAI TÜKÖR

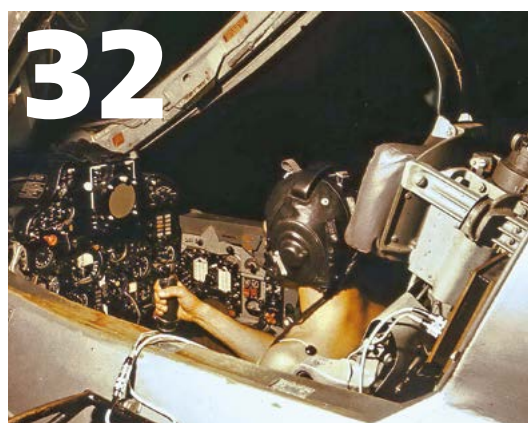
- Juhász Attila – Balogh Árpád: Térinformatika alkalmazása katonai objektumok rekonstruálásához 44
- Daruka Norbert – Kugyela Lóránd – Ember István: Többkomponensű robbanóanyag és alkalmazásának lehetőségei I. rész 50

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

- Muzser Péter: Lengyel gépjárművek a magyar honvédségben (1939–1945) I. rész 56
- Völgyesi Viktor: A Magyar Királyi Honvéd Légierő 1938–39. évi oldalszámjelölési rendszere 62

MAKETT

- Kenyeres Dénes – Pál Roland: MiG-15-ösök a Magyar Néphadseregben 69



A KŐSZÓRÓ AKNÁKTÓL AZ INTELLIGENS SZÁRAZFÖLDI AKNÁKIG

II. RÉSZ

SZÁRAZFÖLDI AKNÁK A 19. SZÁZADTÓL AZ I. VILÁGHÁBORÚ BEFEJEZÉSÉIG

A feketelőpor feltalálását követően történelmünk csataterén a kézfegyverek mellett új pusztító eszközök jelentek meg. A szerző tanulmányában ezek közül a szárazföldi aknák kialakulását, fejlődését foglalja össze röviden, az ókortól napjainkig. Az első részben a kínaiak által készített első kőszóró aknáktól a 17. századig, a második részben pedig a 19. századtól az I. világháborúban megjelenő új harceszköz, a „tank” ellen kifejlesztett, harcjármű elleni aknáig követjük nyomon a fejlődés állomásait.

Az aknák további fejlődéséhez a korábban alkalmazottaknál egyszerűbb, könnyebben alkalmazható gyújtószerkezetekre volt szükség. Az első áttörést a skót Alexander Forsythe tiszteletes munkássága jelentette, aki kifejlesztette a vegyi gyújtást. A gyújtószerkezetben a kova helyére először durranóhiganyval töltött csövecskét helyezett 1807-ben. A mechanikus hatásra (különösen ütésre) érzékeny durranóhigany így a csapódó szerkezet által felrobbant, begyújtva ezáltal a lőport. Forsythe 1814-ben a szerkezetet továbbfejlesztette, a durranóhiganyt rézkupakba helyezte, melyet egy vékony fémlemezzel hermetikusan lezárt, megalkotva ezzel az első robbantógyutacsot.

1822-ben az orosz Pavel Lvovics Schilling először hajtottá végre repeszakna indítását galvánelemek segítségével. Bár kutatásának fő területe a tengeri aknák voltak, ezek indítási

módját alkalmazta a repeszaknákra is. A találmány két jelentős eredményt hozott, elsősorban a repeszaknák erődök védelmében történő alkalmazásában: egyrészt a légmentesen lezárt aknákat előre el lehetett helyezni a szükséges helyekre, és hosszú időn keresztül működképes állapotban maradtak, másrészt tetszőleges pillanatban, nagy biztonsággal fel lehetett őket robbantani (mint megfigyelt aknákat).

1840-ben az Oroszországban dolgozó német Moritz Hermann von Jacobi két aknagyújtót fejlesztett ki, melyek tetszőleges aknák működtetésére voltak képesek, méghozzá kettős működésű gyújtóként: nyomó- és húzóerő hatására egyaránt felrobbantották az aknát. Az egyiknél higanyos, a másiknál golyós szerkezettel oldotta meg a gyújtó elektromos rendszerének élesztését – ez mindkét esetben a gyújtó elbillenésekor történt meg. A történelem fintora, hogy az egyébként kiváló gyújtó iránt csak a tengeri aknánál volt igény, szárazföldi alkalmazása nem kapott támogatást.

Hasonló sorsra jutott az Alfred Nobel apja, Emmanuel Nobel (1801–1872) által 1840-ben Oroszországban kifejlesztett vegyi aknagyújtó is. A gyújtó felépítése és működése sokkal egyszerűbb volt, mint a Jacobi-féle típusé, és elemre sem volt hozzá szükség. Alapját egy savval töltött ampulla képezte, mely nyomóerő hatására összetört. A sav egy salétrommal átitatott papírra folyt, az így keletkező elegy öngyul-

ladása pedig felrobbantotta a feketelőpor töltetet. Bár hasonló előnyökkel járt volna az ilyen gyújtókkal szerelt aknák alkalmazása a várak védelmében, mint a fent említett aknáé, sőt elemre sem volt szükség a működtetéséhez, amit az ellenség váltott ki, rálépve az aknára, mégsem alkalmazták a szárazföldi műveletekben.

Az 1800-as években forradalmi változások történtek a robbanóanyagok fejlesztése terén is. Szinte az összes, a mai napig önállóan vagy robbanóanyag-keverékben alkalmazott típus ebben az időszakban jelent meg:

- 1807 durranóhigany (Alexander John Forsyth);
- 1808 trizinát (Chevreuil);
- 1846 nitrocellulóz (Christian Friedrich Schönbein);
- 1846 nitroglicerín (Ascanio Sobrero);
- 1867 gurdinamit (Alfred Nobel);
- 1875 robbanószelatin (Alfred Nobel);
- 1884 füstnélküli lőpor (Paul Vieille);
- 1884 ammónium-nitrát robbanóanyag (Favier);
- 1871 pikrinsav¹ (Hermann Sprengel);
- 1879 tetril (Michler és Meyer);
- 1888 ballisztit – kétbázisú nitroglicerines lőpor (Alfred Nobel);
- 1889 cordit – angol kétbázisú nitroglicerines lőpor (Frederic August Abel és Sir James Dewar);
- 1891 ólomazid (Curtius);
- 1891 trotil (Carl Haussermann);
- 1891 nitropenta (Tollens);
- 1899 ammonal (George Roth és Richard Escales);

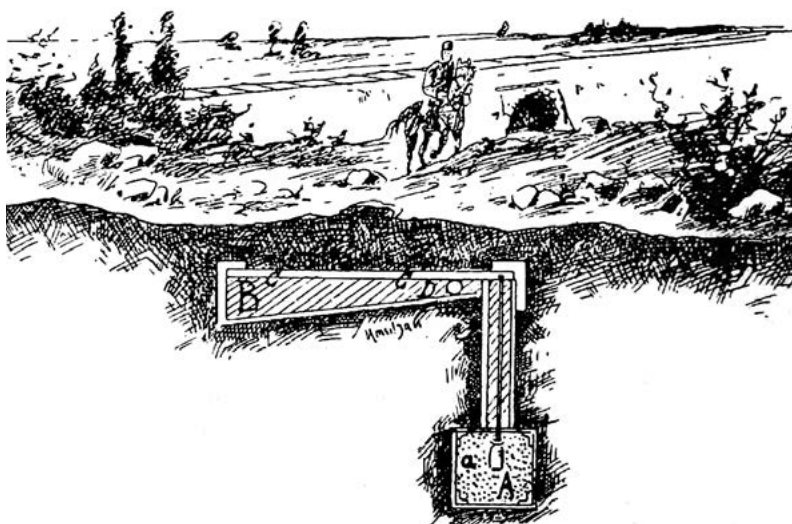
* Professor emeritus, a hadtudomány kandidátusa, ny. tanszékvezető egyetemi tanár. ORCID: 0000-0001-8569-5013

¹ Ezzel megteremtődött a lehetősége, hogy 1887-ben a francia Eugène Turpin bemutassa a pikrinsav-collodium bázisú melinitet (a francia hadsereg rendszeresítette a Turpin-féle, pikrinsavas robbanóanyag töltetű tüzérségi lőszereket). Ezt követően sorban jelentek meg az egyes országokban a pikrinsavas katonai robbanóanyagok, mint az angol lyddite, az orosz silotvor, az Osztrák–Magyar Monarchiában az ekrazit, a japán simoze és a német sprengkorper.

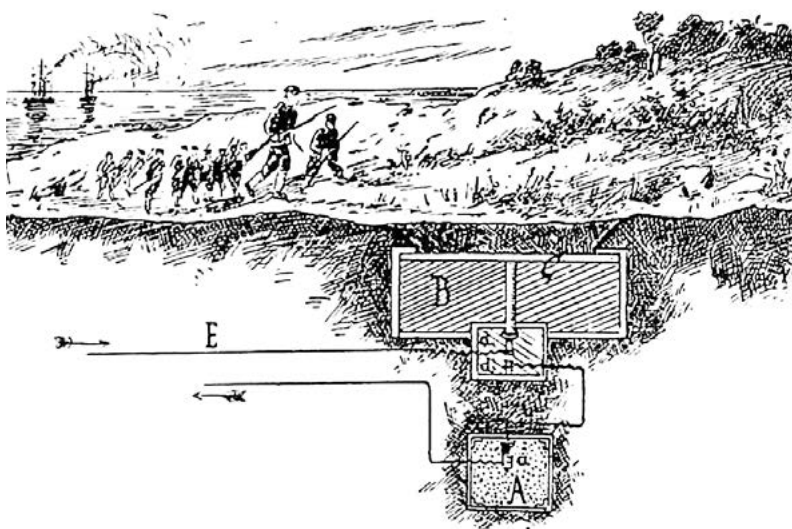
- 1895 folyékony oxigén robbanóanyag (LOX)² (Karl Paul Gottfried von Linde);
- 1899 hexogén (Hans Henning) – robbanóanyagként Edmund von Herz szabadalmaztatta 1920-ban.

Az aknák történetében egy magyar találmány is jelentős szerepet játszott: ez volt a Zubovits (Zubovics) Fedor honvéd huszárszázados által feltalált, szárazföldi torpedónak nevezett robbanószerkezet, mely a ma is alkalmazott szárazföldi telepítésű aknák előfutára volt. A Pallas nagy lexikona 1897-ben az alábbiakban foglalta össze a legfontosabb tudnivalókat erről az eszközről. „Ez egy robbanóanyaggal telített vas- vagy faedény, mely utakon, útszorosokon stb. elásva, oly szerkezettel bír, hogyha egy csapat reája lép, felrobban. E torpedónak további fejlesztése Zubovits Fedor honvéd huszárszázados érdeme, ki a csapatok által vihető 2 kg. robbantó gelatint tartalmazó repülő torpedót, tábori erősítéseknél használt, 10 kg. robbanó anyaggal ellátott torpedót és állandó erősítéseknél alkalmazott 15 kg. gelatintöltetű torpedókat készített. Torpedói, minőségük szerint, a reátposás folytán, bizonyos akadálytárgyak eltávolításánál vagy pedig villamosság által tetszés szerinti pillanatban, végre egy szabályozható óramű-szerkezet segítségével, előre meghatározott időben robbannak. Zubovits torpedóit több állam használja.” [1; 281.] Zubovics találmányát Ausztria–Magyarország, Svájc, Svédország, Norvégia, Dánia, Szerbia, Törökország és Kína fogadta el és vásárolta meg annak idején.

A lőpor fegyverekben történő alkalmazásának komoly ellenzői is voltak annak idején Európában. Schaffer Antal 1903-as könyvében ezt írta: „Németországban és Franciaországban csak 1380 után kezdték a »lövőfegyvereket« használni, minthogy a »lovagias érzék és vallásos buzgóság« ebben az időben nem tudott velük megbarátkozni.” [15; 3.] Hasonlóképpen a szárazföldi torpedók sem arattak mindenhol sikert annak ellenére, hogy számtalan ország megvásárolta. 1890-ben, a Vassárnapi Újság akkori számában jelelt meg az alábbi gondolatok. „Vannak ezenkívül még szárazföldi torpedók is,



1. ÁBRA. Szárazföldi torpedó mechanikus robbantással – 1914. Ábrajelölések: A: a robbanóanyag kamrája; C: a D-ben alátámasztott könnyen lebillenő deszka; a: a robbanóanyagba helyezett gyutacs [17; 1534.]



2. ÁBRA. Szárazföldi torpedó elektromos gyújtással [megfigyelt akna] – 1914. Ábrajelölések: A: a robbanóanyag kamrája; C: rugóval ellátott deszkalap, amelynek leszorításakor d és d' érintkeznek és az elektromos telepből jövő áram szikrája a töltést felrobbantja [17; 1355.]

melyeknek gyakorlati célját a legtöbb esetben nagyon is kétségesnek tartjuk. Kétséget nem szenved, hogy oly helyen, hol az előrenyomuló ellenség feltartóztatásáról van szó, a föld alatt elásott torpedók nagyon hasznosak lehetnek, de a mai harcászati módjai mellett, alkalmazásuk legfeljebb erősített helyek és várak előtti terepek némi védelmére szolgálhat. Másféle előnyeiket katonai célokra alig lehetne kimutatni. A párisi École d'Artillerie-ben (tüzérségi akadémia) tartott előadások alkalmával, d'Henret ezredes a szárazföldi torpedók alkalmazását veszedelmes kétélű fegyvernek nevezi, mely az ellenséget rendkívüli represszáliákra kényszerítheti. »Hogy az ellenséget, mely határainkat átlépte, mondá d'Henret ezredes – az egész vonalon, minden lépten-nyomon szárazföldi torpedókkal fel lehetne tartóztatni vagy részben megsemmisíte-

ni, úgy ez ellen semmi kifogásom sem lenne, de mi történik, ha a torpedók felrobbanása után, mely 2-3 ezer embert megöl, a többi aztán annál nagyobb dühvel támadja meg a védetlen népet; mi történik, ha az ellenség utászai a torpedók kihányása után ezeket most a mi veszedelmünkre másutt lerakják? En a földi torpedót nem tartom lovagias fegyvernek, és használatát semmi szín alatt, de különösen nyílt harcztereken, meg nem engedném.« [16; 564.]

1914-ben az Élet című lapban „földberegített gyilkosokként” írtak a szárazföldi torpedóról, két képen is szemléltetve a működésüket. (1–2. ábra)

„Senki sem lehet próféta a saját hazájában.” Kelemen Ferenc a Haditechnikában megjelent 2014-es cikkét az alábbi sorokkal fejezte be: „A magyar hadvezetés akkoriban nem látott fantáziát Zubovics aknáiban. A Honvéd

² Liquid Oxigene eXplosive.



3. ÁBRA. A britek első harckocsija (1916) [4; 126.]

Főparancsnokságon 1916 augusztusában így összegezték: »Véleményem szerint a modern hadi technika fejlődése a szárazföldi torpedók teljesítő képességét (hatását) messze túlszárnyalta, utóbbiak alkalmazhatóságuk korát már túléltek, dacára annak nem tagadható, hogy őrnagy úr bizonyos érdemeket ért el velük.« [2; 72.] Ahogy a következőkben látni fogjuk, a német hadsereg ebben az évben kezdett el ipari méretekben harckocsi elleni aknákat gyártani, nem érezve erkölcsi problémát a »földberejtett gyilkosok« tömeges harctéri alkalmazásáért...

AZ I. VILÁGHÁBORÚ ÉS AZ AKNÁK

»A történelem ismétli önmagát« mondas az aknák tekintetében is igaznak bizonyult azzal a kitételrel, hogy ez egyre magasabb szinten valósult meg. A 20. század elejére minden feltétel adott volt ahhoz, hogy új, nagy pusztító erejű szárazföldi aknák kerüljenek tömeges felhasználásra a háborús cselekményekben:

- megjelentek a különféle igényeket kielégíteni képes kezelésbiztos, nagy hatóerejű robbanóanyagok, melyek egy része ráadásul a külső időjárási viszonyoktól függetlenül működőképes volt (nem voltak érzékenyek sem a vízre, sem a hőmérsékleti viszonyokra);
- rendelkezésre álltak a biztos iniciálás eszközei (elektromos, robbantó- és csappantyús gyutacsok, időzített gyújtószinórok és robbanószinórok);
- a tüzérség nagyarányú fejlődése következtében a fejlett hadiipar komoly tapasztalatokkal rendelkezett a robbanószerkezetek biztonságos tömeggyártásában.

Az aknák tömeges megjelenéséhez már csak egyetlen dolog kellett: az ok. A 20. század elejére ez is megszületett: kitört az I. világháború, mely alapvetően különbözött minden addigi fegyveres küzdelemtől. Ekkor jelent meg az európai harctereken két olyan találmány, mely gyökeresen megváltoztatta az addig hadviselést.

Egy Angliából áttelepült amerikai műszerész fia, a Maine állam Sangerville városában 1840-ben született Sir Hiram Stevens Maxim 1881-ben vészaköltözött a szigetszországba, ahol – immár brit állampolgárként – 1885-ben megalkotta az első hatékony géppuskát, mely azóta is a nevét viseli. A vízhűtésű csővel ellátott gyorstüzelő fegyver percnként 300–600 lövésre volt képes, mely 100 hagyományos puska tüzerejének felelt meg. A találmányát minden nagyobb európai állam megvette és hadseregében rendszerbe állította. Akkor még azt hitték, hogy a fegyver borzalmas pusztító képességét látva (ahogy erről 1897-ben a New York Times is írt egy cikkében) egyben »béketeremtő fegyverként« került az emberiség kezébe, hiszen a világ vezetői ezután kétszer is meggondolják, hogy tényleg vállalkozzanak-e újabb háborúra. A jóslat – bár logikusnak tűnt – nem vált be. Az első figyelmeztető jel Port Arthur japán ostroma volt 1904–1905-ben, amikor bebizonyosodott, hogy a tüzérségi tűz és a hatalmas, újból és újból megindított gyalogsági rohamok mit sem érnek egy, mégoly gyengén kiépített erőd ellen is, ha a védők az új »béketeremtő fegyverrel« állítják meg őket. A Nogi tábornok által vezetett japán erők 64 ezer katonájukat – köztük a tábornok két fiát – vesztették el a hadjárat alatt.³

Az I. világháborúban a szemben álló felek ugyanúgy géppuskával pusztították egymás katonáit: a britek a Vickers, a németek az MG (Maschinengewehr) 08 néven gyártott fegyverekkel. A tüzérségi előkészítés utáni tömeges gyalogsági és lovassági rohamokra számító hadművelleti tervek pedig ennek nyomán ezen a hadszíntéren is összeomlottak. A nyugati fronton 1915-re egy hosszúra nyúló és

eredménytelen állásháború alakult ki, melyben eleinte egyik küzdő fél sem tudott felülkerekedni a másikon. A kiépített ellenséges támpontok szögcsodát-kerítéssel védett árokrendszerei elleni kölcsönös gyalogos rohamok egyetlen »eredménye«, a nagy tűzgyorsaságú Maxim-rendszerű géppuskák okozta hatalmas embervesztés volt mindkét oldalon. Veremejev így írt a kialakuló új háború fő jellemzőiről: »A csatateret a tüzérség és a géppuskák uralták, amelyek megbízhatóan megsemmisítették az előrenyomuló gyalogságot, amely csak lassan tudott utat törni magának a »senki földjén« lévő krátereken és a drótkerítéseken. Egy támadó gyalogsági zászlóaljat 5–7 perc alatt megsemmisítettek. A lovasságnak egyáltalán nem volt helye az ilyen csatatereteken – egy lovas a lovával túl nagy célpont volt. Ezért aztán a gyalogsági aknákra⁴ nem volt különösebb szükség, így nem is foglalkoztak a frontvonal előtti drótzárak aknásításával.« [3; 34–35.]

Megkezdődött tehát minden idők legnagyobb földalatti aknaharca, az egymás állásai alá ásott alagutakba elhelyezett hatalmas robbanóanyag-töltetekkel és az ezt megakadályozni akaró ellenaknák készítésével. Ez a módszer azonban nagyon időigényes volt, és hadművelleti szinten ehhez képest csekély eredményt hozott.⁵

A patthelyzet feloldására valami forradalmian újra, eddig még nem látott, nem alkalmazott eszközre volt szükség. 1916. január 20-án, az angliai Lincoln Burton Park próbapályáján bemutatott egy acélmonstrumot, mely láncpáncolon gördült előre, a páncéltest pedig – elvileg – megfelelő védelmet nyújtott az akkori közvetlen irányzású tüzfegyverek ellen. Ez volt a történelem első harckocsija. A britek a tengeri szállítás során nagy faldákba »csomagolták« találmányukat az ellenséges kémek megtévesztésére, melyekre a »tartály«, azaz »tank« feliratot festették. Ezen a néven vált tehát ismertté és használjuk a mai napig a harckocsit, mely gyökeres változást idézett elő a harc megvívásában. Tervezői pedig nem tudhatták, hogy talá-

³ Bővebben lásd [14; II/8.1. alfejezet].

⁴ A szerző itt a szárazföldi torpedó jellegű aknákra utal.

⁵ Részletesen lásd [14; II/II/8.2. és 8.3. alfejezetek].

mányukkal nem egy, hanem két, a mai napig döntő hatású pusztítóeszközt szabadítottak az emberiségre. (3. ábra)

A „tankok” első bevetésére a Somme folyónál került sor 1916. szeptember 15-én. Bár a támadó 32 brit tank csak harcászati sikert ért el, mégis sikerült áttörniük az addig hiába ostromolt német védelmi vonalat. Fuller ezredes 1920-ban megjelent, a harckocsik I. világháborúban történő alkalmazását bemutató könyvében ezt írta az új harceszköz bevetése okozta zavarról a német hadvezetésben: „A lefoglalt dokumentumokból egyértelműen kiderül, hogy a tankok bevezetése ugyanolyan nagy meglepetés volt a német vezérkar, mint a harcoló csapatok számára. Igaz, hogy bizonyos homályos pletykák keringtek arról, hogy a szövetségesek esetleg valamilyen új fegyvert vetnek be, de nem tulajdonítottak jelentőséget nekik. [...] 1916 és 1917 telén az utasítások a következők voltak a páncélosok elleni védekezésre vonatkozóan, melyek egyébként teljesen téves elképzeléseken alapultak:

(i) a tankok nagymértékben az utakra vannak utalva;

(ii) a harckocsik csak nappali fényben közelítik meg a német vonalakat;

(iii) a tankok páncélzata teljes védelmet nyújt a géppuskatűzzel szemben.

Ezek oda vezettek, hogy a németek az utakadályokkal (mint például a gödörök) és a nem közvetlen irányzású tűzérési tűzesszörkökkel próbálták felvenni a harcot a támadó harckocsikkal. [...] A gyalogsági páncélvédelem 1917-ben elhanyagolható volt, és főként olyan utasításokból állt, hogy mindenki »őrizze meg a nyugalmát, a többit pedig bízsa a tűzérésre.« [...] A cambrai-i csata (1917 novembere) előtt az igazi, páncélosok elleni védelem a sár volt, az ágyútűz és az eső által termelt sár.” [5; 260–263.]

Az első harctéri tapasztalatok alapján továbbfejlesztett brit harckocsik hatékonyságát azonban végül nem a géppuskák, nem is a tűzérés csökkentette (az igazán hatékony páncéltörő ágyú kifejlesztéséhez több idő kellett), hanem egy egyszerű szerkezet, a harckocsi elleni akna. Ennek első formái a németek által függőle-

1. TÁBLÁZAT. Első világháborús német aknák (A szerző szerkesztése [7] alapján)

Típus	Méret [coll]	Aknatest	Gyújtás	Robbanóanyag- töltet
A	40 × 15 × 10	fa	nyomás	6" lövedék
B	40 × 15 × 15	fa	nyomás	6" lövedék
C - Flachmine	18 × 14 × 6	fa/fém	nyomás	3 kg perdit
D	27 × 16 × 12	fa	nyomás	perdit
E	144 × 10 × 10	fa	nyomás	6" lövedék
F	66 × 16 × 12	fa	nyomás	2 db 6" lövedék
G	60 × 18 × 15	fa	nyomás	9,7" lövedék
H	36 × 24 × 30	fa	nyomás	6" lövedék vagy 12 kg perdit
I	19 × 13,5 × 15	fa	nyomás	10" lövedék
J	4-es fa fedél	fa	nyomás	6 vagy 8" lövedék
K	n. a.	fa	nyomás	két vagy 3 db 6" lövedék
L	19 × 13 × 7	fa	nyomás	20 kg HE robbanóanyag
M1	45 × 20 × 20	fa	nyomás	25 cm-es lövedék
M2	40 × 16 × 16	fa	nyomás	15 cm-es lövedék
N	102 × 20	fa	nyomás	10 kg HE robbanóanyag
O*	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
P	3 láb mély Ø 8–12 láb**			HE robbanóanyag
Q	68 × 15 × 15	fa	nyomás	15 vagy 25 cm-es lövedék
R	120 × 7,5 × 9,5	fa	nyomás	15 vagy 25 cm-es lövedék

* Gyalogság elleni akna: elsősorban a háború vége felé alkalmazták, pl. a harcjármű elleni akna alá telepítve, „felszedés elleni biztosításként”. Egyéb leírás nincs róla.

** Úgynevezett gödörakna.

sen a földbe ásvott tűzérési löszerek voltak, melyek orrgyújtója a föld felszíne fölé ért. (4. ábra) Ez volt az első – kényszer szülte – láncaltal elleni akna. És addig, amíg a „tankok” a harcselekmények lezárultával visszatérnek a támaszpontjaikra, az ellenük kifejlesztett, földbe telepített aknák milliói tovább folytatják a pusztítást, most már az ártatlan civil lakosság körében.

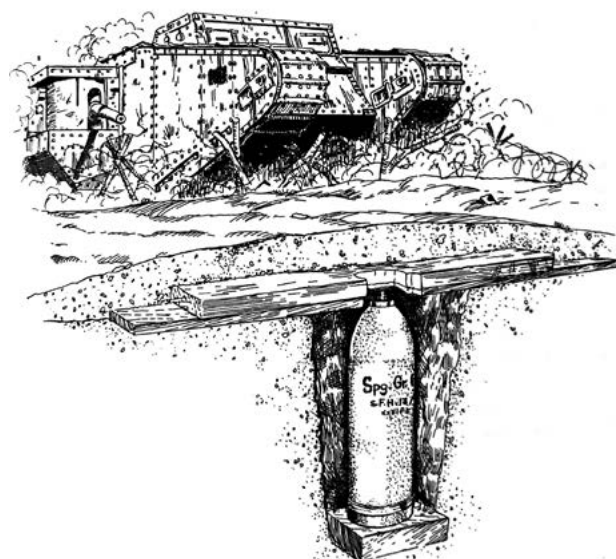
A németek által gyártott aknákról talán a legrészletesebb leírást George R. DeBeque, az amerikai műszaki csapatok hadnagya által 1919 januárjában írt tanulmányában olvashatunk. [7] Ebben az aknamentesítés során fellelt 18, különböző típusú robbanó műszaki harcanyag részletes adatait és a mentesítésüknél alkalmazott módszereket mutatja be. (1. táblázat)

A lövedékekből rögtönzött vagy a fronton szolgáló katonák által készített páncéltörő aknák azonban nagyon megbízhatatlanok és veszélyesek voltak. Ezért a németek a rájuk jellemző precizitással Briey⁶ közelében létrehozta egy gyakorlóteret, amelyet kiképzőiskolaként és különböző típusú harckocsi elleni aknák tesztelésére használtak. A fejlesztés során a fa vagy

fém aknatestben elhelyezett tűzérési löszér vagy robbanóanyag-töltet indítására megfelelő aknagyújtókat kellett készíteni, melyek például a gyalogsági rohamnál nem, csak a rajtuk áthaladó jármű tömegének hatására robbantották az aknát. Három fő típusa alakult ki az akkori aknagyújtó szerkezeteknek:

- „A nyíródó csapszeges gyújtó, amelyben egy rugó ellenében felhúzott ütőszegen áthaladó fém-csap tartotta biztonsági helyzetben a gyújtót; az aknára ható erős nyomóerő ezt elnyírta, ezzel kioldotta az ütőszeg, melyet a rugó a gyújtó csappantyújába »lőtt«, ezzel indítva a gyújtási láncot.

4. ÁBRA. Az első német harckocsi elleni aknák az I. világháborúban [6; 75.]



⁶ Briey: település északkelet Franciaországban, Meurthe-et-Moselle megyében, Luxemburgtól 50 km-re délre.

- A biztosítókáros gyújtó, amelyben (a mai kézigránatokhoz hasonlóan) a biztosítószervezetet tartó kart egy második kar tartotta a helyén, amely érintkezett az akna nyomófedelével. A fedelet érő terhelés hatására a második kar elfordult a forgáspontja körül, és egy adott ponton kioldotta az ütőszeg.
- A golyós záras gyújtó, amelyben a rugós ütőszeg az akna szárában kialakított hornyokba ékelődött, egy csúszó hüvely által rögzített két vagy három golyó tartotta a helyén; nyomás hatására a csúszó hüvely lefelé mozdult, ezáltal a golyók az erre a célra kialakított mélyedésekbe estek, és így kioldották a rugó ellenében felhúzott ütőszegét.” [8; 2.]

A tüzérségi löszerek aknaként történő alkalmazása, azok telepítésének nagy időigénye miatt arra ösztönözte a német szakembereket, hogy sürgősen kifejlesszenek egy szabványos, könnyen telepíthető harckocsi elleni aknát, melyvel központilag láthatják el a harcoló alakulatokat, kiváltva ezzel a helyben barkácsolt szükségaknákat. Gondoljunk bele, hogy csak egy 6 hüvelykes (152 mm-es) löveg gránátja kb. 600 mm hosszú volt. Egy-egy ilyen „akna” álló helyzetben történő talajba áása nem kis energiát és időt igényelt. Akkor hány ember mennyi munkájára volt szükség egy aknamező létrehozására, melyben csak egy soron belül is 2-3 méterenként voltak az aknák egymástól? Ez az új, már mai értelemben is aknának tekinthető műszaki harcanyag volt a 12 kg-os Flachmine 17. A kátrányozott fadobozt (aknatest) 3 kg perdit robbanóanyaggal töltötték meg,⁷ a tetején négy rugós ütőszervezetű detonátorral rendelkezett. (5. ábra) Ezeket a detonátoro-

kat vagy egy nyomásra működő gyújtószervezet automatikusan indította az áthaladó jármű tömegének hatására vagy távirányítással, elektromos gyújtás segítségével robbantották fel egy, az aknától a német lövészárókba vezetett kábellel. Németországban 1916 decemberében kezdték ipari méretekben gyártani a harckocsi elleni aknákat, és a háború végéig kb. 3 852 000 darabot készítettek (1917-ben átlagosan havi 108 000, 1918-ban 128 000 aknát gyártottak).

Az aknák alkalmazása során szerzett harci tapasztalatok alapján a németek megtalálták ezeknek a műszaki harcanyagoknak a helyét és szerepét a védelmi rendszerben. DeBeque tanulmányában egy, a Charey és a Lachausée-tó közötti nyílt területen húzódó komplex német műszakizár-rendszer leírása olvasható. „Ez a mező körülbelül 4 kilométer hosszú. Az aknák főleg az itt leírt »B«, »C« és »D« típusokból álltak. Ezeket egy folyamatos sorban helyezték el 6 láb és 10 láb (1,8 és 3,0 m) közötti távolságban és 100 métertől 400 méterig terjedő távolságban a német drótkadályok első övétől. Az aknákat robbanószervezettel látták el és élesítve voltak. Az aknamező mögött 400–500 méteres távolságban egy sín-sorompóból álló kiegészítő akadályt építettek. Az első aknamezőtől mintegy egy kilométerrel hátrébb megkezdtek a munkát egy hasonló típusú harckocsiaknákából álló rendszer kiépítésén, amelyhez 300 méterrel hátrébb egy sor aknazárt építettek ki segédvédelemként. Ebből kitűnik, hogy a németek terve az volt, hogy a páncélvédelmet jelentős mélységben szervezik meg, hasonlóan a különböző árokrendszerek elhelyezéséhez. Könnyű felismerni az ilyen szervezés értékét védelmi célokra, de úgy tűnik, hogy ennek a rendszernek a fő hátránya az, hogy megfosztja a területet birtoklókattól a lehetőségtől, hogy jelentős mértékű támadást folytassanak, mivel rendkívül nehéz lenne előrehaladni a tankaknak és az akadályokon keresztül még a könnyű tábori löve-

gekkel is.” A németek ezzel megalkották a mélységi védelem ma is alkalmazott elvét.

DeBeque arról is beszámolt, hogy „[M]íg az aknamezők többségén az aknák élesített gyújtószervezettel használatra készen álltak, volt néhány eset, ahol az aknákat elhelyezték, de nem voltak felszerelve gyújtóval. Ezekben az esetekben lehetséges, hogy miközben erős védelemre rendezkedtek be, lehetőséget hagytak arra, hogy támadó magatartást tanúsítsanak.” [7; 2–3.] Ma is hasonló elv alapján telepíthetünk első vagy második készenléti fokban aknamezőket.

Blumberg az aknatelepítés módszereinek fejlődéséről és a robbanózárok hatékonyságáról a következőket írta. „Ahogy az aknák egyre specializáltabb kialakításúvá váltak, úgy fejlődtek a gyártásukra és a letelepítésükre kijelölt emberek is. Egy törzstiszt, akit öt sorkatona segített, alkotott egy speciális aknatelepítő osztagot. Ezek nemcsak az aknák elkészítéséért, hanem azok telepítéséért és – szükség szerint – a felszedéséért is felelősek voltak. Az önkénteseket a veszélyes szolgálatra való toborzás során többletfizetéssel, extra fejadaggal és nagyvonalú szabadsággal ösztönözték. A németek eleinte kiszámítható helyeken helyezték el az aknákat: a fontos védelmi állásokhoz és erődítményekhez vezető utakon. A háború előre haladtával a harckocsiaknákat egyre tervszerűbben telepítették a harcmezőn. Most már nagy számban, két sorban, szögesdrót kerítés mögé ásták be őket úgy, hogy két méter választotta el az egyes aknákat egymástól. Amikor csak lehetett, az aknákat a kerítés elengedő oldalán helyezték el, két méterrel az előtt. Meglepő módon sem a szövetségesek, sem a németek nem használták a háború alatt gyalogsági aknákat a harckocsi elleni aknamezőik védelmére.” [10]

Youngblood 2002-ben írt, az aknák fejlődését bemutató disszertációjában további érdekes megállapításokról olvashatunk, melyek a mai napig érvényesek a robbanó műszaki zárok

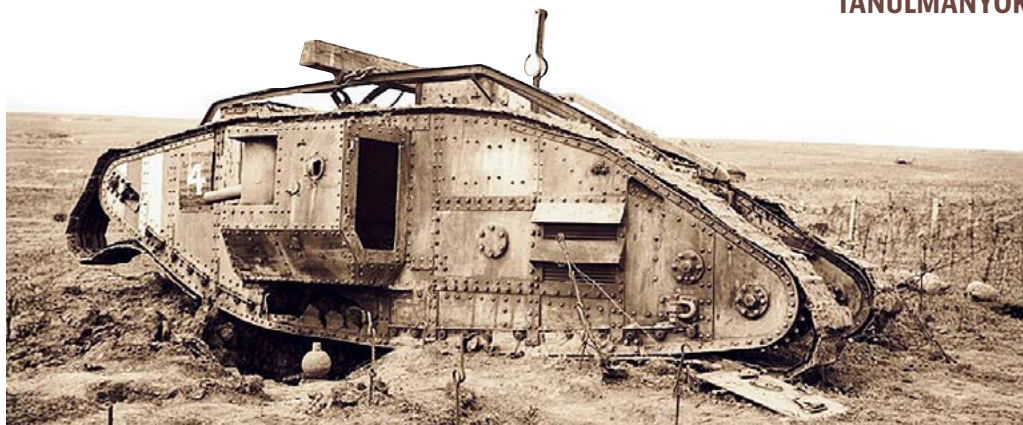
5. ÁBRA. Német Flachmine 17 harckocsi elleni akna („C” akna) [9]



⁷ A világháború alatt minden résztvevő fél, így a német hadsereg is küzdött a löszerek és bombák töltetként alkalmazott trótil egyre nagyobb hiányával. Ezért azoknál az aknáknál, ahol ezt a kialakításuk lehetővé tette, az ipari robbantástechnikában alkalmazott perdit robbanóanyaggal szerelte az aknatesteket. Ez az alábbi összetevőkből állt: ammónium-nitrát 76%, kálium-perklorát 6%, faliszt 2%, dinitro-toluol 16%.

alkalmazásával kapcsolatban. Egyrészt rájöttek arra, hogy csak akkor jelent komoly feltartóztató hatást egy zár, ha azt fegyveres tűzzel is védik. „Egy német tiszt azt ajánlotta, hogy az aknákat, a tüzérséget, páncéltörő ágyúkat és géppuskákat is magában foglaló nagyobb páncéltörő védelem részeként használják, mondván, hogy az aknák »kiegészítik« a többi aknának a páncéltörő védelemben végzett tevékenységét. Amikor a harckocsik támadnak, minden erre a célra alkalmas fegyvernemnek a tankelhárítást kell egyetlen feladatának tekintenie. Ha a tankok megsemmisülnek a tűzben, az egész támadás kudarcot vall.” [11; 133.]

A német aknák harckocsik elleni hatásosságát látva a britek is aknafejlesztésbe kezdtek. Saját kárukon okulva tanulták azonban meg azt, hogy a letelepített aknamezők nem megfelelő vagy hiányos dokumentálása, okmányolása következtében a saját csapatok is veszteségeket szenvedhetnek ezeken a záradon. „Az egyik terv alapja egy nyolc hüvelykes (20,3 cm) magas, 18×14 hüvelykes (45,72×35,56 cm), 14 font (6,35 kg) robbanóanyaggal töltött fadoboz volt. Német társaihoz hasonlóan a brit akna is a tank lefelé irányuló nyomására működött el. Egy másik megoldásként a britek módosított kéthüvelykes (5 cm) aknavető lövedékekből készítettek aknákat (a 23,6 cm átmérőjű, gömb alakú gránát tömege 22,68 kg volt). Néhány esetben a brit aknák kontraproduktívnak bizonyultak. Ennek egyik példája volt az 1918 szeptemberében a St. Quentin-csatornál vívott csata, amelyben az amerikai 3. zászlóalj egy korábbi csatában lerakott brit, kéthüvelykes aknavető lövedékekből álló harckocsi elleni aknamezőre futott, aminek következtében a 35 tankból legalább ötöt elvesztettek. (6. ábra) [...] [Az] amerikai baleset jól szemlélteti az aknák megfelelő nyilvántartás nélkül történő használatának megkezdése során szembesültek. A gyalogsági és páncéltörő aknák rosszul feljegyzett és fel nem jegyzett használata egyre problémásabbá vált, ahogy a táposóaknak használata széles körben elterjedt, különösen a korai években,



amikor a taktikai doktrína még csak kialakulóban volt.” [11; 134.]

Az I. világháborús német aknák, aknamezők hatékonyságáról Veremejev az alábbiakat írta: „A németek a háború után kiszámították, hogy a szövetséges tankok aknák okozta veszteségei jelentősek voltak. A britek például a St. Michel, Catalais-Bonis, Sel és Meuse/Argonne-i csaták során tankjaik 15–28%-át veszítették el aknák miatt. A harckocsik alkalmazásának híres német teoretikusa és gyakorlója, Heinz Guderian tábornok az »Achtung-Panzer!« című 1937-ben írt könyvében [13] rámutatott, hogy csak 1918. július végétől november közepéig (3,5 hónap alatt) a franciák 87 harckocsit veszítettek aknákon.”

Ugyancsak Veremejev fogalmazta meg, hogy a németek a háború során kidolgozták az aknamezők hatásosságának alapvető szabályait is, melyek szerint:

- „az aknákat két vagy három sorban kell letelepíteni, az egyes aknák vagy kisebb aknacsoportok hatástalanok;
- az aknamezőt géppuskatűzzel és tüzérséggel kell fedezni; a géppuskák megakadályozzák a sérült tank legénységének evakuálását és nem teszik lehetővé a tank hátra vontatását, a tüzérség pedig megsemmisítheti a sérült harckocsit;
- a páncélos csapatok ellen telepített 2–3 soros aknamezőkben az aknasorok és azon belül az egyes aknák egymástól való célszerű távolsága 2 méter.” [6; 43.]

Az I. világháború után a hadviselő felek már nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget az aknáknak, fejlesztésükre a legtöbb ország ekkoriban nem is fordított figyelmet. ■

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] A Pallas nagy lexikona, 16. kötet. Téba–Zsuzsok Pallas, Budapest, 1897.
- [2] Kelemen Ferenc: Szárazföldi torpedó – a Zubovics-féle 1908M akna. Haditechnika, 2014/3. 66–72.
- [3] Веремеев, Юрий Георгиевич: Мины вчера, сегодня, завтра. Минск: Современная школа, 2008. ISBN: 978-985-513-138-1
- [4] Hogg, Ian V.: A fegyverek enciklopédiája. Zrínyi, Budapest, 1993.
- [5] Fuller, J. F. C.: Tanks in the Great War 1914–1918. E. P. Dutton and Company, New York, 1920.
- [6] Croll, Mike: Landmines in War and Peace. Pen and Sword Books Limited, Barnsley, South Yorkshire, 2008.
- [7] DeBeque, George R.: German Tank Mines. Jelentés, 1919. jan. <https://www.bullettpicker.com/pdf/German-Tank-Mines.pdf> (Letöltve 2024.12.10.)
- [8] Tresckow, Arnold von: Land Mines – Development History of an Antitank and Antipersonnel Weapon Constant Technical Adaptation to a Growing Demand for Increased Performance. Department of the Navy, Naval Intelligence Support Center, Translation Division 4301 Suitland Road, Washington, D.C. 20390. Fordítás: Soldat und Technik 1975/8.
- [9] Mateos, Francisco P. Fernandez: Landmines and improvised explosives. Ejército – Digital magazine on Defence, Armament and Armed Forces, 2020.12.28. <https://www.revistaejercitos.com/en/Articles/landmines-and-improvised-explosives/> (Letöltve: 2025.01.03.)
- [10] Blumberg, Arnold: Tank Killers on the Western Front – The German Army struggled to come up with countermeasures to combat the Allied employment of tanks in World War I. <https://warfarehistorynetwork.com/germany-vs-the-tank-developing-the-worlds-first-antitank-tactics/> (Letöltve: 2025.01.03.)
- [11] Youngblood IV. – Norman, Edgar: The Development of Landmine Warfare. A Dissertation in History Submitted to the Graduate Faculty of Texas Tech University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, 2002.
- [13] Guderian, Heinz: Achtung-Panzer! Stuttgart, 1937.
- [14] Lukács László: Személyenyek a hazai katonai robbantástechnika és a földalatti aknaharc fejlődéstörténetéből. Ludovika Budapest, 2023. ISBN: 9789635316953
- [15] Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve. Budapest, Pallas Rt., 1903.
- [16] Galsai Kovács Ödön: A szárazföldi torpedók. Budapesti Hírlap, 1887. május 22.
- [17] Grész Leó: Földberejtett gyilkosok. Élet, 1914/49, 1354–1355.

1. ÁBRA. Magyar fejlesztésű moduláris konténerek segítették a tűzvész sújtotta Maui lakóit 2023-ban
(Forrás: continest.com)



SZABÓ SÁNDOR*

A MODULRENDSZERŰ KONTÉNERES VEZETÉSI PONTOK FEJLESZTÉSI IRÁNYAI

Összefoglalás: A konténerek katonai célú alkalmazásának egyik alternatív iránya a harcászati és hadműveleti szintű törzsek vezetési pontjainak konténerrendszerek formájában történő telepítése és működtetése. Ez az alkalmazás jelentős előrelépést jelent a kollektív műveleti képességek kialakítása során. Gyors telepíthetőségüknél és az interoperabilitás terén nyújtott előnyeiknél fogva szerepük dominánssá válik a jelenkor katonai műveleteiben. Mobilitásuk, védelmi és autonóm alkalmazási adottságaik révén ideálisak a műveletvezetési központok létrehozására és működtetésére; a konténerek moduláris jellege lehetővé teszi a feladathoz szabott konfigurációkat, ami növeli adaptációs lehetőségüket a műveleti környezet által generált hadszíntérspecifikus kihívások terén.

Kulcsszavak: moduláris konténer, vezetési pontok rendszere, műveletvezetés, katonai törzsek, erők megóvása

Abstract: One of the alternative ways of using containers for military purposes is to deploy and operate command posts in container systems for combat and operational level military staff elements. Using containers as tactical or joint operation centers represents a significant step forward in developing collective operational capabilities, with their installation and interoperability advantages making them dominant in contemporary military operations. Their mobility, protection, and autonomous deployment capabilities are ideal for establishing and operating command and control centers. At the same time, the modular nature of the containers allows for customized configurations, increasing their adaptability to theatre-specific challenges generated by the operational environment.

Keywords: modular container, system of command points, command and control, military staff, force protection

BEVEZETÉS

Az információs környezet, a kibertér és a világűr mint új műveleti területek alkalmazása korlátlan dimenziókat nyit a modernkori hadviselés számára. A mesterséges intelligenci-

ára alapozva az autonóm tűzérségi fegyverrendszerek, a drónok és a kiberrhadviselési képességek lehetővé teszik a hadseregek számára, hogy távoli hadszíntereken is hatékony és gyors reagálóképességre tegyenek

szert. A jelenkor biztonságpolitikai környezetében bekövetkezett változások, az új innovatív technológiák térnyerése és a globalizáció együttesen jelentős hatást gyakorolnak a védelmi szektorra. Ebből fakadóan a nemzeti és szövetségi rendszerhez kötött katonai képességeknek egyaránt adaptálódniuk kell a változó biztonsági környezethez, ahol az egyik legmarkánsabb kihívást a technológiai verseny és a katonai fejlesztések intenzív üteme jelentik. A komplex műveleti környezetben egyre inkább felértékelődik a katonai logisztika szerepe, ahol a bonyolult ellátási láncok, szállítási útvonalak és tárolási képességek állandó kihívást jelentenek a haderő számára, amelyre válaszul a katonai célú konténerrendszerek mint szabványosított szállító- és konténermozgató egységek, az elmúlt évtizedekben nemcsak a kereskedelmi szállítmányozásban, hanem a műveleti logisztikában is kulcsfontosságú szereplővé váltak.

* PhD., Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, adjunktus. ORCID: 0000-0002-4991-4378

[1] A konténerek katonai alkalmazása jelentős mértékben hozzájárul a hadseregek logisztikai műveleteinek hatékonyságához és rugalmasságához. A szabványosítás, a védelem, a rugalmas felhasználás és a gyors telepítés mind olyan előnyök, amelyek nélkülözhetetlenné teszik a konténereket a modern hadviselésben. [2]

A konténerek katonai célú alkalmazását a logisztikai előnyökön túl még tovább erősíti, hogy mobilitásuk, védelmi és autonóm alkalmazási adottságaik révén kiváló alternatívául szolgálnak a katonai törzsek vezetési pontjai infrastrukturális feltételeinek kialakításához, továbbá a katonai törzsek alaprendeltetéséből fakadó művelettervezési és a folyó művelet vezetési feladatainak ellátásához. Ezen eszközök vezetési pontként történő alkalmazása számos műveleti előnnyel jár, így növelve a katonai törzsek hatékonyságát, azok gyors telepíthetősége pedig lehetővé teszi a műveletvezetési rendszer gyorsabb installációját. A konténerek szabványosított jellege emellett megkönnyíti a különböző katonai egységek/alegységek és szövetséges NATO-erők közötti interoperabilitást, továbbá a szabványosított konténerek megoszthatók és integrálhatók a többnemzeti parancsnokságok vezetési és irányítási rendszereibe, elősegítve az együttműködést és a szinergiát a koalíciós műveletek során. A legjelentősebb előnyük, hogy szabadon konfigurálhatóak annak érdekében, hogy műveletspecifikus parancsnoki komplexumot alkossanak. Ez a moduláris megközelítés lehetővé teszi a skálázhatóságot, így a parancsnokság a műveleti igényeknek megfelelően bővíthető vagy szűkíthető. [3]

ÁLTALÁNOS TÖRZSFUNKCIÓK A VEZETÉSI PONT KARAKTERISZTIKÁJÁBAN

A vezetési pont a katonai műveletek irányítási központjaként szolgál, így a katonai célú konténerrendszernek olyan védett fizikai teret kell biztosítania, ahol a parancsnoki csoport és a törzs személyi állománya megtervezheti, koordinálhatja, irányíthatja és ellenőrizheti erőiket, kontrollálhatja a műveleti környezetet.

A vezetési pontok a katonai törzs tevékenységének alapvető szinterei, amelynek a Hadtudományi Lexikon fogalmi meghatározása szerint: *„...a törzs a katonai szervezetek parancsnokainak döntés-előkészítő és döntést realizáló támogató szerve, amely javaslattevő, tanácsadói szerepkört is ellát. A törzs tagjai a parancsnok döntés-előkészítő tevékenységét az információ megszerzésével, elemzésével, a személyi állomány feltöltöttségéről, a helyettesítésről, állapotáról, az anyagi-technikai alkalmazhatóságról, a társadalmi kapcsolatok helyzetéről szerzett pontos információval, valamint a lehetséges cselekvési változatok kidolgozásával támogat.”* [4]

A fenti meghatározásból következően az általános katonai törzsfunkciók a műveletek vonatkozásában a tervezés, a vezetés és az értékelés alapeljárások által leírt keretrendszerben helyezkednek el.

A *művelettervezés* a műveleti környezet kívánt végállapotának leghatékonyabb módon történő elérését szolgálja. A tervezés a vezetés és irányítás alapvető eszköze, ahol a parancsnok kezdeményezi a tervezési folyamatot azáltal, hogy megszervezi a katonai törzset a döntéshozatali eljárás kialakítása érdekében, ahol a fő fókusz a végrehajtáshoz nélkülözhetetlen információk összegyűjtése és azok műveleti szempontú elemzése jelenti. A tervezés egyik kiemelt funkciója, hogy segít a parancsnoknak és törzsének megérteni a komplex műveleti környezetet és feltárni a kihívás valódi természetét.

A *műveletvezetés* a terv végrehajtása, amely a kívánt végállapotot hozza létre. Az alárendelt csapatok a tervet a műveleti parancs alapján hajtják végre, amelyet szükség szerint módosítanak a kívánt végállapot elérése, illetve a parancsnok szándékának való megfelelés érdekében. A műveletvezetés alapvető eleme a helyzetismeret fenntartása, amely a katonai törzsen belül kialakított napi működési rendre (angol terminológiával „battle rhythm”) és az információmenedzsmentre támaszkodik. A műveleti törzs napirendje fontos vezetési és irányítási eszköz, mivel növeli a helyzettudatosság szintjét és a kritikus információkhoz való

hozzáférést. Magában foglalja továbbá a magasabb és szomszédos parancsnokokkal történő találkozókat, az alárendelt parancsnokságoknál tett látogatásokat, valamint a parancsnok saját törzsellományaival való interakciót, illetve a különböző vezetési szintű és tematikájú jelentések rendszerének működtetését. Az információmenedzsment az információk rendszeres tudatos alkalmazásán alapuló, adatok és információk gyűjtésére, feldolgozására, tárolására, megjelenítésére, terjesztésére és védelmére vonatkozó eljárások összessége.

Az *értékelés* az aktuális helyzet folyamatos figyelemmel kísérése és osztályozása a művelet aktuális helyzetének mérése érdekében. A műveleti környezet változásának nyomon követése segít a katonai kötelék számára a lehetőségek beazonosításában, a fenyegető veszélyek és az információk hiányosságok feltárásában. Az értékelés a kialakult helyzetre vonatkozó releváns információkat hasonlítja össze a kívánt végállapotot leíró kritériumokkal az aktuális műveleti helyzet reális megítélése érdekében. Az értékelésnek lehetővé kell tennie a parancsnok számára, hogy meghatározza a siker vagy a kudarc okát, és megbecsülje a hadműveleti tempó ütemét, hogy megalapozott döntéseket hozhasson a jövőre nézve. [5]

A modern vezetési pontok rendkívül szervezettek és technológiailag fejlettek, képesek olyan vezetési-irányítási rendszerbe integrálva működni, amelyek alkalmasak autonóm módon a hálózati hadviselés hadműveleti kritériumainak megfelelni. Struktúrájuk harcászati szinten egy hierarchikus vezetési eljárásrend alapján valósul meg. Ebből a struktúrából a Fő Harcálláspont az elsődleges vezetési elem, amely közvetlenül tervezi és vezeti az alegységek tevékenységét. A Mögöttes Harcálláspont rendeltetése a harc kiszolgáló-támogató feladatainak tervezése, koordinációja és vezetése, szükség esetén a Fő Harcálláspont feladatainak átvétele. A Mobil Vezetési Csoport feladata a fő erő kifejtés irányában tevékenykedő alegységek harcának közvetlen vezetése, illetve a harcmező megfigyelése. [6]



2. ÁBRA.
Konténerkonfiguráció
katonai célú alkalmazása
a nullponti lő- és
gyakorlótérben
(Fotó: Continest
Technologies Zrt.)

A KONTÉNERRENDSZER- PLATFORM-ALAPÚ HARCÁLLÁSPONTTAL SZEMBEN TÁMASZTOTT HADMŰVELETI KÖVETELMÉNYEK

A konténerrendszerplatform-alapú harcálláspontnak számos törzsfunkciót kell térben és időben integrálnia annak érdekében, hogy az egység-/alegységszintű szervezeti elem a műveleti feladatát hatékonyan legyen képes ellátni. Ezek közül kiemelkedik a konténer infrastrukturális adottságaira támaszkodó információ- és tudásmenedzsment, amely az információs rendszerek tudatos alkalmazásán alapuló információk gyűjtésére, feldolgozására, tárolására, megjelenítésére, terjesztésére és védelmére vonatkozó eljárások összességét jelenti. Kiemelt funkciója az időszerű, védett és releváns információk és a kialakított tudásbázis terjesztése a parancsnoki és törzsalomány, illetve az előljáró és alárendelt szervezeti elemek között. Segíti továbbá a parancsnokot a helyzetértékelés kialakításában, valamint a hatékony döntések meghozatalában és terjesztésében, gyorsabban és hatékonyabban, mint azt az ellenség teszi.

A katonai konténerek harcálláspontként történő használatával (2. ábra) megvalósuló másik kiemelt törzsfunkció a műveleti helyzetkép, illetve a parancsnoki helyzetértékelés fenntartása, amely a művelet háttérének és döntő feltételeinek alapos ismeretén alapul. Segítségével a törzs pontosan tisztában van azaz, hogy mi zajlik aktuálisan a műveleti környezetben, hol helyezkednek el a saját és ellenséges erők, vagyis a potenciális és akut veszélyforrások, amelyek a művelet sikerét negatívan befolyásolhatják.

A törzs további fontos és a harcállásponthoz kötött feladata a katonai döntéshozatali eljárásrend kialakítása, illetve fenntartása, amelynek segítségével a műveletek tervezési feladatrendszerét képesek biztosítani, illetve a már meglévő terveket tudják optimalizálni, meghatározott esetekben módosítani.

A törzsnek a harcállásponton további kiemelt feladata az előljáró és alárendelt szervezeti elemekkel történő összeköttetés kialakítása és fenntartása, a jelentési és parancskiadási rendszer működtetése, illetve értekezletek, eligazítások munkarend szerint történő levezetése.

A fentiekből is kitűnik, hogy a konténerrendszerplatform-alapú harcálláspontnak rendkívül komplex feladatrendszert kell tudnia kiszolgálnia, ezáltal olyan technológia hátteret biztosítva, ami alkalmas információs felületeken keresztül a műveleti környezet tényleges megfigyelésére, a műveleti helyzetkép fenntartására, védett és állandó infokommunikációs adatkapcsolat kiépítésére, a törzsalomány számára a helyzettudatosság kialakítására, valamint a döntéshozatali folyamatok rendszerszintű működtetésére.

Összességében megállapítható, hogy a konténeralapú törzsvezetési rendszereknek két alapvető hadműveleti kritériumnak, a hatékonyságnak és túlélőképességnek kell egyöntetűen megfelelnie:

1. A hatékonyság magában foglalja a konténerkonfiguráció biztosított funkcionális és szabványosítást, a 0-24 órás folyamatos munkavégzés fizikai környezetét, az állandó adatkapcsolat technológiai hátterét, illetve a gyors telepíthetőség műveleti képességét.

2. A túlélőképességhez hozzájárul a konténer nyújtotta fizikai és elektromágneses védelem, a mozgékony, a többszintű vezetési rendszerből fakadó diszperzió és redundancia, illetve a feladat-specifikus skálázhatóság. [7] A túlélőképesség fenntartása érdekében a katonai célú tábori konténerek esetén már alapvető követelmény, hogy a konténerest oldalfalai megfelelően védettek legyenek a robbanások, belövések ellen, merev vázukra integrálhatóak legyenek a ballisztikai védőmodulok. [8]

A fenti kritériumok elérése érdekében a konténerrendszerplatform-alapú harcálláspont számos hadműveleti előnnyel jár, amely a Continest Technologies Zrt. technológiai fejlesztéseivel összhangban a jövő moduláris harcvezető központjának a karakterisztikáját képes meghatározni. A fejlesztő cég a végfelhasználói igények által orientált összecukható konténerek fejlesztésével és gyártásával jelenleg meghatározó szereplő a globális piacon. Az univerzális termékek – a CN10 és a CN20 standard méretű konténerek – egyedi nyitó-csukó és zsanérmechanikájának köszönhetően a harcálláspont gyors telepíthetőségének és mobilizációs képességének hadműveleti követelményeit képesek kielégíteni. [9]

A Continest Technologies Zrt. által kifejlesztett konténerek fizikai paramétereit tekintve különböző szabványos méretekben érhetők el, leggyakrabban a 10 és 20 lábas kivitelben kerülnek kereskedelmi forgalomba. Tömegüket tekintve a megerősített szerkezet miatt 1000-2000 kilogramm közötti súlykategóriát képviselnek, amely értéket a kiegészítő páncélzat használata jelentősen befolyásolhatja.

Az installációs időtartam tekintetében a konténerek egyik legnagyobb harcászati előnye a gyors telepíthetőség. Megfelelően előkészített talaj esetén egy konténeregység telepítése mindössze 3 percet vesz igénybe, így a vezetési pont képes gyorsan és hatékonyan adaptálódni a megváltozott hadműveleti környezethez.

A konténerek belső infrastruktúráis értékét növeli, hogy beépített szellőztető- és klimatizációs rendszer szélsőséges időjárási körülmények között is biztosítja a megfelelő munkakörnyezetet.

tet. A LED világítás energiatakarékos és nagy hatékonyságú plug-and-play rendszerű, amely hálózati vagy önálló áramforrásról is üzemeltethető. A cég által forgalomba hozott CN20 Hybrid verzió (3. ábra) lehetőséget biztosít teljes hálózattól független (off-grid) működésre, amely a hálózati áramellátáson kívül aggregátorról vagy szolártechnológiáról is betáplálható, így autonóm módon függetleníthető a külső környezeti energetikai infrastruktúrális eszközöktől. Ennél a konténertípusnál az integrált intelligens energiagazdálkodási rendszernek köszönhetően a beépített akkumulátorok, a napelemes tömb és a generátor állandó és kiegyensúlyozott energiatermelést biztosítanak, így a generátor üzemanyag-fogyasztása 50–70%-kal, karbantartási ciklusa pedig 80%-kal csökkenhet. A rendszer teljesítményének kulcsa a több áramforrás csatlakoztatásának lehetősége, amely elsődlegesen az 1,8–5,4 kW¹ névleges teljesítményű Victron Energy MultiPlus II 48V/5000/70 központi inverternek köszönhető. A három fázisú 400 V-os fő tápellátás mellett lehetőség van négy darab, egyenként 2,4 kWh kapacitású LiFePO₄ akkumulátorról történő működtetésre, amelyek a konténer padlója alatt, az alsó keretben lévő tárgonzasebek között helyezhetőek el. A felhasználói igényeknek megfelelően az akkumulátorok kapacitása 20 kWh és 80 kWh között skálázható.

A konténerek megnövelt fizikai védelemmel is elláthatók, így a kiegészítő páncéltestnek köszönhetően ballisztikai és repeszvédelmi képességgel bírnak. A konténerekre adaptálható CN SHIELD ballisztikus pajzsrendszer főbb jellemzői a következők:

- a ballisztikai védelmet az SSAB Armox 600T páncéllemezek biztosítják;
- ellenálló a 0,22 mm, a 9 mm, az 5,56 mm és a 7,62 mm kaliberű lőszerekkel és repeszekkel szemben;
- moduláris rendszerének köszönhetően könnyen rögzíthetőek a konténertesthez;
- a pajzs panelek egymásra helyezhetőek, tárolásuk és szállítá-

suk költséghatékony megoldást eredményez.

Az álcázási feltételek mint alapvető hadművelleti követelmények kiértékelése érdekében, az egyedi festési technológiának köszönhetően csökkenthető a vizuális és infravörös észlelhetőség. Emellett a konténerek kiegészítő rendszereken keresztül elektromágneses szűrőtechnológiai jellemzőkkel is rendelkeznek, csökkentve ezáltal a kibertámadásokból és az elektronikai vagy kinetikus hadviselésből származó veszteségeket.

A harcálláspontként használt konténerek informatikai rendszerekkel való kompatibilitása elengedhetetlen, így a Continest CN20 Hybrid konténerek rendelkeznek szünetmentes tápegységgel (Uninterruptible Power Supply – UPS), biztosítva ezáltal a folyamatos energiaellátást az infokommunikációs rendszerek számára, illetve az automatikus betáplálásváltásnak köszönhetően biztosított a folyamatos működés.

A kutatás-fejlesztési eredmények rámutatnak, hogy az innovatív konténertechnológiát alapul véve funkcionalitásukat tekintve az alábbi új perspektívák nyílhatnak meg a harcálláspont-rendszerek alkalmazása terén:

1. Szabványosítás és kompatibilitás: a konténerek szabványos méretei lehetővé teszik a különböző szállítási módok közötti könnyű átmene- tet, legyen szó közúti, vasúti, tengeri vagy légi szállításról, ami csökkenti az átrakodási időt és a költségeket.
2. Védelem és biztonság: a konténerek tartósak, és ellenállnak a környezeti terhelésnek, valamint a harc megvívásából fakadó kinetikus veszélyeknek. Beépített ABV védelmi rendszerek alkalmazásával kollektív védelmi képességet teremtenek meg.
3. Rugalmas felhasználás: a konté- nerrendszer sokféleképpen, modu- lárisan alkalmazható a mindenko- ri hadművelleti követelményeknek megfelelően, valamint a műve- letvezető központ struktúrájához könnyen adaptálható.
4. Gyors telepítés és mobilitás: a kon- ténerek gyorsan mozgathatók és telepíthetők, ami különösen fon- tos a katonai műveletek során, ahol a gyors helyváltoztatás és a mobili- tás kritikus tényező.
5. Fenntarthatóság: a védelmi ipar te- rületén a fenntarthatóság rendkívül fontos szerepet játszik. Ennek oka, hogy a műveleti tevékenységek gyakran komoly hatást gyakorolnak a környezetre és az erőforrásokra. A Continest összecusukható, gyors telepítésű és moduláris egységek

3. ÁBRA. Autonóm energiaellátási rendszerrel rendelkező CN20 Hybrid konténer (Fotó: Continest Technologies Zrt.)



¹ kWp (kW peak: kilowatt csúcsteljesítmény): szabványos mértékegység a napelem vagy egy naperőmű csúcsteljesítményének mérésére.



4. ÁBRA. CONTINEST CN20
Hybrid konténerhez
integrálható
napelempanellek
(Fotó: Continest
Technologies Zrt.)

szállítása során közel 80%-kal csökken a logisztikai költség és az ezzel járó környezeti terhelés.

ÖSSZEGZÉS

A korábbi hidegháborús korszak lezártaival és az előretolt katonai bázisok megszüntetése miatt az Amerikai Egyesült Államok hadereje a kontinenseket átívelő átcsoportosítások során nagymértékben a konténeralapú szállítási technológiára támaszkodik. E konténerek felhasználása létfontosságú szerepet játszik az Egyesült Államok geostratégiai érdekeinek védelme terén, mivel a kül- és biztonságpolitikai mozgásteret biztosító globális katonai jelenlét, valamint a katonai képességek kivetítése e logisztikai műveleti képesség nélkül csak jelentős korlátozásokkal képzelhető el. [10]

A hadviselés összetettségének növekedésével nyilvánvalóvá vált a kifinomultabb parancsnoki struktúrák szükségessége. A 19. században és a 20. század elején alakultak ki azok a konvencionális parancsnoki törzsek, amelyek mobilizálhatóságuknál és adaptivitásuknál fogva alkalmasak voltak a dinamikus változó hadszíntéri környezet komplexitását harcvezetési szempontból ellensúlyozni. Az I. és a II. világháború által generált haditechnikai forradalom még inkább hangsúlyossá tette a hatékony parancsnoki vezetés és irányítás fontosságát, amely infografikus vizualizációs platformokkal, kommunikációs eszközökkel és törzsvezetési rendszerekkel felszerelt, komplex vezetési pontok létrehozását eredményezte.

A vezetési pont a műveleti irányítás létfontosságú eleme, amely a sike-

res katonai műveletekhez elengedhetetlenül szükséges törzsvezetési elvek érvényesítését biztosítja. A hadviseléssel együtt, azzal párhuzamosan fejlődik a műveletvezetés rendszere is, meghonosítva a modern technológiai hátteret és figyelemmel kísérve a biztonsági környezet jellemzőit. A katonai vezetők azon képessége, hogy hatékonyan tudják irányítani az alárendelt törzseket, továbbra is kulcsfontosságú tényezője marad a harctéri sikernek, ami potenciálisan magában hordozza a konténertechnológiára épülő harcálláspontok jelentőségét.

A katonai konténerek harcálláspontként történő használatával lehetővé válik egy mobilizált mű-

veletvezető képesség kialakítása. A technológiában rejlő szabványosítás révén emelkedik a koalíciós műveletek interoperabilitása, vagyis a résztvevő nemzetek és katonai szervezetek együttműködési képessége. A konténerrendszer egyedülálló moduláris sajátosságainak köszönhetően a konfigurációs lehetőségek száma gyakorlatilag végtelen, ezáltal a műveleti környezethez könnyen adaptálható, a felhasználói igényeket maradéktalanul kiszolgálja. A konténerrendszer-platform lehetővé teszi a katonai törzsek kollektív műveleti képességeinek hatékony alkalmazását, megteremtve ezáltal egy védett fizikai környezetben a műveletvezetés és katonai döntéshozatal szinergiáját. A modern hadseregek számára fontos fejlesztési irányt szab a cikk által áttekintett előnyös jellemzőknek köszönhetően a konténerizáció terjedése, beleértve a moduláris rendszerű vezetési pontok szegmensét is.

A szerző köszönetet mond Kurucz Istvánnak (Continest Technologies Zrt. Account Manager Government and Defence) és Kirckeszner Ágnesnek (Continest Technologies Zrt. kommunikációs igazgató) a cikk megírásához nyújtott szakmai segítségükért. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Maloney, C. Joseph: The history and significance of military packaging. Technical report. Defense Systems Management College, Fort Belvoir, Virginia, 1996, 13. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA307293>
- [2] Csaba Zágon: Konténerek megjelenése a polgári és katonai logisztikai folyamatokban. In: Gócze István – Padányi József (szerk.): Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában A katonai műszaki tudományok tudományág időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási eredményei. Oktatói kötet. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2023, 63–82.
- [3] Hopping, A. Jakob: Development of rapidly deployable structures for military applications: a system based approach to command post facilities. Thesis (S.B.). Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Mechanical Engineering, 2006, 19. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/36747>
- [4] Krajnc Zoltán et al. (szerk.): Hadtudományi lexikon. Új kötet. Dialóg Campus, Budapest, 2019, 1100.
- [5] ATP 5-0.2-1 Staff Reference Guide Volume I, Headquarters. Department of the Army, Washington, D.C., 2020.12.07. <https://irp.fas.org/doddir/army/atp5-02-1.pdf>
- [6] Ált/216. A MH Törzsszolgálati Szabályzata II. rész – A Magyar Honvédség kiadványa, Budapest, 2015, IV-2/8.
- [7] FM-6 Commander and Staff Organization and Operations Headquarters, Department of The Army 2022, 7–9. https://rdl.train.army.mil/catalog-ws/view/100.ATSC/2DDE6089-23E5-4345-8E9E-7BCD5BDF45C8-1399555122246/fm6_0.pdf
- [8] Ott István Dániel: Konténerek katonai alkalmazásának új lehetőségei. I. rész. Haditechnika, 2022/1, 52. <https://doi.org/10.23713/HT.56.1.10>
- [9] Bimbó István: Moduláris katonai konténerlőter. Haditechnika, 2022/3, 64. <https://doi.org/10.23713/HT.56.3.11>
- [10] Jankowski, M. William: Maritime shipping container security and the Defense Transportation System: problems and policy in the 21st century. Master's Thesis. Monterey, California, Naval Postgraduate School, 2003. <https://hdl.handle.net/10945/970>

FARKAS ZOLTÁN*

LOGISZTIKAI SZAKTECHNIKAI ESZKÖZÖK EGYKOR ÉS NAPJAINKBAN

II. RÉSZ

A tábori hadtápellátás szaktechnikai eszközeit ismertető cikksorozatunk első része a fogatolt járművekről a gépjárművekre történő fokozatos átállásról szól. A második részben a szerző a vízszállító gépjárműveket mutatja be.

ÉLELMEZÉSI SZAKTECHNIKAI ESZKÖZÖK

Az élelmezési szolgálat szakanyagát képezték a víz-, a kenyérszállító és a hűtőgépkocsik, melyek a tábori viszonyok közötti ellátás nélkülözhetetlen eszközei.

A vízellátás biztosítása a csapatok harcképességének egyik legfontosabb tényezője. Különösen fontos feladatot jelent ez akkor, amikor vízben szegény területeken folytatnak műveleti tevékenységet. Az ivó- és főzővíz biztosításán túl – a lehetőségek figyelembevételével – a tisztálkodáshoz

szükséges vizet is oda kell szállítani, hiszen a személyes és környezeti higiénia hiánya járványok kialakulásához vezethet. A tanulmány második részében a különböző alvázra épített hadtápellátási eszközöket mutatjuk be, melyek között kiemelt helyet foglalnak el a Csepel és a RÁBA gyártmányok.

VÍZSZÁLLÍTÓ ESZKÖZÖK

Az önálló mozgékonyaságú eszközre telepített, ellátó szaktechnikai eszközök az Osztrák–Magyar Monarchia hadseregében jelentek meg először, melyeknek elődei még állati erővel vontatott (lóvontatású) eszközök voltak. A vízellátás biztosítására a két- és négykerekű, lófogatú, 534 l, illetve 745 l térfogatú víztartók, valamint a gépvontatású, 2208 l térfogatú víztartók szolgáltak. Ezeket az eszközöket 100 literes vashordók és 36 literes vízszállító hordócskák egészítették ki. [5]

A Magyar Királyi Honvédségben a napi ivóvízszükségletet személyenként határozták meg, ivásra és főzésre összesítve 3–4 literrel számoltak.

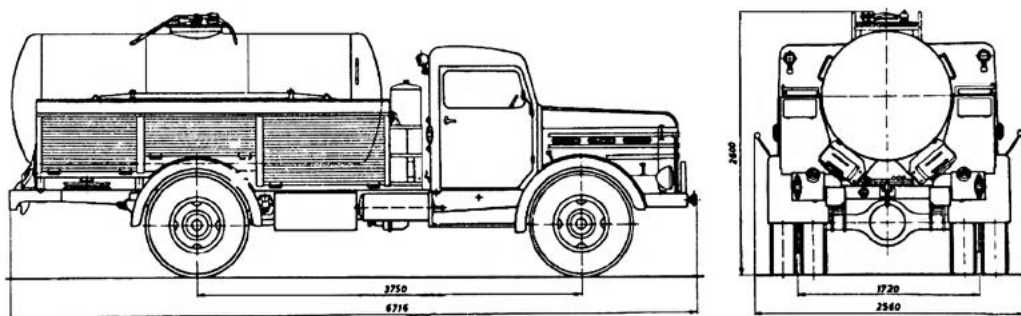
Az első CSD–350 típusú vízszállító gépkocsi felépítménye nem rendelkezett szivattyúval. A továbbfejlesztett vízszállító-locsoló gépkocsi tartályának kapacitása 4000 l volt. A kezelőszekrényt a tartály mögött alakították ki, a tartozékos málháladá a menetirány szerinti bal oldalon, a tartály első részénél helyezték el.

A locsolást a hátsó kerek előtt elhelyezett, állítható szórófejek végezték. Ezt a kialakítást területmentesítésre tervezték. A későbbiekben a felépítmény jelentősen módosult, tetszetősebb lett. A kialakításánál a CSD–420 tehergépkocsi-alvázra szerelték, de ezt a felépítményt a D–352-es típuson is alkalmazták. A többcélúságra való törekvést mutatja, hogy

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

1. ÁBRA. CSD–350 típusú
vízszállító gépkocsi
(Fotó: HTI archív)





2. ÁBRA. A D-346 alvázra épített, közepdómos vízszállító gépkocsi jellegrajza [1]

a hátsó térben egy SIHI-gyártmányú¹ önfelszívós, 1400 1/min fordulatszám mellett 200 liter vizet szállító szivattyú található, amelyet locsolásra és mentesítésre is alkalmaztak. A szivattyút kardántengellyel hajtották meg, és a vezetőfülkéből volt indítható.

Az egységes alvázra történő telepítés az 1960-as évek elejétől, az általam második generációnak tekintett időszakban valósult meg. A Csepel Autógyár 1961-től gyártotta a katonai követelményeket jobban kielégítő D-344 típusú tehergépkocsikat. Ennek jelentősége abban állt, hogy az összes mobil eszköz javítása, technikai kiszolgálása, alkatrészellátása, a gépjárművezetők kiképzése egységes rendben valósulhatott meg, és adott esetben a helyettesítés is könnyebben megoldható volt. Az egységesítési elv a további időszakokra is jellemző maradt.

A Csepel D-344.00 és a D-344.01 típusú tehergépkocsi alvázának más

célú felhasználása azt eredményezte, hogy a platós kivitel továbbfejlesztésével kialakították annak különböző speciális változatait is.

A CSD-344.02 jelzésű gépkocsi 5 t teherbírással, polgári kivittel és csörlő nélkül, a 05 típusú tűzoltó gépkocsi szintén csörlő nélkül, majd a jemeni eladásra tervezett 12.2 változat speciális osztóművel, csörlőművel és a meleg égővi igénybevétel miatt nagyobb légszűrővel és vízhűtővel készült. Ugyancsak Jemen részére készült a 22. típusjelű szippantógépkocsi is.

A speciális változatok közé tartoztak a kenyér-, az üzemanyag-szállító és a hűtőgépkocsik is, amelyek a vízszállító gépkocsival együtt a hadtápszolgálat élelmezési szaktechnikai eszközeit képezték.

A típuscsaládból kialakított tartályos változatok típusjelzése a későbbiekben D-346-ra módosult:

- a D-346.00 típusú összerékhajtású, 4000 l kapacitású üzemanyag-töltő gépkocsit töltő- és ürítőbe-

rendezéssel, átfolyásmérő műszerrel és a tartozékok elhelyezésére, szállítására rolós oldalszekrénnel szerelték fel;

- a D-346.06 típusú összerékhajtású vízszállító tehergépkocsi már 5000 l kapacitású volt, ebből 8 db készült jemeni megrendelésre;
- a D-346.07 típusú összerékhajtású tehergépkocsi először vegyi- és sugármentesítő szaktechnikai eszköznek készült. A Csepel Autógyár az alvázakat szivattyúval szerelve szállította a Budapesti Vegyipari Gépgyárnak. A Csepel D-346 típuscsaláddal szerzett tapasztalatok képezték a későbbi vízszállító tehergépkocsi kialakításának alapját.

CSEPEL D-346.07 TÍPUSÚ VÍZSZÁLLÍTÓ GÉPKOCSI

A személyi állomány ivó- és főzővízzel történő ellátására, a víz szállítására és tárolására a Csepel gyárban elkészítettek egy korszerű vízszállító gépkocsit.

A Magyar Néphadseregben a II. világháborút követően a szaktechnikai eszközök mobilizálása is korszerűsítési igényként jelent meg, ami különböző gépkocsialvázakra történő felépítmények ráépítésével valósult meg. Az egységesítés jegyében alakították ki az 1960-as évek végétől a második generációs vízszállító gépkocsikat is.

A CSD-346.07 alvázra épített, 3460 l térfogatú tartállyal szerelt – szállítható mennyiség 3000 liter – vízszállító gépkocsit a biológiai tisztaságú víz (ivó- és főzővíz) szállítására, tárolására és a fogyasztók részére történő átadására alakították ki. Az első változatoknál a dóm a tartály tetejének első felébe, a későbbi változatoknál középre került.

A tartály 4 mm vastag, hegesztett, henger alakú, két végén sekély domborítású fenéklemezzel készült, mely anyaga KO-36 minőségű korrózióálló acél volt. A tartály a biológiai tisztaságú víz szállítására, valamint minőségromlás nélküli tárolására szolgált. A tartály fala a fenékrészen vastagabb, mint az oldalfalaknál, belsejében 3 db, a járműmotor kipufogógázával fűtött melegítőcsövet helyeztek el. A tartályba hullámtörő lemezt nem építettek be, ezáltal annak tisztítása,



3. ÁBRA. Az 1000 literes vízszállító utánfutó (Fotó: Haditechnika archív)

¹ A SIHI céget 1920-ban Németországban alapította Siemen & Hinsch (SiHi) néven Otto Siemen és Johannes Hinsch, a folyadékok és gázok önfelszívó oldalszatórnás szivattyújának feltalálói.

karbantartása egyszerűbb volt, és így a tárolt víz algásodási hajlamossága is lényegesen lecsökkent.

A tartályt egy leeresztő és egy feltöltő csőcsonkkal az alvázhoz 3 pár tartólábbal csatlakoztatták, illetve rugalmas felfekvésű lábak és az alváz közé helyezett gumilap biztosította. Karbantartáshoz vagy cseréhez a tartály leemelésének lehetőségét a két végén lévő emelőszemek biztosították.

A tartály tetején lévő búvónyílást – amely a tartály tisztítását, javíthatóságát biztosította – fedéllel zárták le. A kettősfalú fedél hőszigetelésére gyűrt alumíniumfólia szolgált. A fedélbe kavics-záras légzőszelepet és rugós biztonsági szelepet építettek be. Az NÁ-100-as légzőszelep a tartály ürítéskor keletkező vákuumképződést küszöböli ki a horpadás elkerülése érdekében, míg az NÁ-80-as biztonsági szelep a feltöltéskor létrejövő káros nyomásnövekedést hivatott megszüntetni a tartály kidudorodását, szétrobbanását megakadályozandó.

A tartályban lévő víz mennyiségét a jobb oldalán kivezetett úszódobos szintjelző mutatója jelezte egy 500 l-es beosztású skálán.

A tartályt légzőberendezéssel is ellátták annak érdekében, hogy a tartályba por-, sugár- vagy vegyszer-szennyezett levegő ne kerülhessen be. A levegő szűrését az oldalszekrényben elhelyezett 3 db gázalarc-szűrőbetéttel biztosították a kavics-záras légzőszelephez csatlakoztatott csővezetékén át. A tartály hengeres felületét 60 mm vastagságú hungarocell szigetelőanyaggal burkolták be, de ahol

a görbületi sugár ezen szigetelőanyag alkalmazását nem tette lehetővé, ott gyűrt alumíniumfóliát alkalmaztak. A szigetelőanyagot burkolólemezzel fedték be.

A víztartályba egy MSSp 620 típusú elektromos meghajtású, egyfokozatú centrifugálszivattyú szállította a vizet, amely 5 m mélységű szívó-, 42 m emelőmagassággal, illetve 2880 1/min fordulatszámmal 380 liter/perc szállítási teljesítménnyel rendelkezett. A szivattyú működését a műszerfalon található fordulatszám-, nyomás- és hőmérő mutatta. Itt helyezték el a kézi gázkart is.

A tartály feltölthető hálózatról vagy tűzcsapról, saját és más szivattyúval, valamint gravitációs úton (kézzel) is. A berendezés alkalmas más tartály feltöltésére a saját tartálya megkerülésével, valamint kisebb tüzek oltására. A tartály leüríthető saját szivattyúval, valamint gravitációsan. A szivattyút és a munkafunkciókat biztosító szeleprendszert a mellő szekrényébe építették be.

A szakfelszerelést a tartály melletti oldalszekrényben helyezték el, ami különböző méretű (NÁ-65, NÁ-40, NÁ-25), forgódobon tárolt tömlőkből, szárnyszivattyúból, lábszelepes szűrőből, szűrőkosárból, töltőpisztolyból, sugárszóróból, mentesítő pisztolyból és különféle menetes szűkítőkből, közdarabokból, zárósapkákból és négyes elágazásból tevődött össze.

Fontos követelmény volt a jármű kialakításánál a vasúti szállítási feltételeknek való megfelelés, aminek során az egységes rakszelvény (magasság,

szélesség) előírásainak kellett és kell ma is megfelelnie.

A vízszállító gépkocsik kezelőszemélyzete általában 2 fő volt, akik a gépkocsik feladatának megfelelően a honvédségi haditechnikai eszközök technikai kiszolgálására, kezelésére kiképzőbázison vagy csapattagozatban szakkiképzést kaptak. A személyzet egyes beosztásai ún. kettős beosztások voltak, pl. gépkocsivezető-kezelő.

Az alegységek ivóvízellátását az 1000 l kapacitású vízszállító utánfutó biztosította (3. ábra). Az utánfutó alváza profilacélból hegesztéssel, futóműve a Csepel típusú gépkocsik futóműelemeinek felhasználásával, valamint átmenő tengelyű, ráfutó üzemi fékkel és kézi rögzítőfékkel készült. Telepítéskor elől és hátul szabályozható magasságú támasztólábak adták a stabil állapotot. A víz kivétele történhetett gravitációs módon, vagy az „A 140” típusú kézi szárnyszivattyúval, melynek teljesítménye 100 liter/min volt.

A tartály henger alakú, 6 mm vastag alumíniumból készült, sekély domborítású fenékrészekkel. A hátsó fenékrészen alakították ki a tisztítás végrehajtásához szükséges búvónyílást. Újítási javaslat eredményeként a fenéklemezt belül sugárirányú me-revítő lemezekkel erősítették meg. A tartály hőszigetelése helyileg habosított, kemény poliuretánhabbal történt. A tartályra magyar szabadalom alapján gyártott – ágterelővel védett – kombinált biztonsági és légzőszelepet szereltek, amely megakadályozza a tartály szétrepedését feltöltéskor,



4. ÁBRA. DAC-665T alvázra épített vízszállító gépkocsi [8]



5. ÁBRA. A hátsó töltő- és kiszolgálóter nyitott állapotban
(Fotó: Haditechnika archív)

6. ÁBRA. A bal oldali nyitott szekrény a tömlőtartókkal
(Fotó: Haditechnika archív)



illetve lehetővé tette a víz leeresztését külön levegő bevezetése nélkül. A tartály két oldalán található oldalszekrényekben voltak elhelyezhetők a tartozékok és szakfelszerelések. Kisebbségi létszámú alegységek részére 600 literes vízszállító utánfutó is készült a 69M mozgókonyha alvázának felhasználásával.

A tartály ezen esetben is hőszigeteléssel készült, tetején a tisztítás érdekében kialakított búvónyílással. A tartozékokat és szerelvényeket oldalládákban helyezték el.

A Csepel D-346-os vízszállító tehergépkocsi kiöregedése, elhasználódása, tárolókapacitásuk szűkössége előrevetítette, hogy újabb vízszállító eszközöket kell kialakítani vagy készen beszerezni. A következőkben ezeket az eszközöket mutatom be.

DAC-665T ALVÁZRA ÉPÍTETT 6.CL 2 TÍPUSÚ VÍZSZÁLLÍTÓ GÉPKOCSI

A harmadik generációs eszközök csoportjába tartozó DAC-665T tehergépkocsi alvázára épített 5000 l kapacitású, román gyártmányú, hőszigetelt vízszállító tartálygépkocsi biológiai tisztaságú ivó- és főzővíz szállítására, a felhasználók részére történő kiadására készült.

A vízszállító tehergépkocsi a következő fő részekből áll:

- tehergépkocsi-alváz,
- hőszigetelt tartály,
- oldalszekrények a feljárólétrával,
- hidraulikus meghajtóberendezés,
- vízszivattyú,

- szeleprendszer,
- légtelenítő víztartály,
- tartozékok.

A kör keresztmetszetű tartály 3-4 mm vastag rozsdamentes lemezből hegesztéssel készült, benne két hullámtörővel. Hőszigetelése 50 mm vastagságú, kemény poliuretánhab, amelyet helyi habosítással vittek fel a tartályra. A külső burkolatot 1,5 mm vastag szegecskötéssel összeszerelt alumíniumlemez képezik. A tartály tetején fedéllel záródó búvónyílás, az alsó mellő részén a szeleprendszerrel ellátott szivattyúcsatlakozás található. A tartály és az alváz között gumibakokat helyeztek el, amiket csavarokkal, illetve bilincsekkel rögzítettek.

A tartály feltöltését, ürítését a sebességváltótól meghajtott mellék-hajtóművön át csatlakozó hidroszivattyúval egybeépített hidromotor végezte úgy, hogy egy rugalmas tengelykapcsolón keresztül meghajtották a vízszivattyút. Ennek szállítási teljesítménye 15 000 l/óra 1500 1/min motorfordulatszám esetén. A vízszivattyú szívási mélysége 2,3 méter, nyomómagassága 22 méter.

A hidraulikarendszer 40 l térfogatú tartállyal rendelkezett. A szeleprendszert úgy alakították ki, hogy a saját tartály feltöltésén kívül más tartályok feltöltését is elvégezhesse külső víznyerőhelyről (tűzcsap, vízvezeték). A jármű jobb oldalán található a szivattyú, a hidraulikus hajtás, valamint a szeleprendszer hőszigetelt lemezszekrénye.

A szeleprendszert és a tartályt rozsdamentes acélcsővekkel kötötték össze. A tartály ürítése szivattyúval, vagy anélkül egyaránt lehetséges volt. Feltöltéséhez 4 db 2 méteres 2,5"-os szívótömlő állt rendelkezésre, amelynek szívóvégére szűrőkosarat csatlakoztattak. Az ürítéshez a szeleprendszerhez kapcsolt négyes elosztó 4 méteres, 40 mm átmérőjű nyomótömlőit kapcsolódottak.

A kezelőszekrényben található a légtelenítő tartály, valamint a hidraulikomotorral meghajtott centrifugálvízszivattyú.

A tartály mindkét oldalán egy-egy szekrényt alakítottak ki, ahol a 8 darab gumitömlőt, tartozékokat, álcahalót, mentesítő készletet és 60 darab 10 literes fertőtlenítőszeres műanyag kannát helyeztek el.

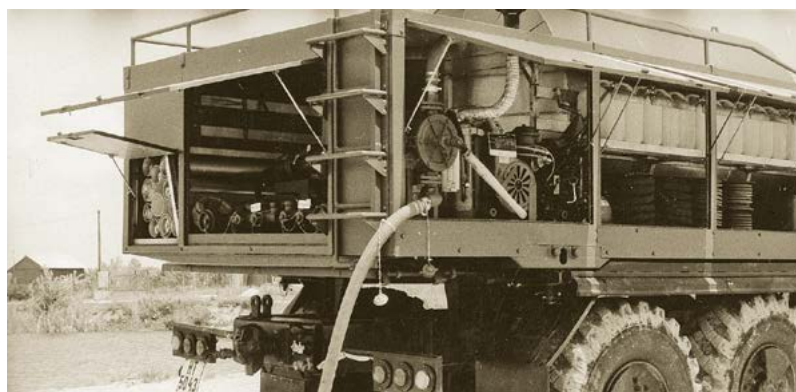
A jármű jobb alsó szekrényében helyezték el a sánccserszámokat (ásó, csákány, fejsze, keresztfűrész), a szűrőkosaras lábszelepet, az állványcsövet, a tűzcsapkulcsot és a tartozékos faládát. A szekrények felső szélére és a tartály búvónyílása mellett csőkorlátot és fogantyút szereltek. [7][8]

URAL 4320 ALVÁZRA TELEPÍTETT VÍZSZÁLLÍTÓ TEHERGÉPKOCSI

Az Ural 4320 terepjáró tehergépkocsi bázisán kialakítottak egy biológiai tisztaságú ivóvíz szállítására alkalmas szaktechnikai eszközt. A technikai alapot a 6 × 6 kerékképletű, 5 sebességű sebességváltóval és V8 elrendezésű, JaMZ-238M2 dízelüzemű, folyadék-



6.



TANULMÁNYOK

7. ÁBRA. A jobb oldali szekrény a szivattyúval és a tartozékokkal (Fotó: Haditechnika archív)



8. ÁBRA. Ural 4320 típusú vízszállító terepjáró gépjármű [5]

hűtéses, 14,9 liter hengerűrméretű, 177 kW-os (240 LE) motorral hajtott tehergépkocsi jelentette. Az eszköz kialakítását tekintve érdekesség, hogy a DAC-665T és a terepjárás szempontjából a III. kategóriába sorolt Ural 4320 háromtengelyes bázisjármű alvázra épített tartály kapacitása azonos, hiszen annál alkalmazták a konténerrendszerű kialakítást. A rendkívül jó adottságokkal rendelkező alvázon a szállítótér leszerelése után alakították ki a vízszállító változatot.

A tartály két oldalára szerelt szekrényekben helyezték el a tartozékokat. A jobb oldal hátsó részében található a szivattyúegység, amely önálló vízvételre és továbbításra is alkalmas volt. Itt kaptak helyet a 10 literes műanyag vizeskannák, az összehajtható műanyag tömlők és a sáncszerzőszámok is.

Az ivóvíz vételezése és kiadása a hátsó kezelőtérből történt, a benzinüzemű motorral meghajtott szivattyúval vagy annak üzemképtelensége esetén a lapátos szárnyszivattyúval. [5] [6]

A CSEPEL D-566 TÍPUSÚ VÍZSZÁLLÍTÓ TEREJPÁRÓ TEHERGÉPJÁRMŰ

A CsD-566 típusú terepjáró tehergépkocsi tervezését az MN Haditechnikai Intézet (HTI) 1966-ban, sorozatgyártását a Csepel Autógyár 1971-ben kezdte meg, és 3325 db-ot gyártottak belőle. A D-588 típusú darus gépkocsiból a fellelhető adatok szerint mindössze 2 db készült el. A futási kísérleteket követően egy példány Szabadszál-

lásra, a Magyar Néphadsereg Páncélos- és Gépjárműtechnikai Kiképző Központba került, ahol tanalvázként a szerelőállomány felkészítéséhez használták.

A D-566 és a D-588 típusú járművek tervezése hosszabb szünet után 1975-ben újraindult „Teve” fedőnév alatt. Az ivóvízszállító gépkocsi elsődleges feladata (biológiai tisztaságú ivóvíz szállítása és szétosztása) továbbra sem változott, de ekkor egy konténercsatlakozású, padlővázra épített, önkiszolgáló rendszerű ivóvízszállító gépkocsi felépítményére volt igény. A hordozójármű minden olyan 5000 kg hasznos teherbírású jármű lehetett, amelynél az alváz síkjából szerkezeti rész nem emelkedik ki, és a felépítménynek az alvázhhoz erősítése kereszttartók segítségével történik. A tartók a 10 lábas konténerek ISO szabványának megfelelően a mellső és hátsó konténer rögzítő anyák alatt helyezkednek el. A hordozótartók és a padlőváz között hárompontos erőátadást alkalmaztak: a mellső tartón egy, a hátsón két ponton adódott át a terhelés. A különböző felerősítési helyeket tartalmazó padlővázat nagyszilárdságú poliuretánhabbal borították a megfelelő hőszigetelés érdekében.

A 4000 l térfogatú, rozsdamentes acélból készült víztartály a vázba könnyen beszerelhető, a felépítményből és a padlővázból daruval kiemelhető egységet képezett. A hengeres tartály párnalemezekon át rögzített

négy lábbal csatlakozott a padlővázhoz. A tartály lemeztest vastagsága 3 mm volt, melynek felső részén búvónyílást, az alsón ülepítőt terveztek a Haditechnika Intézet mérnökei. A víztartályon belüli nem kívánatos vízlengéseket hullámtörők beépítésével korlátozták. A töltést és ürítést szolgáló rendszer szívó-nyomó csatlakozását a tartály egyik végén alakították ki. A tartály szigetelésére gépi felhordással 50 mm vastagságú poliuretánhab szolgált. Ezáltal minimum 880 l víz befagyás nélküli tárolása vált lehetővé 24 órán keresztül.

A víz felvétele és leadása a csővezetékekhez kapcsolódó szakfelszerelések segítségével történt. A gépkocsi különleges töltő- és ürítőberendezése a tehergépkocsi motorjától függetlenül, külön motorral volt üzemeltethető. Ehhez tartozott a szivattyú szívó-nyomó csőrendszere, amely alkalmas volt elosztódobon keresztüli csatlakoztatásra, így minden méretű cső- és tömlőrendszerhez, tehát tűzoltásra is alkalmas volt. A víz kannákba töltését töltőpisztolyok segítségével tervezték.

A felépítmény konténerjellege miatt a hordozó járműtől függetlenül is működtethető volt, mivel vizet tudott vételezni szabad felszíni vízelőhelyről, különböző méretű tűzcsapokról, vízvezetékcsapokról. Ez az eszköz képes volt saját vagy idegen tartály feltöltésére, ürítésére gépi és kézi úton, mind aggregát-, mind szükségsszivattyúval.

9. ÁBRA. A Csepel vízzállító tehergépkocsi prototípusát a D-566 üzemanyag-szállító és -töltő gépkocsihoz hasonló felépítménnyel tervezték meg 1972-ben [3][4]

Légzőszelepe, túlfolyója és csőrendszere biztosította a mai ÁNTSZ elődszervezeteként működő KÖJÁL (Közegészségügyi és Járványügyi Állomás) által előírt feltételek teljesítését, valamint a por és egyéb szennyeződések kiszűrését. [9] A töltő-ürítőberendezés kiszolgálását egy kéthengeres, négyütemű, láb- és kézi indítású, lég-hűtéses motor látta el. Ennek meghibásodása esetén a rendszer egy kézi szárnyszivattyúval is üzemeltethető volt. A felépítmény önálló áramforrással (akkumulátor) rendelkezett, valamint önálló töltőrendszerrel és világítási hálózattal bírt.

A kiszolgáló egységek és tartozékok (kannák, csatlakozók, csőrendszerek, kiszolgáló pisztolyok, különböző méretű szívó-nyomó tömlők) a szállító és kezelő oldalszekrényekben nyertek elhelyezést.

A szekrényeket a tömegcsökkentés érdekében alumíniumötvözetből, hegesztett kivitelben készítették. A tervezés a Magyar Alumínium Tröszt ajánlásainak figyelembevételével történt. A szekrényekre bal oldalon négy, jobb oldalon három egyforma ajtó készült. A jobb hozzáférhetőség és kezelhetőség érdekében a jobb oldali hátsó részen kialakított nagyobb ajtó mögött helyezték el a motort, a szivattyút és a szivattyúhajtást. A tetőrész burkolása kétrétegű lemezzel történt, a lemezek között habosított poliuretán hőszigetelő anyagot alkalmaztak.



Az ajtók zárása túskezzárral történt. A felépítményt a Labor Műszeripari Művek gyártotta.

Ez a vízzállítótehergépkocsi-terv a prototípusig jutott el, további sorsa ismeretlen. A 9. ábrán látható üzemanyag-szállító és -töltő jármű az egykori Csepel Autógyár udvarán készült. A HTI tervei alapján a vízzállító is azonos jellegű felépítménnyel készült volna el. [10]

A 2000-es évek közepétől a különböző terepjáró tehergépjárművekre készített eszközöket nagyrészt felváltotta az egységesítés jegyében kialakított RÁBA járműcsalád. A negyedik generációba tartozó vízzállító tartálykocsit az új, korszerű RÁBA H25 típusú terepjáró alvázára telepítették.

RÁBA H25.324DAE-101 TÍPUSÚ VÍZZÁLLÍTÓ

A H25, a RÁBA járműcsalád egyik tagja kialakításánál fontos elvként érvényesült a családélvűség és a csereszababátosság. A korszerű kialakítású járműnek azonban elsődlegesen a katonai követelményeknek való megfelelést kellett teljesítenie. A Magyar Honvédségben a terepjáró-gépjárművek között a hasznos teherbírás alapján a RÁBA H25 sorozat a IV. osztályba tartozik. A típusszám alapján a tehergépkocsi motorjának maximális teljesítménye 324 kW, és teljesíti az EURO 4 környezetvédelmi normát. Az elkészült jármű a nemzeti előírásokon túl megfelel az Európai Unió és a NATO elvárásainak is (legyen kompatibilis a NATO-országok technikai eszközeivel, NATO-ban szabványos hajtóanyaggal tudjon üzemelni, legyen megfelelő ABV-védetség, de fontos a terepen való alkalmazhatóság, a repülőgépen, vasúton, hajón való szállíthatóság is). [6] A bázisjármű eredetileg az ISO 20 lábás szabványos konténer szállítására készült.

A bázisjármű megnevezésében szereplő betűk és számok jelentése:

RÁBA – a gyártó kereskedelmi neve; H – honvédségi kialakítás; 25 – tervezési megengedett össztömeg kerekítve, tonnában kifejezve; 324 – a motor maximális teljesítménye kW-ban,

DAEL: D – háromtengelyes; A – összkerekékhajtású; E – futómű oldalanként egy kerek; L – lapos rakfelületű; 101 – a motor EURO 4 környezetvédelmi besorolása; 101 – a páncéllemez-készlet előkészítettségére utal: „0 vagy 1 = nincs/van” (jelen esetben itt nincs előkészítettség);

10. ÁBRA. RÁBA H25.324DAE-101 8 m³-es vízzállító gépjármű [2]



10X – speciális kialakításra utaló karakter helye.

A vízszállító tehergépkocsi fő paraméterei:

- motor: négyütemű, dízelüzemű, soros hengerrendezésű, hathengeres, Commo Rail;
- tüzelőanyagellátó rendszerrel szerelt, közvetlen befecskendezéses, turbófeltöltéses, folyadékűtésű, töltőlevegő-űtésű, EURO 4 környezetvédelmi besorolású, hengerűrtartalom 10 520 cm³, maximális motorteljesítmény 324 kW (441 LE) (1900 1/min), maximális forgatónyomaték 2100 Nm (1000–1400 1/min);
- tengelykapcsoló: egytárcsás száraz, pneumatikus működtetéssel, a sebességváltó F9S109BG típusú automatikus, szinkronizált, 12 + 2 sebességfokozattal és mászó fokozattal rendelkező;
- a mozgékony és akadályleküzdő képesség legfontosabb adatai: megengedett oldaldőlés 20°, kapaszkodóképesség 30°, lépcsőmászó képesség 0,5 m, árokáthidaló képesség 0,8 m;
- a jármű hatótávolsága: országúton 750 km, terepen 500 km.

A TA3 típusú vízszállító felépítmény adatai:

A tartályt a hordozójármű alvázára segédvázal, csavarkötéssel rögzítették. A kezelő- és kannatároló szerelvényeket csavarkötéssel rögzítették a segédvázra. A 8 m³ befogadóképességű tartályt 100 mm vastag Tel-Wollin hőszigeteléssel látták el. A hőszigetelést alumíniumlemezről készült védőburkolat óvja a sérülésektől. A kannatároló szerelvény, a benne található szerelvények és a tartályon található kivezetések nincsenek hőszigeteléssel ellátva. A tartály hőszigetelése megakadályozza, hogy az abban lévő víz hőfoka (teletöltött tartállyal) óránként 0,5°C-nál jobban csökkenjen, ha a víz és a külső levegő hőfoka közti különbség nem nagyobb, mint 30°C. Ez biztosítja, hogy hirtelen fagy esetén sem következhet be a tartályban elfagyás.

A tartály tetején található a középhehelyezésű dómfedél. Ezen keresztül is lehetséges a tartály felső töltése és tisztítása. Az átlátszó tömlős szintjelzőt és a hátsó ürítőcsont és 3"-os Elaflex-TW (TankWagen) tartálykocsi-csatlakozót a hátsó tartályfenéken

helyezték el. Az Elaflex cég által gyártott ipari tömlők a cég nevét viselik.

A DICKOW gyártmányú, WPC83T típusú önfelszívó centrifugálszivattyú szürkeöntvény házzal, bronz lapátkerekkel és króm-acél tengellyel készült. Szállítási teljesítménye 500 l/perc 1800 1/min szivattyú fordulatszámánál és 40 m magas vízoszlopnál. Szívómagassága 2 m, 5 m hosszú 3"-os tömlő esetében. Szivattyúemelési magassága 5,3 m.

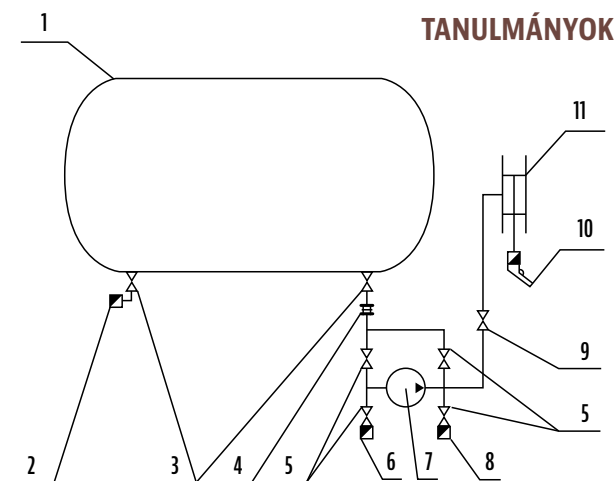
A szivattyú hidraulikus hajtással működtethető a jármű mellékajtásáról. A tartály és a szivattyú közötti összeköttetést rozsdamentes acélcső biztosítja, az egyéb összeköttetéseket pedig 3"-os tömlőkkel lehet megoldani. Minden szivattyúval történő működtetéshez és a tömlődob forgatásához a gépkocsi motorjának működnie kell, a mellékajtásnak bekapcsolt állapotban, a hidraulika főcsapnak „szivattyú” állásban kell lennie.

A vízszállítását 6 db 3" átmérőjű, 4 m hosszúságú tömlő biztosítja, melyeknek mindkét végén Elaflex-TW típusú csatlakozó található, ezzel biztosítva, hogy a szívó-, illetve a nyomóoldalra egyaránt csatlakoztathatók legyenek. Az alumíniumból készült, hidraulikus meghajtású tömlődob 30 m, 1" átmérőjű ürítőtömlővel rendelkezik. A tömlő lecsévézése kézzel történik, felcsévézését a dobba épített hidromotor végzi. A tömlők szállítását 6 db fekete, 160 mm átmérőjű, 4 m hosszúságú műanyag tömlőtartó cső biztosítja, melyekből 2 db a tartálytest tetején, 2 db a segédváz mellett, 2 db a sárvédők felett található.

A tartozékok között található 1 db átalakító (a 3" átmérőjű Elaflex-TW csatlakozó és a tűzcsap 3"-os Storz B csatlakozója között) is. A Storz körmőscsatlakozó egy német fejlesztésű, szimmetrikus, univerzális elem, legismertebb alkalmazása tűzoltó-csatlakozóként ismert.

A járművön található Schwarzmüller felirat fényvisszaverő anyagból készült. Álcázás esetén ez a felirat letakarandó. Erre a célra a tartozékok között található egy álcázó (takaró) zsák.

A vízszállító szerelvényeivel a következő hétféle tevékenység valósítható meg: lefejtés saját szivattyúval; tartályfelépítmény feltöltése saját szivattyúval; tartályfelépítmény feltölté-



TANULMÁNYOK

se idegen szivattyúval; tartályfelépítmény feltöltése tűzcsapon keresztül; szivattyúállomásként való működés; tartályfelépítmény feltöltése dómfedélen keresztül; gravitációs lefejtés.

A jármű vezetése, mint minden folyadékot szállító tartálykocsinál, különös figyelmet követel meg a tartályban lévő folyadék lengése miatt, amikor az nem teljesen feltöltött. A tartály az alvázról leemelhető a csatlakozások előzetes bontása után. Teljesen feltöltött tartály leemeléséhez 15 t emelőképeségű daru szükséges, az üres tartályt 5 t teherbírású daru is képes mozgatni. Az emelésekhez minden esetben emelőgerenda szükséges. [2]

(Folytatjuk)

11. ÁBRA. A tartály és a szivattyúrendszer vázlata. Ábrajelölés:

1. tartálytest,
2. csatlakozó,
3. fenékszelepek,
4. csőösszekötő (rugalmas) elem,
5. átváltócsapok,
6. szívócső-csatlakozó,
7. szivattyú,
8. nyomócső-csatlakozó,
9. tömlődobcsap,
10. kiadópisztoly,
11. tömlődob

[2]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Boldizsár János Tibor: Csepel D–350, D–352 honvédségi és polgári tehergépkocsik (1949–1960). A Magyar Hadi- és Gépjárműtechnikai Közhazsnú Alapítvány kiadványa, 2007.
- [2] SCHWARZMÜLLER TA3 típusú vízszállító tartályfelépítmény RÁBA H25.206DAE-001 típusú bázisjárműre. Kezelési és karbantartási utasítás.
- [3] VGK-81.típ. vízszállító tartály gépkocsi „TEVE” 910-00-0000.
- [4] VGK-81. vízszállító gépkocsi ideiglenes kezelési és karbantartási utasítás.
- [5] Az URAL-4320 tehergépkocsi és típusváltozatai anyagismereti és igénybevételei szakutastás. Magyar Honvédség, Szekszárd, 1985.
- [6] Vágner Szabolcs: Terepjáró képesség fejlesztése a Magyar Honvédségben. Katonai Logisztika, 2018/1–2, 197. DOI:10.30583/2018/1-2/194
- [7] Összefoglaló műszaki ismertető és adattár a tábori élelmezési technikai eszközökről és felszerelésekről. MH Szárazföldi Parancsnokság, Logisztikai Műveleti Főnökség, 2006.
- [8] Ideiglenes műszaki leírás, kezelési, karbantartási és csapatjavítási utasítás a DAC 665T alvázra épített 6.Cl 2 típusú vízszállító gépkocsihoz. Medgyesi Automechanikai Vállalat.
- [9] A D–346.07 vízszállító gépkocsi műszaki leírása, kezelési, karbantartási és csapatjavítási utasítása. Élm/2.
- [10] Boldizsár János Tibor: Csepel D–344, D–346 honvédségi tehergépkocsik (1957–1975). A Magyar Hadi- és Gépjárműtechnikai Közhazsnú Alapítvány kiadványa, 2006.
- [11] Tartálykocsi (TW) csatlakozók. Triász-tömlő Kft. [https://triasztomlo.hu/csatlakozok/tartalykocsi-\(tw\)-csatlakozok](https://triasztomlo.hu/csatlakozok/tartalykocsi-(tw)-csatlakozok) (Letöltve: 2025.01.09.)
- [12] Storz rendszerű csatlakozók Triász-tömlő Kft. <https://triasztomlo.hu/csatlakozok/storz-rendszeru-csatlakozok> (Letöltve: 2025.01.09.)



HAJÓS BENCE*

MEGEMLÉKEZÉS AZ 1999-BEN LEROMBOLT ÚJVIDÉKI SZABADSÁG HÍDRÓL

1. ÁBRA. A 2005-re
újjaépített újvidéki
Szabadság híd
napjainkban [16]

BEVEZETÉS

Bő negyedszázada, 1999-ben támadta meg az Észak-atlanti Szerződés Szervezete Jugoszláviát. Az *Allied Force* (Szövetséges Erő) néven ismert légi hadművelet 78 napig tartott, 1999. március 24-től június 9-ig. A NATO koszovói békefenntartó missziója (KFOR – Kosovo Force) másnap, június 10-én kezdődött, és napjainkban is működik.

A II. világháború utáni nemzetközi jogrend deklarálta, hogy szuverén állam ellen fegyveres erőszakot csak önvédelemből vagy az ENSZ Biztonsági Tanácsának (BT) felhatalmazásával lehet kezdeményezni. Oroszország és Kína határozott elzárkózása, vétója miatt a beavatkozáshoz szükséges egységes BT-felhatalmazásra esély sem volt. A NATO fél évszázados történetében ez volt az első alkalom, mi-

kor a szövetség támadó katonai akciót hajtott végre egy szuverén ország ellen. Együttal ez volt az első alkalom a II. világháború után, hogy Németország fegyveres konfliktusban vett részt. [1]

A NATO-bombázás 25 év után is sokszor felmerül aktuálpolitikai céllal (pl. az orosz–ukrán háború kapcsán NATO-ellenes orosz interpretációban [2]) és tudományos kutatások tárgyaként. Legutóbb Zsivity Tímea közölt

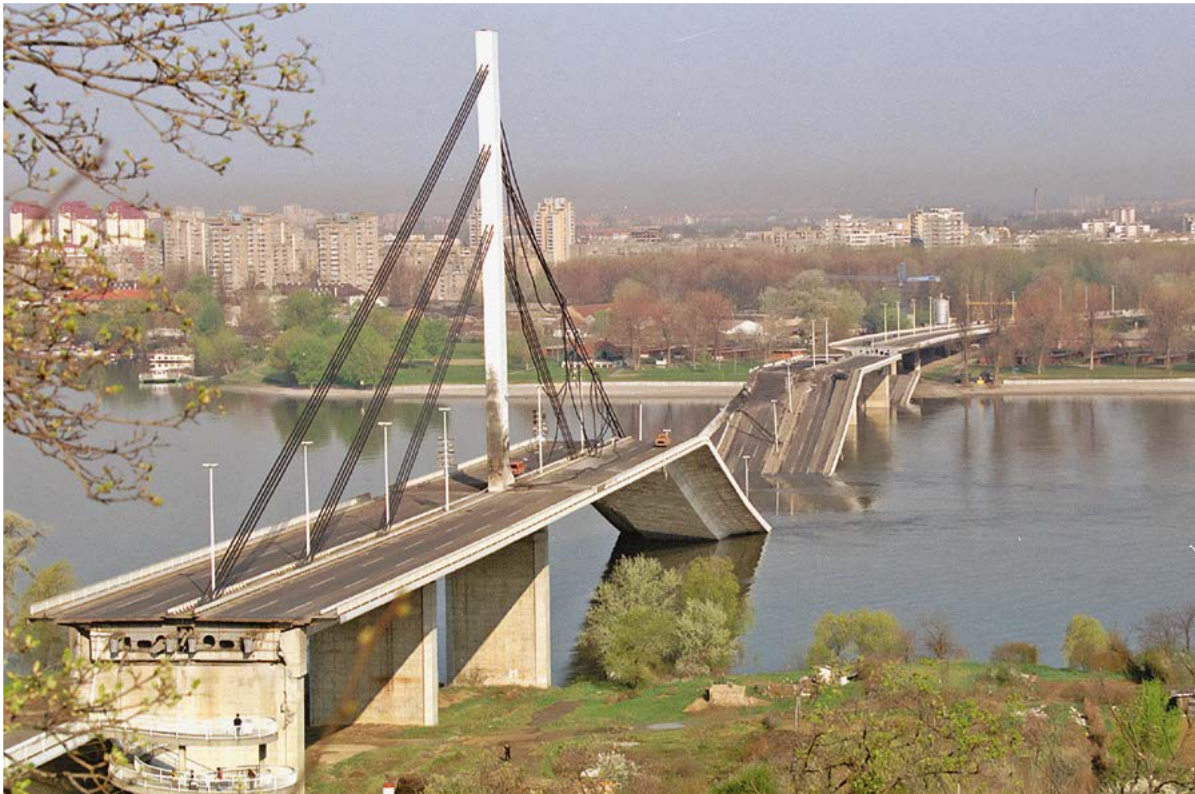
Összefoglalás: A NATO 1999-ben az ENSZ felhatalmazása nélkül megtámadta Jugoszláviát. A 78 napig tartó légitámadás célpontjai voltak – számos katonai objektum mellett – az ország erőművei, energiahálózata, gyárak, utak és hidak. Ennek szimbólumává vált a Dunába omlott újvidéki Szabadság híd roncsainak látképe. A hadművelet idején 18 éves híd acélszerkezetét Magyarország gyártotta. Helyreállítása hat évig tartott.

Kulcsszavak: NATO, Allied Force, Koszovó, bombázás, hídhelyreállítás

Abstract: In 1999, NATO attacked Yugoslavia without a UN mandate. The air campaign lasted 78 days and targeted, among many military installations, the country's power stations, energy networks, factories, roads and bridges. The symbol of these attacks was the view of the destroyed Liberty Bridge in Novi Sad, which had collapsed into the Danube. The bridge steel superstructure, 18 years old at the time of the attack, had been built by Hungary. Its reconstruction took six years.

Keywords: NATO, Allied Force, Kosovo, bombing, bridge reconstruction

* Hidász-mérnök,
Év hidásza 2012,
Nemzeti Közszolgálati
Egyetem, Katonai Mű-
szaki Doktori Iskola,
doktorandusz. ORCID:
0009-0008-8621-470X



2. ÁBRA. Az újvidéki Szabadság híd 1999 áprilisában, a támadás után [14]



nai nagykövetség bombázása és c) az újvidéki Szabadság híd (**Мост слободе** – Moszt szlobode) lerombolása. (2. ábra)

A jugoszláv propaganda egyik legfőbb hangsúlyozott sikere egy F-117A típusú lopakodó repülőgép lelövése volt a támadás negyedik napján. Az ellenséges területen lezuhant, a legkorszerűbb haditechnikai eszközök közé tartozó gép roncsainak képe bejárta a világsajtót, és a roncsokat másnap orosz szakemberek is felkeresték. A pilóta sikeresen katapultált, majd a művelési területre kimenekítették. [1]

Hasonló fiasciónak számítanak a belgrádi kínai nagykövetséget ért bombatalálatok (május 8.), amely során négy diplomata életét veszítette. A téves csapás óriási diplomáciai botrányt okozott, az Egyesült Államok sajnálatos járulékos veszteségnek tekintette ezt az incidenst. [4]

A Vajdaság központjának, Jugoszlávia második legnagyobb városának, Újvidéknek mindhárom hídját teljesen lerombolta a NATO. Ezzel hosszú időre megbénították az ország belső közlekedését és a legfontosabb nemzetközi vasútvonal forgalmát is. (3. ábra) Ezekről a hidakról megállapítható,

szakcikket a katonai beavatkozás etikai és jogi kérdéseiről. [3] Ezen légitámadások nemzeti jogi megítélése mai napig aktuális téma mind politikai, mind jogi szempontból. A beavatkozás messze nem csak Koszovó sorsáról szólt: a döntéshozókat befolyásolta Oroszország és az Egyesült Államok közötti nagyhatalmi játszma az egész Balkánon és a globális szinten is. [3]

Az *Allied Force* műveletben nyolc NATO-tagország vett részt: az Egyesült Államok, az Egyesült Királyság, Franciaország, Hollandia, Kanada, Németország, Olaszország és Spanyolország. [1]

A NATO-bombázás szubjektív alapon kiválasztott három emblematis eseményének a következőket tekintem: a) egy F-117A lopakodó repülőgép lelövése, b) a belgrádi k



3. ÁBRA. Katonai szalaghíd civilkomponyüzemben a híd nélkül maradt városban [15]



4. ÁBRA. A híd acélszerkezetének előszerelése 1979-ben Budapesten
(Fotó: dr. Domanovszky Sándor)

hogy alapvetően civil célpontok voltak, a koszovói konfliktustól való nagy távolság miatt csekély katonai jelentőséggel bírtak, ezért sokan megkérdőjelezték a támadásuk legitimitását. [3] A három híd közül a legfiatalabb, a Szabadság híd lerombolása volt a legfájóbb.

A NATO Jugoszlávia elleni légi hadműveletének részletes, napokra bontott krónikáját Gál Csaba közölte a Haditechnika folyóiratban. [1] [4] [5] A részletes beszámoló tartalmazza a bevetett katonai eszközöket és a végrehajtott műveleteket is. Az első híd elleni támadást április 1-jére teszik, mikor először bombázták az újvidéki Varadin hidat, ami azonnal a hul-

lámokba zuhant. Két nappal később az újvidéki Szabadság hídra érkezett a kétátamadás, mely során a híd megsemmisült. A nem mindegyik célpontot tartalmazó összeállításban még további kilenc nap célpontjai között szerepelnek hidak, de ennél lényegesen több, híd elleni támadás történt a hadművelet során.

Az 1999. évi *Allied Force* hadműveletre visszaemlékező tanulmányunk egyetlen eseménnyel, a Szabadság híd lerombolásával foglalkozik. E híd elpusztítása a gazdasági károkon túl elsősorban szimbolikus jelentőséggel bírt. A híd acélszerkezetét eredetileg Magyarországon gyártották, így a történetnek van egy magyar szála is.

A SZERB DUNA-HIDAKAT ÉRT NATO-TÁMADÁSOK

Szerbia területét két részre osztja az országot nyugat-keleti irányban átszelő Duna. A folyó szerb szakaszán 1999-ben összesen hat híd állt (a határszakaszokon álló Duna-hidakkal itt nem foglalkozunk). A légitámadások során öt híd romboltak le, egyetlen Duna-hídként a Pančevo hidat nem semmisítették meg a NATO-erők.

Folyásirányban haladva a horvát-szerb határtól a szerb-román hatá-

rig röviden áttekintjük ezt a hat hidat, megadva a hidak folyamkilométer-(fkm) szelvényét.¹

Újvidéken három híd állt. Az újvidéki Szabadság híd (1258 fkm), amely 1981-ben épült korszerű módon, négy forgalmi sávval, és 1999. április 3-án teljesen elpusztult. Az újvidéki Varadin hidat (1255 fkm) a II. világháború előtti híd pilléreire építették 1946-ban, két forgalmi sávval, ez 1999. április 1-én pusztult el teljesen. Az újvidéki közúti-vasúti forgalom számára 1961-ben átadott Žeželj hídon (1254 fkm) egy vasúti vágányt és két közúti forgalmi sávot vezettek át. A vasbeton ívhídat először 1999. április 5-én bombázták, majd folytatódott a híd támadása április 21-én, 22-én és 24-én is, de csak április 26-án sikerült teljesen megsemmisíteni. [6]

Újvidék és Belgrád között keresztezi a Dunát az A1-es autópálya. A 2250 m hosszú Beška híd (1232 fkm) félautópálya-keresztmetszettel 1975-ben épült meg. 1999-ben kétszer bombázták (március 31. és április 21.). Az első támadásnál csupán a híd korlátja sérült meg. A második támadásban a legszélső, 45 m támaszközü hídnyílás szakadt le, a híd többi része sértetlen maradt, ezért a híd helyreállítása gyors lehetett. Bár ideiglenes jelleggel, de már 1999. július 19-én újra megnyitották. [7]

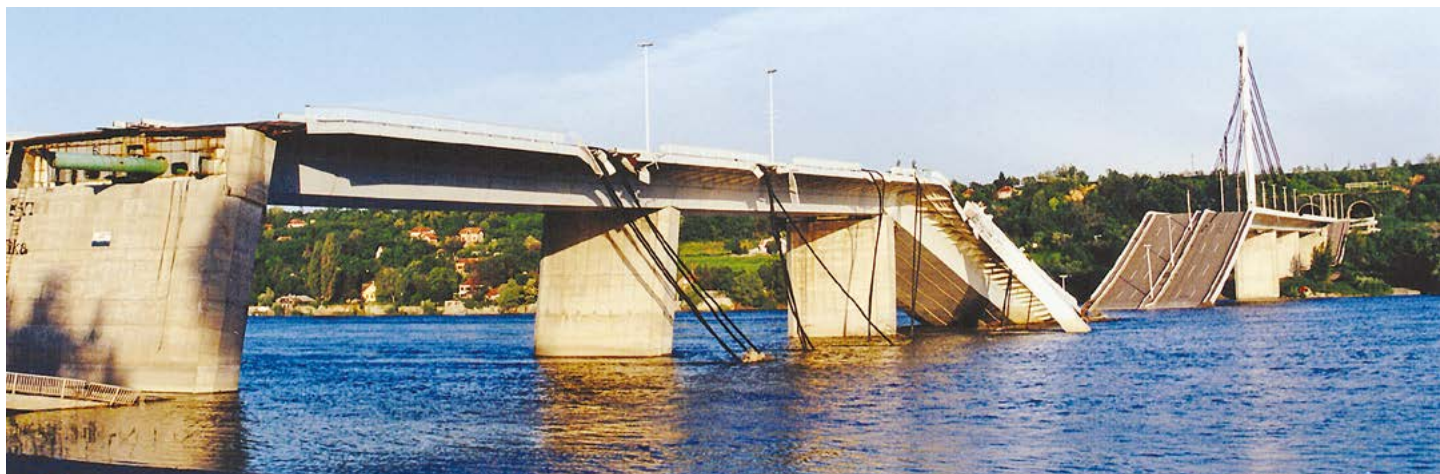
Belgrád térségében 1999-ben egyetlen híd állt, a Pančevo híd (1167 fkm), amelyik szerencsésen elkerülte a támadást. Belgrádtól keletre egy híd épült 1976-ban. A Kovin hidat (1112 fkm) szintén csak részlegesen pusztították el április 15-én, amikor egy rövidebb nyílását rombolták le. Nyolc hónappal később, december 23-án nyitották meg a helyreállított hidat. [8]

AZ ÚJVIDÉKI SZABADSÁG HÍD ÉPÍTÉSE

Újvidék harmadik hídja dr. Nikola Hajdin professzor tervei szerint 1976 és 1981 között épült meg. Az 1011 m hosszú Duna-híd három szakaszból áll: a bal parton egy négynyílású ártéri hídból, egy ötnyílású, közepén 351 m támaszközü, ferdekábeles acélhídból és a jobb parton egy háromnyílású ártéri hídból. A híd magyar vonatkozá-



¹ A vízfolyások szelvényezését a befogadótól kezdik, így a Duna esetében a folyamkilométer a fekete-tengeri torkolattól a folyó tengelyében mért távolságot jelenti.



sa, hogy az acélszerkezetének gyártási terveit az Uvaterv készítette, az acélszerkezetet pedig a Ganz-MÁVAG Mozdony-, Vagon- és Gépgyár gyártotta Budapesten.

A híd jugoszláv–magyar kooperációban épült. Ez volt a nyolcadik nagy acélhíd, amely magyar gyártással és jugoszláv helyszíni szereléssel valósult meg. A helyszíni munkákat a Szabadság hídnál is a jugoszláv Mostogradnja cég végezte. [9]

Összesen 9704 t acélszerkezet készült Magyarországon. Az alapanyagot a Dunai Vasmű gyártotta, kivéve a kábel-bekötéseknél és a lehorgonyzásoknál alkalmazott 70 és 150 mm vastag lemezeket (összesen: 160 t). [10]

A meder feletti 591 m hosszú ferdekábeles hídrész teljesen acélból készült. A híd merevítőtartója háromcellás szekrénytartó, 27,48 m széles ortotrop² acél pályalemezzel.

A két, téglalap keresztmetszetű pilon 57,8 m magas, ebbe kötnek be a főnyílást merevítő, legyező elrendezésű kábelek. A főnyílás 351 m-es támaszköze az építésekor a világ hídepítésének élvonalaiba tartozott. (Magyarország legnagyobb nyílású hídja ma a 2007-ben átadott dunaújvárosi Pentele Duna-híd 308 m-es támaszközzel. Az újvidéki híd átadásaikor, 1981-ben a legnagyobb magyar híd a szegedi Bertalan Tisza-híd volt 144 m-rel. [11]) Az újvidéki Szabadság híd – acélszerkezetének mennyisége és a híd különleges szerkezete miatt – építésekor a Ganz-MÁVAG gyár tevékenységének kiemelkedő eredménye

volt. A Szabadság híd természetesen évtizedekig szerepelt a magyar gyár referencialistájában.

A parti hídrészek öszvérszerkezetű, acél fenék- és gerinclemezzel, de helyszínen készített vasbeton pályalemezzel. A parti nyílások kéttámaszú tartók sorozatából állnak. Ezek geometriája alaprajzilag különböző. A kapcsolódó út vonalvezetéséhez illeszkedve a parti hídrészek átmeneti ívben vannak, továbbá a jobb parton a hírhoz kapcsolódó alagút bejárata miatt itt a parti hídrész a hídfő felé fokozatosan szélesedik, a szélső nyílás nadrágszárszerűen kettéválik két önálló felszerkezetre.

Az acélszerkezet valamennyi gyári kapcsolata hegesztett, a helyszíni szerelési illesztések többségében nagyszilárdságú feszített csavarozással, kisebb részben hegesztéssel készült. A hidat Budapesten szakaszonként előszerelték, (4. ábra) és többségében vasúton szállították a helyszínre. A szállítási egységek jellemzően legfeljebb 17 m hosszúak és 20 tonna tömegűek voltak, kivéve a kábellehorgonyzó részeket, amelyeket 40 tonnás egységekben szállítottak a helyszínre. [9]

A SZABADSÁG HÍD LEROMBOLÁSA ÉS ÚJJÁÉPÍTÉSE

A hidak elleni támadásokat jellemzően nem a NATO-tagországok légiereje hajtotta végre, hanem precizitásuk miatt a BGM-109 Tomahawk manőverező robotrepülőgépek (cirkálórakéták). Ezekből az eszközökből nem

készült repülőgépről indítható változat; a NATO-támadás ideje alatt több, mint 200-at indítottak, valamennyit az Adrián állomásozó amerikai és brit hadihajókról. Az 1999. évi NATO-bombázások 11. napján, 1999. április 3-án 19 óra 55 perckor két Tomahawk találta el a Szabadság híd pilonjának talppontját. (5. ábra) A bal parti pilon azonnal ledőlt, ezáltal tehermentesültek a pilon ferdekábele, és ezért a híd főnyílása a mederbe omlott. A jobb parti pilon állva maradt.

A mederbe zuhanó hídrész a maradék hídrészeket a folyó közepe felé magával rántotta; a pálya nem szakadt teljesen szét, hanem képlékeny csuklók alakultak ki. (6. ábra) Az acélszerkezet részben lecsúszott a vasbeton pillérekről, részben az alátámasztó pilléreket eltörte és magával rántotta azokat (7. ábra). Az összeomlás során a bal parti hídrészek 5,5 m-t, a jobb partiak 1,7 m-t mozdultak el a hídközép irányába. [12]

A mederrész omlása magával rántotta a szélső vasbeton pilléreit,

6. ÁBRA. A rombolt híd a bal part (északnyugat) felől
(Fotó: dr. Domanovszky Sándor)

7. ÁBRA. Az összeomló acélszerkezet magával rántotta a vasbeton pillért; oldalt a roncskiemeléshez használt emelő-úszómű
(Fotó: dr. Domanovszky Sándor)



² Ortotrop: ortogonálisan anizotrop szóösszetételből rövidült, hídepítésben használatos szakkifejezés. Sűrű bordákkal merevített lemezszerkezet, amelynek merevsége két fő irányban jelentősen eltérő.



8. ÁBRA. Roncskiemelés ideiglenes acélső támaszokkal
(Fotó: dr. Domanovszky Sándor)

kirántva azokat a csatlakozó ártéri hídrész öszvér szerkezetű nyílásai alól, ezért mindkét oldalon a földre zuhant egy-egy kéttámaszú, 60 m-es támaszközü ártéri hídníylás. A parti nyílások kéttámaszú alátámasztása miatt a híd omlása nem terjedt tovább a többi parti nyílásra.

A Dunába zuhant hídszerkezet (akárcsak a két másik újvidéki híd roncsa) hosszú időre megakadályozta a hajózást. A mederfenéken lévő acélszerkezet a hordalékot megfogta,

ami később nagyon megnehezítette a roncsok kiemelését.

A súlyosan károsodott Szabadság híd újjáépítése rendkívüli műszaki kihívást jelentett. Az első feladat a roncsok kiemelése volt. (8. ábra) Ehhez a leomlott részeket darabolni kellett, a menthető hídrészek stabilizálásával párhuzamosan.

A régebbi szegecselt hídszerkezetekkel szemben a hegesztett híd sokkal érzékenyebb a kapcsolódó elemek geometriai illeszkedése szempont-

jából. Az 1976-os műszaki állapotok szerint gyártott hidat kellett 2002-es műszaki követelmények szerint javítani, és a megmaradó, részben roncsolt hídrészeket illeszteni az új gyártású elemekhez. A hidat 2005 októberében adták át ismét a forgalomnak. (1. ábra)

ÖSSZEGZÉS

Az *Allied Force* hadművelet során az újvidéki Szabadság híd a két másik újvidéki Duna-híddal együtt teljesen lerombolták a NATO-erők. Ezek a hidak katonai célpontként csekély jelentőséggel bírtak, támadásuknak elsősorban szimbolikus, lélektani és gazdasági hatása volt. Más szerbiai hidakat ért támadásoknál több példát is láthattunk arra, hogy a hídnak csak egy részét rombolták le, ami a híd használatát átmenetileg megakadályozta, ugyanakkor a híd helyreállítását gyorsan és lényegesen kisebb költséggel el lehetett végezni (Beška híd, Kovin híd). Ugyanakkor az újvidéki hidak pusztítása sokkal nagyobb mértékű volt.

A Szabadság híd magyar vonatkozása, hogy acélszerkezetét Magyarországon gyártották és csupán 18 esztendő volt, mikor a NATO-támadás hullámsírbba küldte. Helyreállítása nemzetközi összefogással, az Európai Unió finanszírozásával, hat évig tartott. Bízunk benne, hogy a Magyar Honvédség műszaki katonáinak – akik nemzetközi hírnévre tettek szert a mostari Öreg-híd roncsainak kiemelése során – is hasznára válnak az itt leírt gondolatok. [13]

Visszaemlékezésünkhöz felhasználtuk dr. Domanovszky Sándor, a Ganz-MÁVAG hegesztési főmérnökének fényképeit, aki a híd gyártását is irányította. Gyűjteményéből megismerhetők a híd eredeti gyártásának és budapesti előszerelésének mozzanatai. Szerb hídmérnökök meghívására a lerombolt hidat számos alkalommal bejárta, a rombolt hidat és annak helyreállítását is dokumentálta.

Ma az újvidéki Szabadság híd újjáépítve szolgálja a közúti közlekedést, csak fényképek és beszámolók tanúskodnak az 1999. évi pusztításról. Írással a magyar-jugoszláv közös munkával megépített hídszerkezetről és annak NATO-támadásáról emlékeztet meg.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Gál Csaba: Az Allied Force (Szövetséges Erő) hadművelet néhány érdekessége II. rész. *Haditechnika* 2000/1, 19–23.
- [2] 25th anniversary of NATO aggression against Yugoslavia https://australia.mid.ru/en/press-centre/news/25th_anniversary_of_nato_aggression_against_yugoslavia/ (Letöltve: 2025.04.05.)
- [3] Zsivity Tímea: Koszovó és az igazságos háború elvei. A NATO-bombázás etikai és jogi kérdései. *Hadtudomány*, 2024/4, 94–105. https://real-j.mtak.hu/27639/19/Hadtudomany_2024-4-szam_COLOR.pdf <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2024.34.4.94>
- [4] Gál Csaba: Az Allied Force (Szövetséges Erő) hadművelet néhány érdekessége I. rész. *Haditechnika* 1999/4, 17–21.
- [5] Gál Csaba: Az Allied Force (Szövetséges Erő) hadművelet néhány érdekessége III. rész. *Haditechnika* 2000/2, 22–25.
- [6] Stipanić, Bratislav – Marković, Branko: Bridges across the Danube in Novi Sad development review. *Bridges in Danube Basin – Bridges across the Danube*, 2004/1, 17–34.
- [7] Folić, R. et al.: Damage and destruction of bridges over the Danube in Novi Sad and near Beška in spring 1999. 4th International Conference on Bridges Across the Danube 2001. September 13–15. Bratislava, Slovakia, 2001, 349–358.
- [8] Podunavlje.info Na danasnji dan bombardovan most izmedju Smedereva i Kovina. <https://www.podunavlje.info/dir/2021/04/15/na-danasnji-dan-bombardovan-most-izmedju-smedereva-i-kovina/> (Letöltve: 2025.04.05.)
- [9] Domanovszky Sándor: A Novi Sadi ferdekábeles Duna-híd acélszerkezetének gyártása. *Ganz MÁVAG Közlemények*, 1982/50, 44–62.
- [10] Domanovszky Sándor – Kiss Mihály: Az újvidéki ferde kábeles Duna-híd acélszerkezetének gyártása. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 1981/8, 356–362.
- [11] Hajós Bence: Utak-hidak Magyarországon. Első Lánchíd Bt. Biri, 2024 <https://hidak.hu/ut.hid/> (Letöltve: 2025.04.05.)
- [12] Minas, Frank – Emge, Alfons: Reconstruction of the Sloboda bridge Novi Sad fabrication, logistics and erection. *Bridges in Danube Basin – Bridges across the Danube*, 2004/1, 61–68. <https://doi.org/10.1002/stab.200490194>
- [13] Nyers József et al: Építünk, védünk, alkotunk. A műszaki csapatok története 1945-től, napjainkig. Zrínyi Kiadó Budapest. 2012. ISBN 9789633275412
- [14] https://docs.rferl.org/Infographics/2019/2019_03/2019_03_NATO_Balkan/assets/images/before-after/11-b.jpg (Letöltve: 2025.04.05.)
- [15] https://docs.rferl.org/Infographics/2019/2019_03/2019_03_NATO_Balkan/assets/images/before-after/12-b.jpg (Letöltve: 2025.04.05.)
- [16] <https://visitdistrikt.rs/media/2021/02/VisitNS-most-slobode-foto-Jelena-Ivanovic-1-2048x1364.jpg> Jelena Ivanovic felvétele (Letöltve: 2025.04.05.)

KIZMUS SZABOLCS*

HIDEGHÁBORÚS BUNKEREK

VI. RÉSZ

A szerző tanulmányának előző részeiben a védett létesítmények afelosztásának lehetséges szempontjait mutatta be, majd azok fejlesztési irányait vizsgálta, illetve a hagyományos és az új technológiával épített objektumok előnyeit és hátrányait ismertette. A cikksorozatból megismerhettük a létesítmények védőszerkezeteit és üzemeltetésük időszakait, valamint a gépészeti és elektromos energiaellátó, a vezérlés-irányítás és a kommunikációs rendszerek elemeit. A tanulmányorozat záró részeiben a szerző egy konkrét létesítmény részletes ismertetésével teszi teljessé a védett létesítmények bemutatását.

A VÉDETT OBJEKTUM

A védett létesítmény főbejáratához a parancsnoki épület előteréből induló kb. 130 m hosszú, többször megtört vonalvezetésű alagúton keresztül lehetett eljutni. Mivel a kétszintes föld

alatti bunker felső (azaz -1.) szintjén lévő főbejárat kb. 7 méterrel magasabban van, mint a parancsnoki épület földszinti padlóvonala, az alagút/folyosó enyhén, de jól láthatóan emelkedik az objektum irányába annak köszönhetően, hogy az egy kisebb magaslatban helyezkedik el. (2. ábra) Ezen kívül épült egy másik bejárat is, ami a felszínről közvetlenül az egyik antennatorony talapzatán keresztül vezet az imént említett alagútba. Utóbbi részben a légi felderítés félrevezetése céljából készült, mivel ez jól látható volt a magasból is, szemben a parancsnoki épületből nyíló alagúttal, így az ellenség azt feltételezhette, hogy a bunker megközelítése ezen keresztül történik.

Az alagút egyik 90°-os törésénél – az objektum főbejáratának közelében – egy beugró folyosórészben helyezték el a sínen futó emelőszerkezettel ellátott rakodóaknát, amelyen ke-

resztül a nehéz és/vagy nagy méretű berendezéseket, eszközöket, gépeket lehetett egyszerűen és gyorsan lejuttatni a felszínről a bunkerbe. A rakodóakna terepszint feletti nyílása egy részben a bunker felett elhelyezkedő, könnyűszerkezetes épületben található. Ennek a felépítménynek több funkciója is volt: a tartalék műszaki eszközök, alkatrészek, berendezések tárolására szolgált, elrejtette a bunker friss levegővel való ellátását biztosító beszívó légvezetékek felszíni kitorollását, valamint álcázta az alatta elhelyezkedő védett objektumot. A felszínen elkészítették a rádióállomás „replikáját” az épület és az antennatornyok talapzatai között futó kábelhidakkal, 1–1,5 m magas konzolokra rögzített ál- „tápvezetékekkel”, azaz üres műanyag csövekkel. A légi felderítés alapján az ellenség számára egyértelműnek tűnhetett, hogy az épületben van a híradóközpont, amit támadni

1. ÁBRA. A 301-es troposzféra-hírközpont védett létesítményének főbejárata a zsilipkamrákkal és az építmény fizikai védelmét biztosító páncélajtókkal (A szerző felvétele)

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

2. ÁBRA. A létesítmény főbejáratához vezető, előregyártott vasbeton idomelem szelvényekből épült hosszú és kissé emelkedő föld alatti folyosó
(A szerző felvétele)



3. ÁBRA. Az északi irányú R-417Sz „Baget” troposzféra-rádióállomás vezérlőpultja. A szemben lévő falon láthatók a négy antenna irány- és dőlésszögének beállítókapcsolói és kijelzőműszerei. A nyitott ajtó mögötti helyiségben található az adók szekrényei
(A szerző felvétele)



kell, és annak lerombolásához elég lehet egy kisebb hatóerejű fegyver is. Mivel a magas antennatornyokat nem lehetett elrejtetni, legalább igyekeztek azt a látszatot kelteni, hogy az objektum lelkét, a rádióállomást egy egyszerű felszíni épületben helyezték el.

Az alagút végén, annak tengelyére merőlegesen alakították ki a védett építmény főbejáratát masszív, DZ120/180 típusú, szovjet gyártmányú acél védőajtóval lezárva, amelynek tömege a falazatba épített kerettel együtt mintegy 3 tonna. Mögötte található a négy bejáratú zsilipkamrából és az egészségügyi átereszből (személyi mentesítő) álló bejárat helyiségcsoport. (1. ábra) A belépés a zsiliprendszer irányítóhelyiségé-

ben szolgálatot teljesítő tiszt közreműködésével, illetve a diszpécser engedélyével történt a belépni kívánó személy azonosítását követően. A munkapultokról távvezérléssel tudták a megfelelő sorrendben nyitni és zárni a bunker védő- és gázzáró ajtóit, valamint szabályozni a szükséges túlnyomás-értékeket az egyes zsilipkamrákban. A teljes folyamatot zárt láncú kamerahálózattal figyelték, és hangosbeszélőn keresztül irányították. A belépési jogosultsággal rendelkezőket a titoktartási követelmények figyelembevételével választották ki. A külső levegő szennyezettsége, valamint, ha azt a körülmények indokolták tették, a belépő személyeknek részleges vagy teljes mentesítési folya-

maton kellett volna átesniük, mielőtt átöltözve a belső, gázbiztos térbe jutnak. A radioaktív vagy vegyi szennyezettség mértékének meghatározását számos műszer, mérőeszköz segítette.

A belső gázzsilip a bunker központi részén található lépcsőházba nyílt. Az alsó szintre vezető acélrácsos lépcsőkar tervezetten kimozdítható volt a helyéről, így, ha azt leszerelték, a földemnyíláson keresztül lehetséges volt a nagyobb méretű és nehéz tárgyak mozgatása a két szint között a mennyezetre rögzített síneken futó három daru segítségével (két 3,2 tonna és egy 1 tonna teherbírású). Üzemeltetés szempontjából elkülönítették egymástól a kommunikációs technika elemeit és a létesítmény működését biztosító komplex gépészeti rendszereket. Utóbbiak az alsó szinten kaptak helyet, míg a troposzféra-rádióállomások és kiegészítő berendezéseinek munkahelyiségei, a hírközpont vezérlőterme, valamint egyéb híradástechnikai szobák, illetve az étkező és a konyha a felső szintre kerültek. Szintén itt található a lépcsőházból nyíló orvosi szoba, ahol minimális sürgősségi alapellátást, elsősegélynyújtást tudtak biztosítani, de komolyabb beavatkozásra nem volt lehetőség.

A lehetséges négy troposzféra-rádióállomást magába foglaló két helyiségcsoportot tükrözött elrendezésben alakították ki, jóllehet – ahogy már volt róla szó – Wollenbergben csak három állomást telepítettek, azaz három irányban történt a hírváltás. A nagyobb méretű központi termek közül az egyikben kettő, a másikban egy készlet szovjet gyártmányú R-417Sz „Baget” típusú rádióállomást építettek be, mindegyiknél egy kisebb vezérlő- és beállítópulttal. (3. ábra)

A „Baget” két, egyenként 120 MHz-es frekvenciatartományban működött, 4,435–4,555 GHz és 4,630–4,750 GHz között. Két troposzféra-rádióállomás között a lehetséges legnagyobb áthidalható távolság 60 digitális távbeszélő csatorna használata esetén kb. 200 km, 2 × 60 csatorna alkalmazásával kb. 180 km volt. A rendszer a távolság függvényében 2,048 Mbit/s adatátviteli sebességet tudott biztosítani. Irányonként a négy adó négy antennával négy frekvencián folyamatos 1,5 kW és 2,5 kW közötti teljesítménnyel su-

gázzott, és minden vevőegység négy, a másik állomás által kibocsátott frekvenciát fogadott, 16-szoros térfrekvenciás diverzitású vételt alkalmazva a jelek feldolgozásához, mindig a legoptimálisabb jel-zaj viszonyt használva. [1] A hírváltás természetesen titkosított csatornákon folyt. A nagy adóteljesítményhez és a magas frekvenciájú elektromágneses hullámok előállításához, a jelek erősítéséhez KU-374 „Viola” típusú klisztronokra (mikrohullámú tartományban használatos elektroncső) volt szükség, amelyek az adószekrényekben sorba rendezve az érintett rádió munkaállomása melletti szobában kaptak helyet. Az energia a belülről ezüsttel (a legjobb elektromos vezetőképeségű fém) felületkezelte vörösréz csőtápvonalakon jutott el a tornyok tetején lévő antennákhoz. Ezeket a hullámvezetőket dehidrátorokkal szárított levegővel tartották túlnyomás alatt a csillapítás minimalizálása érdekében, és a bunker 60 cm vastag külső falán átvezetve egy-egy 12 m hosszú szervizalagútban futottak a tornyok talpzataihoz, ahol a tartalék mobil antennák külső csatlakozási pontjait is kialakították. (4. ábra) Az antennák által kibocsátott, fókuszált rádióhullámok hatására a troposzférában egy ionizált mező alakult ki, és erről a „felületről” – mint egy tükréről – a jelek visszaverődtek a következő (vevő) állomásra, így 150–200 km-es intervallumokkal akár 2000 km-es hírvonalat is létre lehetett hozni. (4. ábra)

A troposzférikus kommunikációs rendszer nélkülözhetetlen eleme volt a bunker felső szintjének legnagyobb alapterületű termében üzemelő P-330-60-SzR „Azúr” típusú vívőfrekvenciás csatornáképző berendezés, amely az analóg vezetékes és rádiócsatornák digitalizálása után képes volt irányonként 60 hang-, távíró-, illetve adatcsatorna (plusz 3–5 szolgálati csatorna) kialakítására, csoportokba rendezésére, több lépcsőben. Az összeköttetés folyamatos volt, a jelátvitel a nap 24 órájában a külső körülményektől függetlenül zavartalanul működhetett. (5. ábra)

A BARSz hírközpontok természetesen földben futó vezetékes kapcsolattal is rendelkeztek, hagyományos és speciális távközlési kábelekkel egyaránt kapcsolódtak a különböző főpa-

rancsnokságokhoz és magasabbegység-harcálláspontokhoz. A kábelek zavartalan működését pneumatikusan ellenőrizték, így azok külső burkolatának földmunkák vagy egyéb események (szabotázs) során bekövetkezett esetleges sérülése a kábelben belül nyomáseséshez vezetett és hibajelzést eredményezett. Gyakorlatilag minimális volt a kommunikációs kapcsolatok megszakadásának kockázata. A wollenbergi 301-es védett objektumban (ahogy az NDK-ban felépült többi BARSz állomáson is) a troposzféra-rádiók mellett a keletnémet posta (Deutsche Post) átviteli rendszerét, különböző rádió- és rádiórelé-, valamint vezetékestelefon-kapcsolási technikát is telepítettek. Ezzel a troposzféra-állomások a kormányzat és a katonai parancsnokságok hírszerző központjaival, valamint a német posta létesítményeivel együtt egy integrált hírhálózat fontos elemeit képezték. [2]

Az objektum kommunikációs rendszereinek irányítása egy nagyobb méretű vezérlőhelyiségben összpontosult, ahol a troposzféra-rádiók központi irányítópultja mellett az FVS-4 típusú kézi kapcsolású, 350 vonalas telefonközpont munkaasztala is helyet kapott, amelyen a kezelő manuálisan kapcsolta a vonalakat. A rendszer többi elemét a kapcsolószekrényekkel, rendezőkkel, átalakítókkal stb. egy külön szobában helyezték el. Az FVS-4 az NDK fedett vészhelyzeti telefonhálózatának ré-



4. ÁBRA. Falra szerelt, nyomás alatt lévő csőtápvonalak vezetnek az adóktól az antennatornyok talpzataiig, majd ott egy földemáttörésen keresztül fel az antennákhoz (A szerző felvétele)

5. ÁBRA. Impozáns, szinte szobányi méretű az „Azúr – 60 SzR” típusú csatornáképző berendezés, amely biztosította a digitális adatátviteli csatornák létrehozását, rendezését (A szerző felvétele)





6. ÁBRA. A szellőztető gépházban működő ventilátorok feladata volt a külső, friss levegő beszívása a gázbiztos térbe, illetve a belső levegő keringtetése, az adott üzemmódnak megfelelően. A légszatórnákon kék nyilakkal jelölték a levegő útját (A szerző felvétele)

szeként kézi kapcsolású technológiával volt hivatott biztosítani a telefonkapcsolatokat a kommunikációs központok túlnyomórészt automata és félautomata rendszereinek meghibásodása esetén. A hírközpont vezérlőjéből egy kis előtérben keresztül – ahonnan a troposféra-állomás parancsnokának pihenője is nyílt – lehetett a titkosítósobába jutni, ahová csak a külön engedéllyel rendelkező Különleges Híradó Szolgálat (SND – Spezialnachrichtendienst) technikai állománya léphetett be. A hírcsatornákon folyó információ speciális, minősített berendezésekkel történő titkosítása (ЗАС – Засекречивающая Аппаратура Связи – ZASz: Hírközléstitkosító be-

rendezés) garantálta – az alkalmazott technológiától függően – az átvitel viszonylagos biztonságát.

Háború esetén, illetve egyéb minősített helyzetben a védett létesítményben legfeljebb 30 fős állománnyal számoltak, akiknek az ellátása egy 23 m²-es étkezőben történt, ahol egyszerre legfeljebb 10-12 fő tudott leülni az asztalokhoz a békés tájat ábrázoló fali poszter elé. A lehetőségekhez képest igyekeztek minél komfortosabb körülményeket teremteni az embereknek. Az étkező mellett egy kisebb konyhát alakítottak ki (egy átadóablakkal), amihez egy tároló/kamra kapcsolódott, ahol a nem romlandó élelmiszerek, konzervek mellett

az evőeszközöket, tányérokat, tálcaikat, poharakat stb. tartották. Mind-egyik helyiségben az objektum belső telefonhálózatának falra szerelt készüléke és egy hangszóró gondoskodott arról, hogy a belső kommunikáció is zökkenőmentes legyen.

AZ ALSÓ SZINT GÉPÉSZETE

Az alsó szintet leginkább a bunker rendeltetészerű működését biztosító gépészeti rendszerek foglalták el: a szükséghelyzeti energiaellátás, a levegő- és vízellátás létfontosságú műszaki helyiségei, a nukleáris, biológiai és vegyi fegyverek szennyező hatásait semlegesítő szűrők, a légkondicionáló berendezések, elektromos kapcsolószekrények, egyéb segédüzemi eszközök és a mindezek felügyeletét, valamint vezérlését végző irányítás-technikai diszpécserközpont.

Az objektum friss levegővel való ellátását biztosító szellőztető gépészet a lépcsőház közelében kialakított helyiségcsoportban üzemelt. (6. ábra) Az előtérből vezető rövid folyosóról nyíló gépházban a ventilátorok – köztük tartalék is – mellett helyet kapott a „Garantált légtisztító rendszer” (AdgL) termokatalitikus szűrője. Ehhez kapcsolódott a gázzáró védőajtókon és zsilibkamrán át megközelíthető, szennyeződhetős besorolású tér, ahol csoportokba rendezve 18 db FP-300 típusú aktív szén elnyelőszűrőt szereltek az acél tartókeretekbe. A következő ajtó mögött 6 db PFP-1000-es finompor-szűrő található, mellette pedig a durvaport-szűrő kamrája, majd a felszíni duplikált légbeömlő nyílásokból a beszívott levegőt az alsó szintre vezető függőleges akna. A szűrők használatával a létesítmény működése 30 napig volt garantált, azt követően cserélni kellett volna őket, míg a III. üzemmódot legfeljebb csak 24 órán keresztül volt lehetséges fenntartani. [3] A bunker autonóm üzemmódra történő átállása és teljes lezárása a szovjet gyártmányú automatizált vezérlőrendszereknek köszönhetően pillanatok alatt megvalósulhatott, hiszen az üzemeltetési követelmények meghatározták, hogy különösen a léglökés, illetve a negatív nyomásfázis (vákuum) romboló hatásai ellen védő szelepeket, csappantyúkat a lehető legy-



7. ÁBRA. A klímagépház a bunker alsó szintjének egyik legnagyobb alapterületű helyisége, ahol két hatalmas légkondicionáló blokk gondoskodott a belső tér hőmérséklet- és páratartalmának szabályozásáról (A szerző felvétele)



gyorsabban zárják. A tervezett eljárás szerint az objektum körül a felszínen telepített környezeti szenzorok riasztást küldenek a diszpécserközpontba, ugyanakkor automatikus kapcsolással a lezárás még azelőtt megtörténik, hogy az atom- vagy hagyományos fegyver robbanásának hatásai elérnék a föld alatti építményt. A légnyomást/lökéshullámot, valamint az EMI-túlfezsültséget (elektromágneses impulzus) jelző érzékelők által küldött impulzusokra reagálva az automatizált védelmi rendszer (ПАЗ–ПДУ: **Пульт Автоматизированной Защиты/Пульт Дистанционного Управления** – automatizált védelmi panel/távvezérlő panel) azonnal aktiválja a pneumatikusan, illetve elektromágneses kapcsolással üzemelő, levegőszállító csatornába szerelt elzáró szelepeket, míg az automatikus gamma-sugárzás-figyelmeztető rendszerhez tartozó, kis acélkupola alá szerelt érzékelők a ДАУ (ДАУ – **Дистанционная Аэрозольная Установка** – távoli aeroszolizáló egység) rendszert hozzák működésbe. [4] Az előbbihez tartozó négy jeladó a bunkertől 40–70 m közötti távolságban helyezkedett el, a sugárzásszenzorok pedig a fő szélirányt figyelembe vevő felszíni mérőpontok mellett a külső levegőt bevezető csövekbe, légcsoportokba is kerültek. Az АВВ-veszélyt kijelző,

analizáló műszerek fogadóegységeit a szellőztető gépészet és a szűrők helyiségeiben helyezték el. A normálstól eltérő nyomásértékekre, illetve a külső hőmérséklet hirtelen intenzív emelkedésére reagálva a bunker összes légbeömlő nyílása, légvezetéke 0,1–0,5 másodperc alatt lezáródott, ezzel egyidejűleg ideiglenes szükséghelyzeti üzemmódra állt át.

A védett létesítményben a személynzet közérzete és az érzékeny technológia, gépészet megóvása érdekében a hőmérsékletet, a relatív páratartalmat, valamint a levegő oxigénkoncentrációját szigorúan szabályozott értékek között kellett tartani. A klímagépházban két tekintélyes méretű légkondicionáló blokk működött, közöttük közlekedő sávval. (7. ábra) A terem folyosó felőli oldalán, a sarkokban egymással szemben kialakítva két-két függőleges, tágas légakna biztosította az alsó és felső szint közötti levegőáramlást, míg a klímagépház másik végéből nyíló helyiségben duplikált megoldással négy ventilátor került beépítésre. A motorok közül kettő (az egyik tartalék) a bunker használt levegőjét juttatta ki a felszínre, a másik kettő (közülük az egyik szintén tartalék) pedig az akkumulátorok tárolójának izolált, savas légkörét szívta ki az objektumból I-II. üzemmódokban. Teljes elzárkózáskor ezeket a kidobó

vezetékeket a levegőcsövekbe szerelt, sűrített levegővel működő szelepek (PAK – Pneumatische Absperrklappen) hermetikusan zárták.

Az alsó szint jelentős részét a vízellátás gépészete és annak tározói foglalják el. A három beépített víztartály közül egy 21 m³-es szolgált az ivóvíz tárolására, egy 39 m³-es a használati víz, illetve egy 46 m³-es a hűtővíz tárolására. [5] Ez utóbbiban a különböző gépegységek, kompresszorok, hűtőtechnikai berendezések hűtéséhez használt, majd a termelt hulladékhő által felmelegített vizet tárolták. Ezt a vizet a szomszédos teremben lévő két kompresszoros-kondenzátoros vízhűtő gép visszahűtötte megfelelő hőmérsékletűre, majd a szigetelt, komplex csővezeték-hálózaton keresztül az építmény fő határoló falain kívüli épületrészben kialakított két 60 m³ kapacitású hűtővíztartályba pumpálták, ahonnan újra felhasználásra került. Az üzemeltetés során keletkező hő elvezetéséhez jelentős mennyiségű vizet kellett mozgatni, ezért a klímaegységek különösen sok hűtővizet igényeltek, csakúgy, mint a dízelüzemű motorok. A víz keringtetéséről a padlóra szerelt 10 db elektromos szivattyú gondoskodott, a cirkuláció során a folyamat a külső vízellátástól független, zárt rendszerben is működhetett az alkalmazott

8. ÁBRA. A sötétkék színűre festett vízhűtő gépek mellett elektromos szivattyúk sorakoznak a vízellátó rendszer egyik gépészeti helyiségében. A hőszigetelt vízvezetéseken különböző színekkel jelölték a hűtővíz folyásirányát és a visszatérő kört (A szerző felvétele)

üzemmódnak megfelelően. (8. ábra) A vízűtő gépekkel szomszédos helyiségben két nagy méretű, 2,8 m³ űrtartalmú acéltartályban tárolták a sűrített levegőt 15 MPa (150 bar) kezdeti nyomás alatt, a két tartályban így összesen 840 000 liter (normál állapotú) levegő állhatott rendelkezésre (a levegő felhasználásával természetesen csökkent a nyomás is). A tartályok mellett egy vasbeton talapzaton kapott helyet egy HL 1K-125/145 típusú dugattyús kompresszoregység, amelynek nagy teljesítményű motorja óránként mintegy 45–55 m³ levegőt volt képes 15 MPa végnyomásig sűríteni. A tárolt levegőre a létesítményen belüli túlnyomás fenntartásához (III. üzemmódban), a bejáratú zsilipkamrák nyomásszabályozásához és a dízel-motorok indításához volt szükség, valamint tartalékot is képezett. Egy másik, lényegesen kisebb kompresszorral a pneumatikus zárószelvények sűrített levegős palackjait töltötték fel.

A lépcsőházból egy gázzáró védőajtó átlépve, a bunker tengelyével párhuzamos folyosóról lehetett megközelíteni a szálláskörletet. A 25 m²-es szobában 4 db háromszintes emeletes ágyat helyeztek el, valamint a hozzájuk tartozó szekrényeket, 12 fő számára nyújtva pihenési lehetőséget. Békeidőszakban a szolgálat négy váltásban történt (24/72). A pihenő előtt húzódó folyosó végénél alakították ki a bunker vészkijáratát, amelyben egy acélhágcsón keresztül lehetett a felszínre jutni. Ezt általában igyekeztek úgy tervezni, hogy lehetőleg minél messzebb kerüljön a főbejáratától, ami a wollenbergi állomáson is megvalósult. Eb-

ben a függőleges aknában a -1. szint magasságában egy külön bejáratallal rendelkező, nagyobb térben működő 630 kVA teljesítményű olajszigetelésű-hűtésű transzformátor biztosította a megfelelő feszültséget és áramerősséget a létesítmény elektromos hálózatának fogyasztói számára. A transzformátortól a tápvezetékeket közép- és kiefeszültségű kapcsolóberendezéseken, valamint hermetikus kábelcsatornákon keresztül hurkolták be az épületszerkezetbe. Az alsó szint legnagyobb alapterületű, álpadlóval épített termében sorakozó kapcsolószekrényekben elosztók, egyenirányítók, áramátalakítók, frekvenciaváltók, tartalék hálózati vezérlés, vészvilágítási rendszer, túlfeszültség elleni védelem és természetesen kézi kapcsolók gondoskodtak a szükséges energiaigényről és az elektromos eszközök optimális működéséről. A troposzféra-rádiórendszerek kizárólagos tápellátására külön szovjet gyártmányú elektromos kapcsolószekrényeket telepítettek. (9. ábra)

A külső elektromos hálózatról történő tervezett vagy kényszerű leváláskor a szükséghelyzeti energiaellátást dízelüzemű gépcsoportok biztosították. A gépházban elhelyezett három darab dízelaggregátor mindegyike egy 6VD 18/15 AL-1 SRW típusú, EWR (Elbe-Werk Roßlau) gyártmányú, 6 hengeres, 19 liter hengerűrtartalmú, 348 kW (472 LE) teljesítményű turbófeltöltéses dízel-motorból és egy SRED 458-4a típusú, 400 kVA teljesítményű, 3 fázisú generátorból állt. (9. ábra) A robusztus, mintegy 4,1 tonna tömegű szerkezeteket masszív vasbeton talapzatok-

ra rögzítették. [6] Az országos hálózat meghibásodása esetén a rendszer automatikusan átvette az összes csatlakoztatott fogyasztó áramellátását. A motorok teljesítménye alapján a feladathoz elég volt két dízelaggregátor, a harmadiknak csak tartalék szerepe volt. Mivel a dízelgépház szennyeződhet térnek számított, a motoroknak külön szellőztető és hűtőrendszerük volt, valamint a karbantartó személyzet részére a belépés gázzáró védőajtókkal ellátott zsilipkamrán keresztül volt lehetséges. Az egységek hűtése víz-levegő hőcserélőkön keresztül történt, ha azonban a külső levegő túl meleg volt, vagy a hűtőrendszer nem működött megfelelően, a hulladékhő víz-víz hőcserélőkön keresztül a hűtővíztartályokba is elvezethető volt. A méretes ventilátorok és a klímablokkok a fő szerkezethez kapcsolódó épületrészben üzemeltek. A motorok égéslevegő-ellátása a hagyományos légbeszívás mellett az ún. „tömeghűtőn” keresztül is megvalósulhatott, ha a körülmények ezt indokoltá tették, és a bunker környezetében lévő levegő túl forró volt. A 96 db 4 cm átmérőjű acélcsővön beáramló levegő a dízelmotorok számára használható hőmérsékletűre hűlt, lehetővé téve azok folyamatos üzemét, akár atomfegyver bevetését követő, összefüggő felszíni tüzek esetében is. A vízpermettel hűtött kipufogógázokat kb. 40–50 m-rel távolabb vezették ki a létesítményből.

A gépcsoportok munkavégzéséhez szükséges gázolajat négy darab 7,2 m³ űrtartalmú tartályban tárolták, melyek kapacitása összesen 28 800 liter volt. Ez a mennyiség a motorok 9 napig tartó működéséhez volt elegendő. Az üzemanyag-tartályok feltöltése a felszínen kialakított csatlakozó töltőcszonkon keresztül közvetlenül megvalósítható volt, a folyamatot a diszpécserközpontból automatizált rendszerrel lehetett vezérelni, ellenőrizni.

Tartalék energiaforrásként, a generátorok szinkronizálásáig eltelt idő alatt a fogyasztókat csoportokba rendezett akkumulátorokról táplálták. A tartóállványokon elhelyezett 24 V-os telep biztosította a feszültséget – többek között – a dízelaggregátorok és a szellőztetőrendszer

9. ÁBRA. Az egymás mellett elhelyezett három keletnémet gyártmányú dízelaggregátor (közülük az egyik tartalék) átvette a fogyasztók áramellátását a külső elektromos hálózati betáplálás megszűnésekor (A szerző felvétele)



1. TÁBLÁZAT. A wollenbergi 301-es BARSz állomás kapcsoló-kijelző szekrényeinek funkciói
(A szerző szerkesztése)

Bal oldali fal				
hőmérséklet-, páratartalom-, harmatpont-szabályozás	védőajtók, gázzáró ajtók, búvónyílás-fedelekek	vízellátó-vízűtő rendszer, használtvíz-elvezetés	vízellátó-vízűtő rendszer, használtvíz-elvezetés	ABV-védelem, külső környezeti szenzorok
Irányítópult mögötti fal				
szellőztető-, levegőellátó rendszer, klímagépészet	szűrők, ventilátorok	dízelaggregátorok égéslevegő-ellátása, klímagépészet	műszaki hibajelzések, tűzszakaszok	hálózati és szükséghelyzeti energiaellátás, akkumulátorok, energiafogyasztás
Jobb oldali fal				
üzemanyag-tartályok, üzemanyag-ellátás, -töltés	generátorok szinkronizálása	1. sz. dízelaggregátor	2. sz. dízelaggregátor	3. sz. dízelaggregátor
Irányítópult előtti fal				
tűzjelző, tűzoltó rendszer				

vezérléséhez, a 60 V-os akkumulátorokat a védő- és gázzáró ajtók, elzáró szelepek, valamint a vízellátó gépszet működtetéséhez, a 220 V-os telepet pedig a vészvilágításhoz alkalmazták. Ez utóbbi üzemideje legfeljebb 6 óra lehetett. A savas légkört és az akkumulátortöltés során felszabaduló hidrogéngázt intenzív szellőztetéssel, óránként legalább 2-3 légcserével távolították el a helyiségből a korábban már említett elszívó ventilátorokkal. A levegő 3%-ot meghaladó hidrogénkoncentrációja rendkívül robbanásveszélyes elegyet alkot, ami különösen III. üzemmódban, azaz teljes elzárkózáskor lehetett volna kritikus. Ezt elkerülendő, az akkumulátortér mennyezetére PDM típusú hidrogénegető berendezést szereltek, benne katalizátorként működő platina vagy palládium nemesfém betéttel.

A létesítmény gépészetének, védelmi és műszaki rendszereinek irányítástechnikája a hálókörlet melletti diszpécserhelyiségben összpontosult. A vezérlőben az épületszerkezet és környezetének minden fontos paraméterét figyelemmel kísérték, kontrollálták a nap 24 órájában. A szolgálatban lévő ügyeletes diszpécser az üzemeltetés teljes folyamatát felügyelte, elvégezte a szükséges rendszerellenőrzéseket, és ha kellett, elrendelte a javításokat. (10. ábra)

A központi pult körül „U” alakban elhelyezkedő kapcsoló-kijelző szekrények minden szükséges információt

megjelenítettek az adott rendszerek állapotáról. (1. táblázat)

ÖSSZEGZÉS

A wollenbergi 301-es troposzféra-híradóközpontban – a teljes BARSz hálózattal együtt – 1987. december 1-től kezdődött a próbaüzem, majd 1990. május 7-től a teljes értékű használatba vétel, szolgálatba állás. A próbaüzem

során a troposzférikus összeköttetések létrehozását a tervezetteknek megfelelően végezték, ami a gyakorlatban átlagosan kb. 100 órát jelentett havonta, 4-5 egymást követő napon. Az állomás, mindössze három hónapig tartó folyamatos üzemet követően, 1990. augusztus 14-én 18:00-kor hivatalosan is befejezte a működését. Az NDK megszűnése után az objektumot 1990. őszén átadták a Bundeswehrnek. [2] Érdekes adalék, hogy a bázison dolgozó szovjet szaktanácsadó megbízatása 1990. szeptember 13-ig tartott.

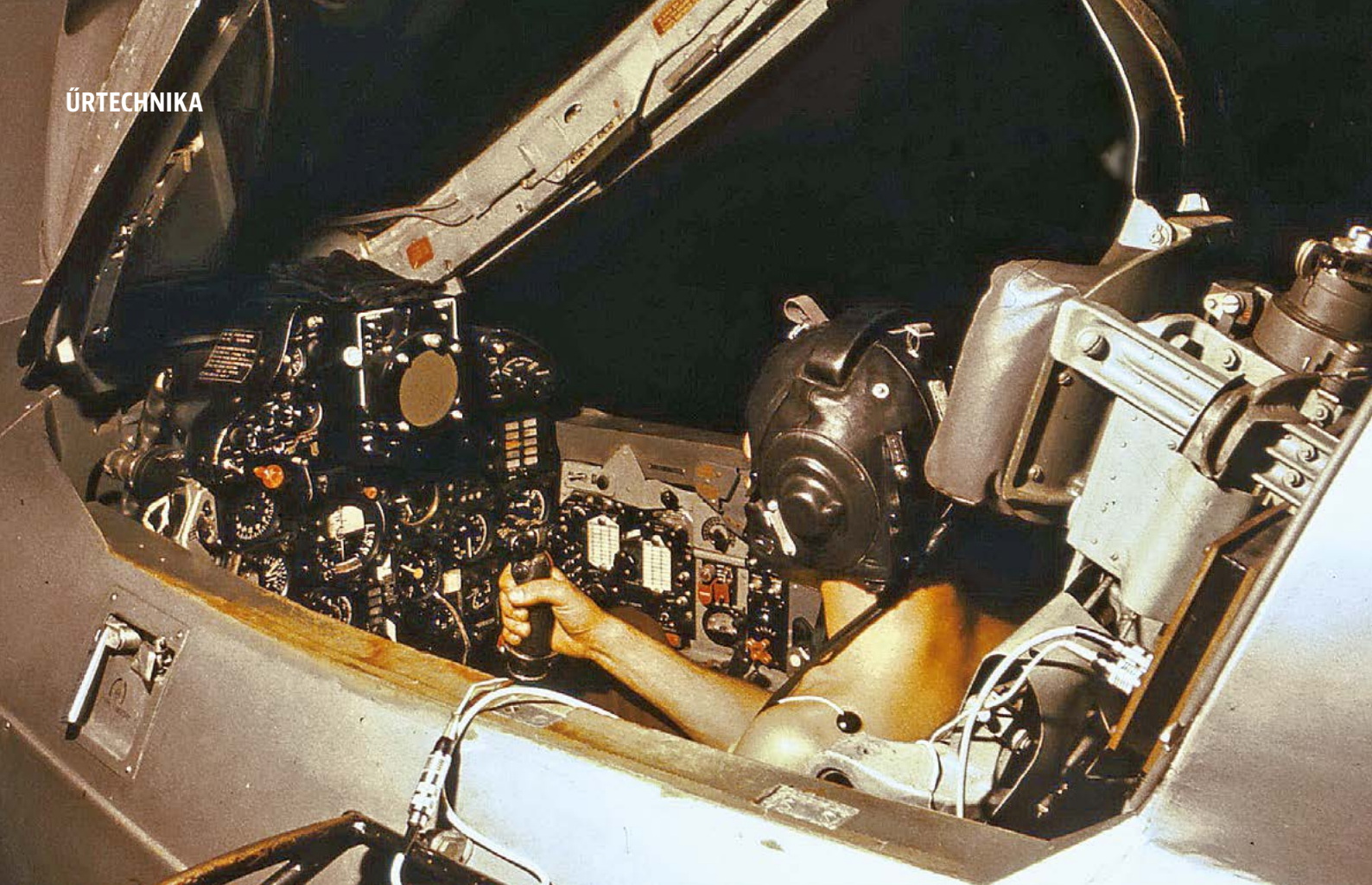
Szerencsére az 1980-as évek végén bekövetkezett világpolitikai fejleményeknek köszönhetően sem a híradórendszernek, sem a létesítménynek nem kellett éles katonai konfliktusban bizonyítania. Az egykori 301-es troposzféra-állomás jelenleg múzeumként látogatható, köszönhetően lelkes és elhivatott emberek szakértelmének, fáradhatatlan munkájának. Szerrepe békés, feladata a hidegháború egy kis fejezetének bemutatása az érdeklődők számára egy olyan korszak mementójaként, amelyet a jövő generációi csak a történelemkönyvekből ismerhetnek meg. ■



10. ÁBRA. A wollenbergi 301-es BARSz állomás védett létesítményének diszpécserközpontja az irányítópulttal, ahonnan a kétszintes bunker működését felügyelték, vezérelték (A szerző felvétele)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Кукк, Калью Иванович: Из истории становления отечественной военной радиорелейной и тропосферной связи, „Электросвязь: история и современность”. Москва, 2008, № 1. https://www.computer-museum.ru/connect/radio_rele.htm (Letöltve: 2025.02.28.)
- [2] Kampe, Joachim: Das Troposphären-Nachrichtensystem „BARS” und die Bunkeranlage Wollenberg. Verlag Dr. Erwin Meissler, Hoppegarten bei Berlin, 2013.
- [3] Wenzel, Götz Thomas: Atomic Bunker Eichenthal. Christoph Links Verlag, Berlin, 2012.
- [4] Bergner, Paul: Befehl „Filigran”. Basdorf, 2008.
- [5] Best, Stefan: Geheime Bunkeranlagen der DDR. Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2004.
- [6] Braun: Standortplanung, Raumauswahl, konstruktive und funktionelle Forderungen für Schutzräume. Institut für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen, Leipzig, 1981.



1. ÁBRA. MiG-21-es repülőgép-szimulátorban végzett vizsgálat. Az EKG készítéséhez és a vérnyomásméréshez szükséges vezetékeket a fülkéből vezették ki (A szerző felvétele)

REMES PÉTER*

A KTD REPÜLŐ- ÉS ŰRORVOSI JELENTŐSÉGE

II. RÉSZ

A hordozható komplex diagnosztikai készüléket (KTD) a Medicor Művek mérnökei a Repülőorvosi Vizsgáló és Kutatóintézet (ROVKI) tudományos munkatársaival közösen fejlesztették ki. A cikksorozat első része a KTD-műszercsalád kifejlesztésének repülő- és űrorvosi vonatkozásait, valamint a katonai jelentőségét foglalta össze. A második rész a repülés és űrrepülés rendkívüli eseményeinek és katasztrófáinak felidézésével ismerteti a pszichofiziológiai vizsgálatokra is alkalmas KTD készülékeket.

AZOK A BIZONYOS PARANCSS- ÉS ELLENŐRZŐ STRUKTÚRÁK

A „parancs- és ellenőrző struktúrák” fogalma akkoriban az űrpszichológiai kutatások során merült fel. Kiderült,

hogy a rendszer megbízható működése szempontjából nem mindegy, hogy milyen parancsokat kap az űrhajós, és az sem, hogy milyen földi ellenőrzések alá kell vetnie magát. [1] Walter Schirra ellenszegülése kapcsán megkerülhetetlen volt a kérdés: megfelelő volt-e a kiválogatás, a felkészítés és a repülés alatti lelkigondozás? A repülés parancs- és ellenőrző struktúrája jól volt-e felépítve, és vajon nem a földi irányítás zavarta-e bele a parancsnokot a számára megoldhatatlan helyzetbe? Mivel máskor is adódott konfliktushelyzet a repülőszemélyzet és a földi parancsnokság között, igény merült fel annak tisztázására, hogy az űrszemélyzet mikor fogadja el és milyen esetekben utasítja vissza a repülésirányítás főlérendeltségét. Eleinte még az sem

volt ismeretes, hogy milyen hosszú ideig tartható fenn az űrhajó alárendeltségi viszonya.

Később, a többszemélyes repüléseknél pedig azt kutattuk, hogy fenntartható-e a személyzet tagjai között a hosszú idejű izoláció során is a kijelölt parancs- és ellenőrzési struktúra. Kérdés volt, hogy zárt kiscsoportos rendszerben a parancsnok mikor válik alkalmatlanná feladata ellátására. Akkoriban még nem volt ismeretes, hogy mi történik az eltérő helyzetmegítélésekből adódó konfliktusok esetén. Számos speciális probléma vetődött fel a hosszú idejű űrrepüléseken a hatalom, a tekintély és a különféle engedélyezési hatóságok eltérő véleményalkotása szemszögéből is. Az űrkonfliktusok súlyosak voltak, olykor tettelegességig fajultak.

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

A SZEMÉLYI HIBÁK

Ezen túlmenően egyes fogalmak is új megvilágításba kerültek. Az úgynevezett „repülésemények” – amelyek lehetnek veszélyes helyzet, következménnyel járó esemény, baleset és katasztrófa – a repülésbiztonság tudományának fogalmai, olyan, időben lezajló egyre súlyosabb kedvezőtlen folyamatok, melyeknek okát minden esetben meg kell állapítani az ismétlődések elkerülése céljából. Ilyen ok lehet például a műszaki meghibásodás vagy a kedvezőtlen meteorológiai helyzet, és sok más is. Amennyiben a pilóta hibás tevékenysége hoz létre ilyen helyzetet, akkor beszélünk az úgynevezett személyi hibáról. Tanulmányoztuk a repüléseményeket és főleg a katasztrófákat, ami alapján felhívtuk a figyelmet a szellemi munkavégző képesség meghatározásának fontosságára, mert az információfeldolgozás mérése, illetve a repülőalkalmasság elbírálásában való felhasználása elősegíti a balesetveszélyes helyzetek megelőzését. [2] [3] [4] Nos, kiderült, hogy ezekért általában nem a pilóta a felelős, nem őt kell felelősségre vonni, hanem a rendszert kell megváltoztatni. Másképpen fogalmazva, a hajózó nem kielégítő ténykedésének okát a – nem megfelelő – parancs- és ellenőrző struktúrában kell keresni. Az űrrepülésekre tervezett parancs- és ellenőrző struktúrák megbízhatóságának tanulmányozása nem alaptalanul került a megoldandó feladatok középpontjába. Adatokra volt szükségünk annak tisztázására, hogy mikor fogadja el, és milyen esetekben utasítja vissza az űrszemélyzet a földi parancsnokság fölérendeltségét.

Más problémák is adódtak, amelyek valamilyen formában kapcsolatban voltak az operátori megbízhatósággal. Vagy azért, mert a pilóta elkövette ezt a bizonyos személyi hibát, vagy az űrbetegség miatt vált munkaképtelenné, esetleg a bonyolult repülési helyzetbe kerülés és a halálfélelem bénította meg, de volt olyan rendkívüli eset is, amikor az űreszköz rossz konstrukciója és műszaki meghibásodása miatt került a hajózó az emberi teljesítőképesség határára. [5] [6] Ennek illusztrálására az 1960-as években előfordult rendkívüli eseményekből idézünk fel néhányat.

1961-ben Virgil Grissom tengerre történő leszállása után hibázott, és a rossz konstrukciójú űrhajó, illetve szkafander miatt csaknem a tengerbe fulladt. Edzett és felkészült berepülőpilóta léte halálfélelmet élt át, és nem tudott a helyzetre megfelelően reagálni. Érthetetlen volt, hogy a feladatra célszerűen kiválogatott és kiképzett szakember miért tévesztett és miért vált cselekvőképtelenné. [7]

Nem sokkal ezután, German Tyitov űrrepülésén (1961) találkoztunk először a mozgásbetegség űrformájának problematikájával. Kérdéssé vált, vajon képes-e az ember munkaképességét megőrizni hosszú idejű űrutazás alatt. (Akkoriban ez mindössze 24 órás súlytalanságot jelentett). Éles viták zajlottak arról, hogy vajon megbízható-e egy űrbeteg hajózó.

Következett John Glenn repülése (1961), aki félve jelentette, hogy azonosítatlan fénylő-csillgó kristályokat lát az űrhajó körül, amikről csak később állapították meg, hogy azok az űrhajóról leváló jégkristályok voltak, és a jelenség nem a súlytalansági illúzió egyik válfaja volt. Félelme mindenesetre érthető volt, mert egy hibás műszerjelzés miatt úgy tudták, hogy leszálláskor a hővédő pajzs le fog válni, és az űrhajós el fog égni. Végül a hőpajzs kibírta, de a leszállás a vártnál 64 km-rel távolabb történt, ami a kimentést nehezítette, és felhívta a figyelmet a halálfélelem leküzdésének nehézségeire, illetve az életmentő felszerelések fontosságára. [8]

Scott Carpenter repülése (1962) a kiválogatás fontosságára mutatott rá, mert az adott repülés meghaladta a pilóta teljesítőképességének határát: olyan sok hibát követett el, hogy később el kellett távolítani az űrhajósok sorából. A megengedettnél ugyanis több üzemanyagot használt fel, kérdésessé vált, hogy vissza tudja-e hozni. Rossz szögbe állította a kabint a fékezéshez, késve indította be a fékezőrakétákat, emiatt végül több mint 400 kilométerrel túlrpült a kijelölt leszállási ponton. Jeladóját nem működtette, a kutató-mentő szolgálat csak nagy nehézségek árán emelte ki a leszállóegységet a tengerből. [9]

Az Adrijan Nyikolajev és a Pavel Popovics vezette két űrhajó egyidejű repülését (1962) az életfenntartó rendszerek kapacitásának kimerülése miatt kellett megszakítani. Az akkori-ban hosszúnak számító űrrepüléseken a Vosztok-3 esetében a 65., a Vosztok-4 esetében a 48. földköri keringés után az űrhajók hőmérséklete a kritikus 10 °C alá esett, emiatt az űrhajósokat menteni kellett.

Walter Schirra (1962) űrruhája rögtön az első keringési körben olyan mértékben melegedett, hogy a földi űr-orvosi szolgálat a repülés megszakítását fontolgatta, amire végül is nem került sor, mert a műszaki probléma a második körben megoldódott. Az űrhajósnak a földfelszínt egy periszkópon keresztül kellett megfigyelnie, azonban a nappali féltke fölött a nap belesütött az eszközbe, és amikor

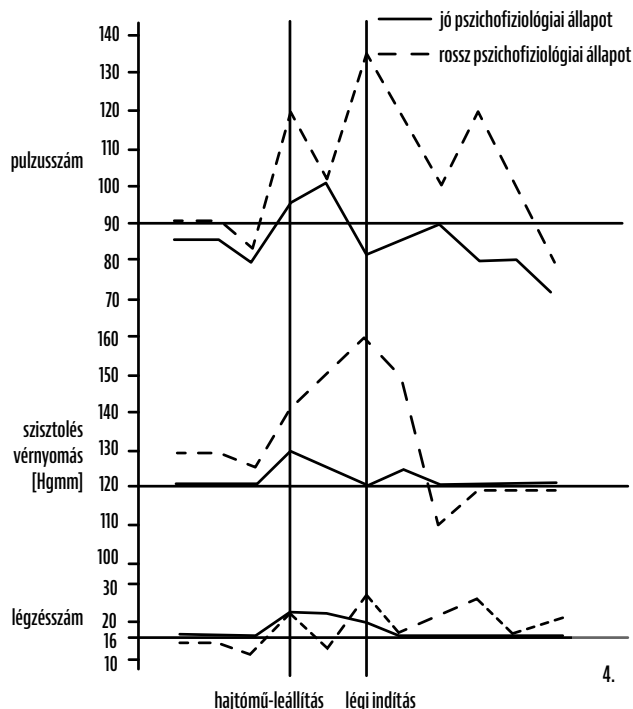
2. ÁBRA.
Magyarországon
összesen 74 db
MiG-21-es
vadászrepülőgép
zuhant le
(A szerző archívumából)





3. ÁBRA. A ROVKI Repülő Gyakorló Állomás MiG-21-es (TL-8 típusú) repülőgép-szimulátorán KTD-1 készülékkel repülés közben mérték a pilóták vérnyomását és pulzusszámát (A szerző felvétele)

4. ÁBRA. A pulzus, a vérnyomás és a légzés változása hajtóműleállítás és légi indítás idején. A hajózó rossz pszichofiziológiai kondícióban lényegesen kedvezőtlenebb mutatókkal teljesíti a feladatát, pulzusszáma magas, 120-130/perc értékeket vesz fel. Vérnyomása extrém magasba szökik, eléri a 160 Hgmm-t is. Átmeneti hyperventilációja (szapora légzése) is meghaladja a 20/perc értéket (A szerző szerkesztése)



Schirra gyanútlanul belenézett, kis híján megvakult. A negyedik keringés idején az űruha hűtőrendszeréből származó víz kezdett összegyűlni W. Schirra sisakjában, amit el kellett viselnie, mert nem kockáztathatták a sisakrostély kinyitásával az űruha hőszabályozásának ismételt felborulását. [10]

Valentyina Tyereskova (1963) repülése ismét a kiválogatás fontosságára hívta fel a figyelmet. A mozgásbetegség űrformája miatt elvesztette munkaképességét, így sem az orbitális pályán, sem a leszállás körzetében nem bizonyult lélektanilag alkalmasnak. A betervezett kísérleteket nem végezte el, illetve valótlan jelentéseket tett a repülésirányításnak. A repülés alatt a vele azonos időben, géppárban repülő Valerij Bikovszkijnek rádióon kellett „tartani benne a lelket”. Még a leszállás körzetében is megszegett minden létező előírást.

A Gemini-9 fedélzetén (1966) Eugene Cernan és Tom Stafford is rendkívüli helyzetbe került. Cernan űrsétáját a tervezettnél korábban meg kellett szakítani, mert az asztronauta kimerült, az űruha hőháztartása felborult, sisakja bepárasodott, így nem látott. Elvesztette a reményét, hogy vakon valaha is visszataláljon az űrhajóba. Halálfélelmében odáig jutott, hogy már lemondott a földre való visszatérésről. Csak nagy nehézségek

árán sikerült társa segítségével mégis bemásznia az űrhajóba. [11]

A Gemini-11 űrhajóban (1966) Charles Conrad és Richard Gordon repülése is legalább annyi új problémát vetett fel, mint amennyit megoldott. Gordon az űrséta során a teljes kimerülésig hajszolta magát, pulzusa 162-re nőtt, légzésszáma elérte a 40-et. Űrsétája alatt időnként több mint 730 W teljesítményt fejtett ki, miközben az emberi teljesítőképesség tartósan csak 350 W-ra tehető. A Gordon által fejlesztett hőmennyiség nagyobb volt, mint amennyire a légkondicionáló rendszer kapacitását tervezték. Az életfenntartó rendszer hibája miatt a szkafander túlmelegedett, az űrhajós munkakörülményei kibíratatlanná váltak. Az erős verejtékezés miatt a sisakja neki is bepárasodott, nem látott, emiatt az űrsétáját meg kellett szakítani. Az eset elemzésekor az derült ki, hogy bár az űrsétára nem kellően felkészített űrhajós a súlytalanságban kapálózott, rengeteg felesleges, összehangolatlan mozdulatot végzett, ami a teljes kimerülését okozta, a vészhelyzetet mégis képes volt túlélni. [12]

A SZEMÉLYI TÉNYEZŐ

A személyi hibák mellett az űrrepülésen tanúsított rendkívüli helytállás példái is felhívták a figyelmet a személyi tényező szerepére. Például

Gordon Cooper repülésén (1963) újra az életfenntartó rendszer hibásodott meg. A kabinban a párákicsapódás rövidzárlatot okozott, ami a „veszélyesen alacsony magasság” jelzést aktiválta. Mivel a kabin légkörének nedvességtartalma az automatikus leszállórendszerben is rövidzárlatot okozhatott volna, a repülést megszakították, és utasították a kézi irányítórendszer segítségével vészleszállás végrehajtására. Cooper képes volt úrrá lenni a nehézségeken, kiválasztása és felkészítése sikeresnek bizonyult. Pánikreakció nélkül őrizte meg munkaképességét és tudta hidegvérrel teljesíteni küldetését. [13]

A Voszod-2 repülése (1965) során pedig csak a gyakorlatban derült ki, hogy az űrséta a vártnál nagyobb, extrém mértékben veszi igénybe az űrhajós fizikai képességeit, Alekszej Leonov mégis meg tudta oldani (a világon elsőként) ezt a feladatot. Emellett az űruha konstrukciós hibája következtében szkafandere túlnyomáson deformálódott, keze például kicsúszott a kesztyűből, nem tudott semmit megfogni, nem tudta a begyakorolt módon, a köldökzsinóron visszavoncsolni magát a zsiliphez. Amikor ez mégis sikerült, deformált szkafanderével nem fért be a zsilipbe. Ebben a vészhelyzetben képes volt (az előírásokat megszegve) olyan döntés

meghozatalára, amely az egyedüli helyes megoldás volt életben maradásáért. Vállalva a hypoxia (azaz oxigénhiány) kockázatát, az űrruhája túlnyomását kellett kritikus mértékben csökkentenie az űrhajóba történő bejutáshoz. A repülés további szakaszain is szükség volt a Voszhod-űrhajósok nem mindennapi adottságaira. A meghibásodások miatt Leonov és Pavel Beljajev lakatlan területen hajtottak végre kényszerleszállást, extrém hidegben, hóban-fagyban éjszakáztak, a kimenésükre csak másnap nyílt lehetőség. Sorozatos megpróbáltatásaik ilyenképpen nemcsak a kiválogatás, hanem a túlélőgyakorlatok fontosságára, valamint az extrém környezeti feltételek között dolgozó ember munkaképességének megismerésére is felhívták a figyelmet.

Ezekben az években nemcsak az űrrepülés, hanem a légköri repülés is sok rendkívüli eseménnyel járt együtt. Például a MiG-21-es repülőgéptípusból Magyarországon összesen 74 db gép zuhant le. A 83 pilótából 51 fő sikeresen katapultált vagy hagyta el élve a gépet, és 32 fő szenvedett repülőhalált. (2. ábra) A NATO még rosszabb statisztikával rendelkezett. A Luftwaffe 1960-tól kezdve összesen 915 darab F-104F, F-104G, TF-104G és F/RF-104G Starfightert rendszeresített. Már kezdettől fogva nagyon sok repülőgép szenvedett balesetet vagy katasztrófát. A legrosszabb évük 1965 volt, akkor 28 Starfightert veszítettek, ami több mint havi 2 gépes átlagot jelentett. Ez a háborús veszteségnek is beillő statisztika miatt a típus megkapta a „repülőkopor-só” és „özvegycsináló” beceneveket. Az 1960-as években a 100 000 repült órára jutó veszteség 139 darab volt. A Starfighterek teljes németországi pályafutása során a gépek har-mada semmisült meg, összesen 270 darab repülőgép. Míg a kanadai légierő egynegyedét veszítette el 200 darab CF-104-esének, addig a norvégok 56 000 repült óra alatt „csak” 6 gépet voltak kénytelenek a veszteséglistára tenni. [14] A rendkívüli események ki-

vizsgálásakor kiderült, hogy a legtöbb problémát a hajtómű, illetőleg a pilóta oxigénellátását biztosító rendszer műszaki meghibásodásai mellett a pilóták személyi hibái okozták.

A fegyverkezési verseny sorozatos rendkívüli eseményei és katasztrófái világszerte megoldást sürgettek. Vizsgálatok kezdődtek a hajózókra háruló pszichofiziológiai megterhelések megismerése céljából. Terheléses vizsgálatok kezdődtek az extrém környezeti feltételek között dolgozó ember munkaképességének meghatározása érdekében. Ehhez pedig komplex orvosi műszerezettségre volt igény, amit a MEDICOR idejekorán ismert fel. Magyarországon például a ROVKI Repülő Gyakorló Állomás MiG-21-es (TL-8 típusú) repülőgép-szimulátorán foglalkozás-specifikus repülő- és űrorvosi kutatásokat vezettünk be, amelyhez eredményesen alkalmaztuk a szóban forgó KTD-1 nevű komplex táskadiagnosztikai készüléket. (1–3. ábra) A pilóták szimulátoros kiképzése során polifiziográffal vizsgáltuk és minősítettük a repülőgép-vezetők aktuális pszichofiziológiai állapotát. [15] Repülés közben határoztuk meg a hajózók élettani állapotát, így a különböző balesetes helyzetek szimulálásakor adatokat tudtunk nyerni a repülőgép-vezetők vészhelyzeti reakcióiról. (4. ábra) Az információfeldolgozó képesség meghatározásával és a pszichofiziológiai rezervek felmérésével meg tudtuk ítélni, hogy egy adott repülési feladat meghaladja-e a pilóta teljesítőképességének határait, vagy sem. [16]

SZEMLELETVÁLTÁS

A légköri- és az űrrepülő-hajózó egészségügyi alkalmasságának elbírálásában az 1970-es években szemléletváltás következett be. [17] Szükségessé vált új funkcionális diagnosztikai és sokoldalú pszichofiziológiai vizsgálómódszerek bevezetése, melyek nemcsak a hajózók vizsgálatánál, hanem a jelöltek kiválasztásánál is hasznosnak bizonyultak. (5. ábra) A pilóták funkcionális tartalékainak felmérése lehetőséget adott a kifáradás korai felismerésére és a baleseteket megelőző rendszabályok foganatosítására (pihentetés, kondicionáló sportkiképzés, gyógyszerelés). Bár ez a szemlélet nem küszöbölte ki a repülőeseményeket és repülőkatasztrófákat, mégis jelentősen hozzájárult a repülésbiztonság fokozásához, és egyidejűleg a pilóta repülőtevékenységének meghosszabbodását is eredményezte. A szemléletváltás már tükröződött a KTD-2 fejlesztésében is.

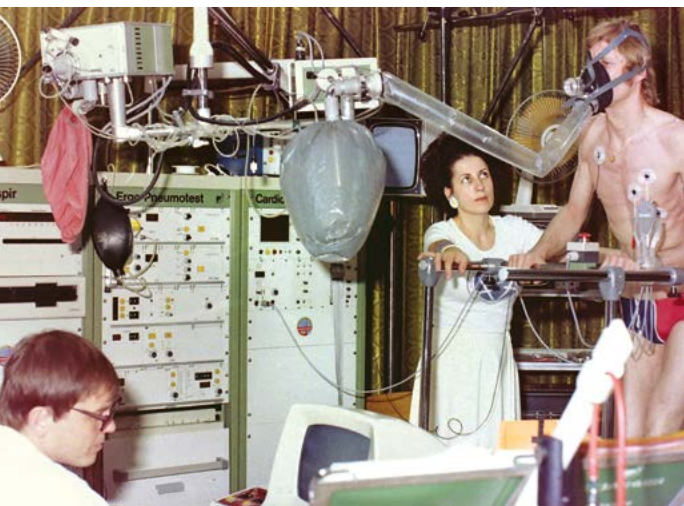
ÚJABB MEDICOR-SZERZŐDÉS

Időközben a Medicorban elkészült a KTD-2 táskadiagnosztikai készülék. Az élettani mutatók (pulzusszám, EEG alfa-hullám, galvanikus bőrellenállás, GBR) visszacsatolása és az ezen alapuló relaxációs gyakorlatok terén felgyülemlett tapasztalataink alapján 1976 májusában újabb megállapodást kötöttünk a Medicorral a KTD-2 biofeedback¹ táska és a KTD-1 további alkalmazása céljából. [18] A VSZ kutatási témakatalógusába felvetettük a „Repülőalkalmasság objektívebb megítélését célzó műszerek és mód-



5. ÁBRA. A műszeres pszichofiziológiai vizsgálatok bevezetése már a szemléletváltást jelezte (A szerző felvétele)

¹ A biofeedback (biológiai visszacsatolás) készülékek feladata az, hogy a biológiai funkciókat – pl. a szívdobogás, izzadás, légzés, EEG, bőrhőmérséklet, izomfeszülés, amelyek természetes körülmények között gyakran nem, vagy csak nehezen megfigyelhetők – érzékelhetővé, mérhetővé tegyék. Ezen paraméterek tudatos változtatása révén a páciens megtanulhatja saját állapotát módosítását, ezáltal javítását.



6. ÁBRA.
A sokparaméteres
mérőrendszer egy
példája az úgynevezett
spiro-cardio-
ergometriai (a légző- és
szív-érrendszeri
terheléses)
vizsgálatokra szolgáló
mérőállomás
a ROVKI-ban
(A szerző archívumából)

szerek kutatása” című témát és elvállaltuk ennek nemzetközi koordinálását. Örömmel konstatáltuk, hogy az elmúlt évben tett javaslatunk eredményeképpen a KTD–2 pszichofiziológiai táskát elkészült, és próbahasználatra már át is vettük. Vizsgálni kezdtük a készülék alkalmazhatóságát a biofeedback-metodika használata során. Tisztázni szándékoztuk az autogén tréning szerepét a szubmaximális kerékpár-ergometria, disztributív (megosztott) figyelemvizsgálat és a szuperszonikus repülőgép-szimulátoros repülések kapcsán. A szerződésben a korábbi javaslatunk alapján kidolgozandó információfeldolgozó képesség (IFK) mérésére alkalmas mé-

rőcsatorna megvalósítása is szerepelt, bár ekkor még nem volt tisztázott, hogy az IFK mérésére szolgáló eszközt külön műszerként, vagy a KTD-család részeként fogják létrehozni.

Elektromiográfiás (EMG) kutatásokra vonatkozó elképzeléseket is tartalmazott a szerződés. Az EMG méri az izmok elektromos aktivitását, és képes azonosítani az idegi és izomrendszeri rendellenességeket. Hasznos információkkal szolgál például a gerincgyököket is érintő betegségekből, az idegek és izmok betegségeiből, illetve egyes központi idegrendszeri betegségekből, mint amilyenek a mozgató neuron betegségei. Felhasználható a pszichés feszültség vizsgálatánál és az autogén tréningnél is. Az autogén tréning (AT) egy olyan gyakorlat, mely belső koncentrációval, önmagunkra irányuló passzív figyelemmel hajtható végre, amely során az ellazultság testi és lelki értelemben is létrejön. Ilyenkor csökken a vérnyomás, lassul a légzés és a pulzus, ellazul az izomzat, illetve csökken (kezelhetővé válik) a mindennapi élet okozta stressz. Az autogén tréning a relaxációs terápiák közé tartozik.

A szuperszonikus repülőgép-szimulátoron végrehajtott repülések során különféle mérési helyeken felhelyezett elektródákkal elvezetett EMG potenciálok alapján kívántuk megha-

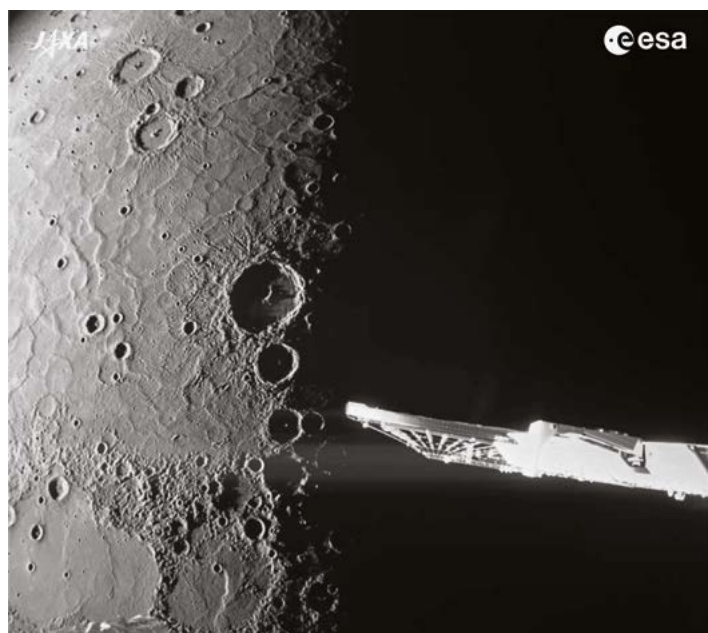
tározni a pszichés feszültséget leginkább jellemző mérési módokat. És ha már a ROVKI-ban volt az EMG-készülék, akkor miográfiás autogén tréningeket is végeztünk. Ezeknek az volt a célja, hogy a KTD-rendszerben javaslatot telessünk egy miográfiás mérőegység kialakítására.

A szerződés 5. pontja volt a legnagyobb falat, amelyben egy sokparaméteres mérőrendszer kidolgozásáról volt szó. (6. ábra) A repülőorvosi gyakorlatban szükségesnek tartott specifikáció tartalmazta a mérendő paraméterek felsorolását, a normál gyakorlattól eltérő sajátos követelményeket, a gyakorlat számára legmegfelelőbb érzékelők és mérőátalakítók kiválasztását és a testen való elhelyezését, a vizsgálatok folyamat-leírását és a kívánt jegyzőkönyvek formáját is. Ez a munka nagyon bonyolult volt, és nagyon sok időt töltöttünk vele. Végül a szerződés alapján elkezdtük a tömeges szűrővizsgálati rendszerek gépi anamnézis- és adatfelvételének kidolgozását is. A sokparaméteres repülőorvosi mérőrendszer kidolgozásához először is tisztáznunk kellett a speciális repülőorvosi funkcionális diagnosztika (SFDg) és a látens funkcionális károsodás (LFK – rejtett működésbeli elégtelenség) legfontosabb összefüggéseit.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Remes Péter: Orvosi kontroll. A katonai repülés követelményei. 9. rész. Aranyas 2017. június, 56–60.
- [2] Szántó F. – Szántóné Kalász I.: Személyi tényezők szerepe a repülőesemények létrejöttében a magyar légierőnél. Repülőorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1968.06.24, 1.
- [3] Ремеш, П. et al.: Роль личного фактора в безопасности полетов. Доклады Научного Рабочего Совещания по Авиационной Медицине Стран Варшавского Договора. София. Repülőorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1986.09.15.
- [4] Bognár L. et al.: Pszichológiai kutatások az űrhajósok operátori megbízhatóságának fokozására. MTA Interkozmosz Tanács Tudományos ülése. Magyar Űrkutatás 1981–1985. Budapest, 1986, 221–226.
- [5] Hideg J. et al.: Wydolność psychiczna i psychofizjologiczne rezerwy operatora. Medycyna Lotnicza. Poznan-Warszawa, 1986, 1–14.
- [6] Пономарёва И. П. et al.: Опыт использования прибора „БАЛАТОН” (ВНР) для изучения психической работоспособности человека-оператора в космических полётах и модельных экспериментах. XIX. Совещания Постоянно Действующей Рабочей Группы Социалистических Стран по Космической Биологии и Медицине Программы „Интеркосмос”. Материалы симпозиума. Гаванна, 1986, 103.
- [7] Swenson, Loyd S. Jr. et al.: This New Ocean: Liberty Bell Tolls. NASA. <http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4201/ch11-8.htm> (Letöltve: 2025.05.04.)
- [8] Uri, J.: 60 Years Ago: John Glenn, the First American to Orbit the Earth aboard Friendship 7. <https://www.nasa.gov/history/60-years-ago-john-glenn-the-first-american-to-orbit-the-earth-aboard-friendship-7/> (Letöltve: 2025.05.04.)
- [9] Flight of the Aurora: Remembering the Mission of Scott Carpenter. <https://www.americaspace.com/2015/05/24/flight-of-the-aurora-remembering-the-mission-of-scott-carpenter-part-2/> (Letöltve: 2025.05.04.)
- [10] Hodge, John D. et al.: Results of the third U.S. manned orbital space flight, October 3, 1962. <https://web.archive.org/web/20171225233221/https://history.nasa.gov/SP-12/ch.2.htm>. (Letöltve: 2025.05.04.)
- [11] An Angry Alligator <https://web.archive.org/web/20190202141333/https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4203/ch14-6.htm> (Letöltve: 2025.05.04.)
- [12] A High Ride <https://web.archive.org/web/20190714132628/https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4203/ch15-3.htm> (Letöltve: 2025.05.04.)
- [13] Faith 7 for 22 Orbits <https://web.archive.org/web/20150720075646/http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4201/ch14-6.htm> (Letöltve: 2025.05.04.)
- [14] Remes Péter: A honvéderorvosok szerepe a repülő- és űrorvosi kutatásokban I. rész. Honvéderorvos, 2015/3–4, 77.
- [15] Remes P. – Hideg J.: Pszichofiziológiai vizsgálatok vadászpilóták szimulátor repülése során. Honvéderorvos, 1988/2, 115–124.
- [16] Remes P.: Orvosok a repülés biztonságáért. Honvédségi Szemle, 1987/7, 24–27. Kézirata fényképekkel és táblázatokkal: A repülőgépvezetők egészségi alkalmasságának elbírálási módszerei. 1987, 1–37. Repülőorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1987.07.28.
- [17] Hideg J. et al.: Szemléletváltás a repülőalkalmasság elbírálásában. Honvéderorvos, 1979, 267–276.
- [18] Kutatási és kísérleti munkák az 1976–77. években a KTD készülékrendszer repülőorvosi alkalmazásának kiszélesítésére és új vizsgálati módszerek kialakítására. Medicor–ROVKI Együttműködési szerződés. 1976. Repülőorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976.05.21.



SZALAI SÁNDOR* – NAGY JÁNOS**

A BEPICOLOMBO ŰRPROGRAM MAGYAR RÉSZVÉTELLEL

Összefoglalás: A BepiColombo-misszió a Merkúr körüli pályára állított második űrszonda küldetése lesz. A Merkúr a belső Naprendszer legkevésbé feltárt bolygója. Az európai és japán kutatók, illetve mérnökök által készített két szonda műszerei által bővülnek majd a Naprendszer fejlődésével és a bolygók keletkezésével kapcsolatos ismereteink. A PICAM-kísérlethez nagy megbízhatóságú, az űrbeli körülményekre minősített tápegységet fejlesztettünk. A magyar kutatók mindkét űrszonda műszereinek fejlesztésében részt vettek, így a tudományos mérési adatokhoz elsőként juthatnak hozzá.

Kulcsszavak: Merkúr, BepiColombo, DC-DC átalakító, földi ellenőrző berendezés, SERENA, PICAM, SpaceWire

Abstract: The BepiColombo mission will be flown by the second spacecraft to orbit Mercury. It is the least explored planet in the inner Solar System. The two probes, built by European and Japanese scientists and engineers, will add to our current knowledge about the evolution of the Solar System and the formation of planets. Hungarian researchers have been involved in the development of instruments on both probes, and will be among the first to have access to scientific measurements. For the PICAM experiment, we have developed a highly reliable power supply qualified for space conditions.

Keywords: Mercury, BepiColombo, DC-DC converter, electrical ground support equipment, SERENA, PICAM, SpaceWire

A Merkúr kutatására indított űrszonda 2025. január 8-án hatodik alkalommal haladt el a bolygó mellett, ezúttal 295 km távolságban a bolygó északi pólusa fölött, végrehajtva az utolsó „gravitációs lendítőmanő-

vert”, hogy 2026 végén pályára álljon a bolygó körül. A BepiColombo [1] űrprogram az Európai Űrgyűzőség (European Space Agency – ESA) és a Japán Űrgyűzőség (Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA) kö-

zös projektje. Ez a program 2005-ben indult és a Merkúr kutatására irányult. Többszöri halasztás után a BepiColombo egy Ariane-5 hordozórakétával 2018. október 20-án, magyar idő szerint 3:45-kor startolt a Kourou űrközpontból. A programot dr. Giuseppe „Bepi” Colombo (1920–1984) olasz matematikusról és mérnökről nevezték el, akinek a javaslata alapján korábban a Mariner-10 pályáját a NASA úgy módosította, hogy a Merkúr és a Vénusz bolygók gravitációs terének felhasználásával az űrszonda nemcsak elrepült a Merkúr mellett, hanem még két alkalommal visszatért a Merkúrhoz. A BepiColombo program keretében két tudományos célú űrszondát juttatnak Merkúr körüli pályára. A Merkúrhoz közelebb keringő szondát az ESA fejlesztette, amely elsődlegesen a bolygó felszínét és légkörét kutatja műszereivel (Mercury Planetary Orbiter – MPO). A másik szonda ellipszispályán kering majd a Merkúr körül, és a JAXA készítette (Mercury Magnetospheric Orbiter – MMO).

1. ÁBRA. A képek a BepiColombo rendszer szétválása előtt, 2025. január 8-án készültek az MTM egység 1-es számú megfigyelő kamerájával (M-CAM-1). Ez volt a Merkúr hatodik és egyben utolsó gravitációs pályamódosító megközelítése (787 km) (Forrás: ESA/ BepiColombo/MTM)

* Az MTA doktora, HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, kutatóprofesszor emeritus. ORCID: 0000-0003-3979-084X

** PhD, HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont, témavezető. ORCID: 0009-0004-9491-0888





2. ÁBRA. BepiColombo űrszonda összeszerelés közben. Alul látható az MTM, felette az MPO, legfelül az MMO és jobbra lent a hővédő MOSIF (Fotó: ESA)

A két szonda együtt repül a Merkúrhoz két további egységgel összerakva, amelyeket szintén az ESA készített. (2. és 3. ábra) Az ún. szállítóegységre (Mercury Transfer Module – MTM) van rögzítve az MPO, majd ezután következik a hővédő egység (Magnetospheric Orbiter's Sunshield and Interface Structure – MOSIF). Ebben helyezték el a szétváláshoz szükséges MMO-egység felpörgetését és kilökését végrehajtó elektromechanikai rendszert.

A Merkúr a Naphoz legközelebbi és legkisebb bolygó, a Földhöz hasonló felépítésű. A BepiColombo a tervek szerint egy évig fogja kutatni a Merkúr magját, felszínét, mágneses terét és a bolygót körülvevő igen ritka légkört. A bolygó átlagos sűrűsége $5,427 \text{ g/cm}^3$, Nap körüli keringési ideje 88 nap, átlagos pálya menti sebessége $47,36 \text{ km/s}$, Naptól való közepes távolsága $57,9$ millió km, forgástengelyének ferdesége $2,1^\circ$, tengely körüli forgási ideje $58,65$ nap, felszíni hőmérséklete $-180^\circ\text{C} \div +430^\circ\text{C}$ között változik. A bolygó felszínét számos kráter borítja, vastartalmú magja miatt rendelkezik mágneses mezővel, melynek erőssége a földinek csupán 1% -a.

A BepiColombo küldetése különösen nagy kihívást jelent, mivel a Merkúr pályája nagyon közel van a Naphoz. Emiatt, vagyis a Nap erős fénye

okán is nehéz a bolygót a Földről megfigyelni. Az űrszondának a Merkúr körüli pályára álláshoz sok energiát kell veszítenie.

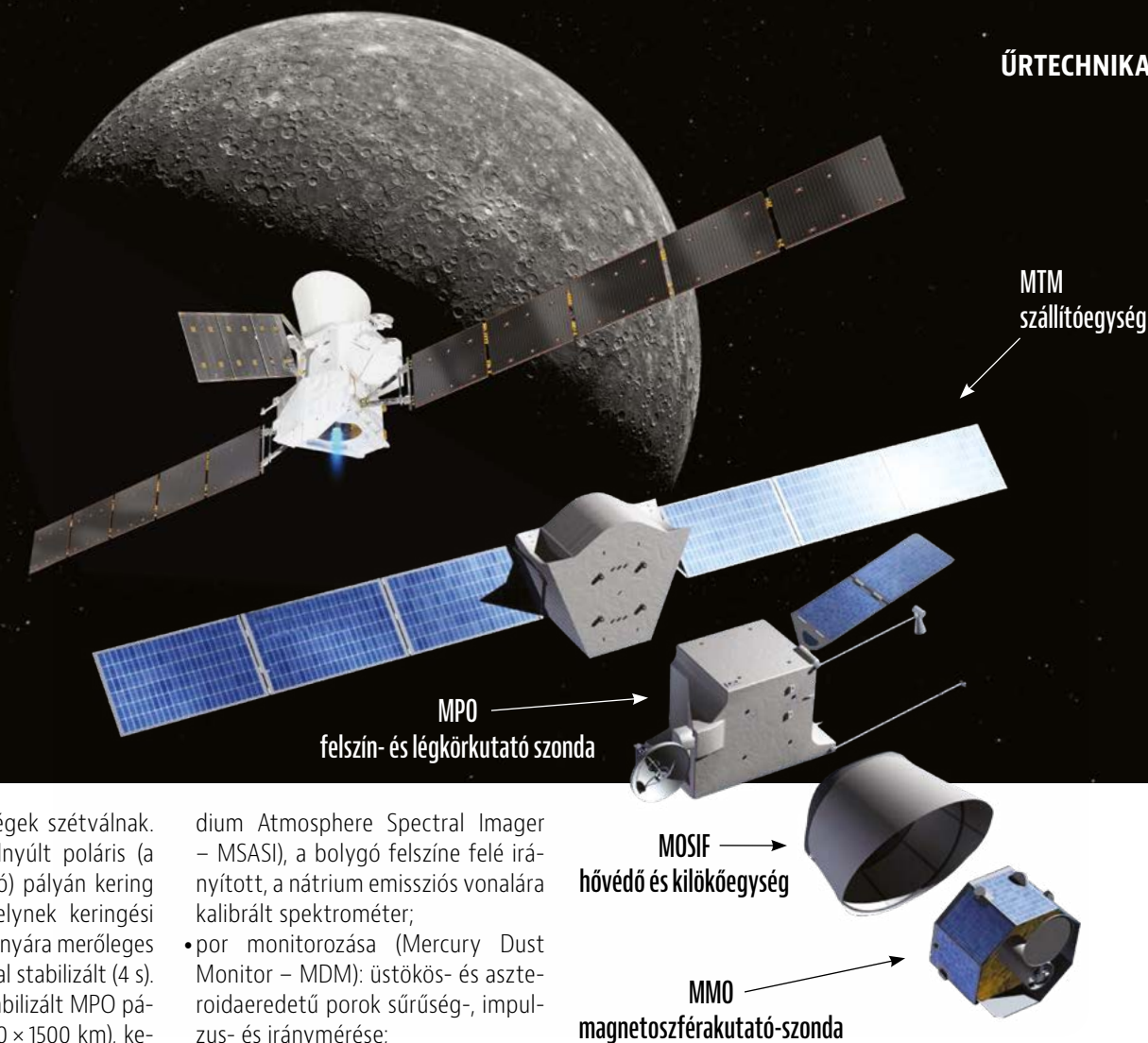
A Merkúrt korábban már két űrszonda is meglátogatta. Először a NASA Mariner-10 űrszondája három alkalommal repült el a bolygó mellett; a harmadik visszatérés volt a legközelebbi a felszínhez (327 km). Majd három évtizeddel később a Messenger volt a következő szonda, amely a légkört vizsgálta, és a bolygó felszínét térképezte. Több mint 200 ezer részletes képet készített a felszínről. Ez a szonda a Merkúrhoz jutásig 15 -ször kerülte meg a Napot. A Messenger hatszor hajtott végre úgynevezett gravitációs hintamanővert – egyszer a Föld, kétszer a Vénusz, háromszor a Merkúr mellett –, míg 2011 . március 18 -án a bolygó körüli, ellipszis alakú pályára állt. Az űrszonda küldetése 2015 -ben ért véget; rengeteg hasznos adatot gyűjtött a bolygó geológiájáról és mágneses mezőjéről.

A Mariner-10 és a Messenger korábbi mérései ellenére több nyitott kérdés maradt, amelyeket csak újabb helyszíni mérésekkel tudnak a kutatók megválaszolni. Alapvető kérdés a Naprendszer kialakulása előtti szoláris felhő összetétele és az, hogy milyen folyamat során alakult ki a bolygórendszerünk. A Naprendszerünk

kialakulásának megértésében segíthet annak tisztázása, hogy miért nagyobb a Merkúr sűrűsége (a Földet leszámítva), mint a többi kőzetbolygó. Milyen arányban szilárd, illetve folyékony a Merkúr magja? Tektonikusan aktív-e a bolygó? Mi a belső mágneses tér eredete? Miért nem észlelhető vas a bolygó exoszférájában? A sarki kráterek állandó árnyékban lévő mélyén valóban vízjég vagy kén található? Hogyan alakult ki a bolygó exoszférája, ott milyen fizikai és kémiai folyamatok zajlanak? Pontosan hogyan van kölcsönhatásban a napszél a bolygó mágneses terével? Lehetséges-e pontosítani a Merkúr perihélium vándorlásának értékét a relativitáselmélet tesztelése céljából?

Az együtt utazó űrszondarendszer (MTM, MMO, MOSIF és MPO) az indítás után több pályakorrekció révén jut a végleges pályájára, összesen 9 hintamanőverrel (1 Föld, 2 Vénusz és 6 Merkúr), valamint ion- és kémiai hajtóművek segítségével. Az együtt repülő egységek Merkúrhoz irányítása (3. ábra) az ESA által történik. A Merkúrhoz jutásig 18 -ször kerüli meg a Napot. A nyolc évig tartó átrepülés a két hatalmas (42 m^2) napelemtáblával rendelkező MTM-egység vezérlésével történik. A két napelemtábla 15 kW energiája nemcsak az MTM-szonda elektronikus eszközeinek működését szolgálja, hanem az együtt repülő rendszer átrepülése során a gyorsítást szolgáló négy ionhajtóművet is működteti. Az MTM-egységen még 24 kémiai – pályakorrekciót és a fékezést szolgáló – segédrakéta található. A BepiColombo lesz a Merkúr körüli pályára állított harmadik és legösszetettebb küldetés.

Az összeszerelt négy egység (MTM, MPO, MOSIF és MMO) a Merkúr megközelítése során 9 milliárd km-t tesz meg; legnagyobb sebessége 60 km/s és a Földtől mért legnagyobb távolsága 240 millió km lesz. Az indításkor a négy egység tömege összességében 4100 kg volt, amely az 1400 kg pályakorrekciós üzemanyagot is tartalmazta. Az MTM 1100 kg , az MPO 1200 kg , a hővédő pajzs (MOSIF) 145 kg tömegű (a 20 kg -os MMO-t felpörgető és kilökő egységgel), az MMO pedig 255 kg -os, amelyből 45 kg a tudományos műszerek tömege. A Mer-



kűrhez érve az egységek szétválnak. (3. ábra) Az MMO elnyúlt poláris (a sarkok fölött elhaladó) pályán kering ($590 \times 11\,640$ km), melynek keringési ideje 9,3 óra, a Nap irányára merőleges tengely körüli forgással stabilizált (4 s). A három tengelyre stabilizált MPO pályája kissé elnyúlt (480×1500 km), keringési ideje 2,3 óra lesz.

A BepiColombo kisebbik, japán irányítással megvalósult MMO szondája műszerezettségében, tudományos programjában a Merkúr környezetében kulcsszerepet játszó magnetoszféra vizsgálatára fókuszál. Ezt szolgálja az elnyújtott ellipszis pálya, ami a bolygatatlan napszélben és a magnetoszféra több régiójában meridián síkban lehetővé teszi a bolygókönyezet vizsgálatát. Az MMO-szonda öt tudományos kísérletének műszerei:

- háttér mágnesestér-mérések (Magnetic Field Investigation – MGF): osztrák kísérlet, az MPO–MAG-gal azonos árbócra szerelt fluxgate és azzal azonos platformra szerelt magnetométerekkel, 64 Hz max. sávszélesség;
- nagy energiájú összetevők mérése (Mercury Plasma Particle Experiment – MPPE), hat szenzor a plazma nagy energiájú komponenseinek detektálására és a nagy energiájú semleges atomok észlelésére;
- spektrális képalkotás légkörben előforduló Na-mérése (Mercury So-

dium Atmosphere Spectral Imager – MSASI), a bolygó felszíne felé irányított, a nátrium emissziós vonalára kalibrált spektrométer;

- por monitorozása (Mercury Dust Monitor – MDM): üstökös- és aszteroidaeredetű porok sűrűség-, impulzus- és iránymérése;
- plazmahullámok vizsgálatára (Plasma Wave Investigation – PWI), széles frekvenciasávban előforduló hullámjelenségek vizsgálatára több független, elektromos és mágneses komponens mérő szenzor adatából. A PWI-műszer fejlesztésében magyarok is részt vettek. A HUN-REN-ELTE (HUN-REN, az angol elnevezésből Hungarian Research Network, Eötvös Loránd Tudományegyetem) és a BL-Electronics Kft. a mérés indítójel- és eseményérzékelő részének (triggering and event detection system) szoftverét dolgozta ki. [2]

A közvetlen (in-situ) részecske-mérések és a nélkülözhetetlen magnetométeres adatok rögzítése mellett az MMO-n valósul meg a Merkúr kutatásának történetében először hullámmérés, a mágneses térrel átjárt plazmában terjedő elektromos jelek regisztrálása (PWI). Az űrszonda tengely körüli forgása a szondát stabilizálja, és biztosítja, hogy pl. a hullámmérés csúcstól csúcsig 32 méteres dipól elektromos antennakábele rögzített pozícióban, kifesztve legyen.

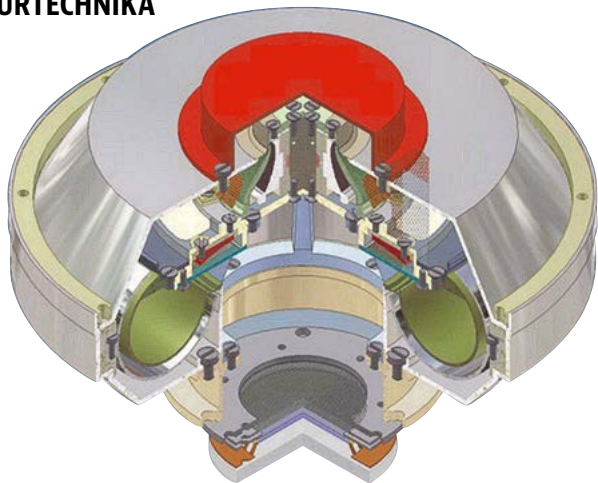
MOSIF
hővédő és kilököegység

MMO
magnetoszférakutató-szonda

Az MPO-szonda $8,2 \text{ m}^2$ nagyságú napelemtáblája 600 W elektromos teljesítményt biztosít. A szonda 3 tengelyre stabilizált, és a pályáját ionmeghajtással tudják vezérelni. A szonda az alábbi 11 tudományos műszert tartalmazza:

- magasságmérő, BELA (BepiColombo Laser Altimeter);
- rugós gyorsulásmérő, ISA (Italian Spring Accelerometer);
- magnetométer, MPO–MAG (MPO Magnetometer);
- infravörös spektrométer, MERTIS (Mercury Radiometer and Thermal Infrared Spectrometer);
- gamma- és neutronspektrométer, MGNS (Mercury Gamma-ray and Neutron Spectrometer);
- képalakító röntgenspektrométer, MIXS (Mercury Imaging X-ray Spectrometer);
- rádiófrekvenciás műszer, MORE (Mercury Orbiter Radio-science Experiment);
- UV-spektrométer, PHEBUS (Probing of Hermean Exosphere by Ultraviolet Spectroscopy); [4]

3. ÁBRA. A BepiColombo a bolygóközi repülése közben (balra fent), illetve a Merkúrnál szétváló egységei (Forrás: ESA)



4. ÁBRA. A környűrű-szerkezetű PICAM-detektor metszeti képe (Forrás: IWF)

- exoszféra kutató SERENA (Search for Exosphere Refilling and Emitted Neutral Abundances) a semleges és ionizált részecskéket négy, egymást kiegészítő tartományban elemző rendszer;
- sztereokamera látható tartományra, illetve spektrométer látható és infravörös tartományra, SIMBIO-SYS (Spectrometers and Imagers for MPO BepiColombo Integrated Observatory System);
- röntgen- és részecskespektrométer, SIXS (Solar Intensity X-ray and Particle Spectrometer). [3]

A Merkúrhoz érkezés 2026. november 21-ére tervezett, amikor a két szonda (MPO és MMO) a tervezett kutatási pályáira fog állni, hogy 2027 tavaszán megkezdjék tudományos kutatási

programjaikat. A BepiColombo Merkúr körüli végleges pályáján a hőmérséklet meghaladhatja majd a 350 °C-ot. A tudományos méréseket végző két szondán a műszerek elektronikáját a hővédő burkolat alatt, a szondák belsejében helyezték el, csak az érzékelők nyitottak a világűr felé. A műszereket gondosan védeni kellett a Nap sugárzása és a bolygóról érkező infravörös sugárzás ellen.

Az MPO-szondán található, olasz vezetésű SERENA fejlesztésében 15 ország kutatói és mérnökei vettek részt: Ausztria, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Japán, Magyarország, Olaszország, Oroszország, Svájc, Svédország, Szlovákia, az Egyesült Királyság és az Amerikai Egyesült Államok. A SERENA műszeregyüttest alkotó detektorok:

- 1. ELENA** (Emitted Low-Energy Neutral Atoms): a Merkúr felszínéről távozó semleges gázokat méri a 20 eV ÷ 5 keV tartományban;
- 2. STROFIO** (Start from a Rotating Field mass spectrometer): a semleges részecskék analizátora (<1 eV); az exoszféra gázösszetevőit méri;
- 3. MIPA** (Miniature Ion Precipitation Analyser): ionmonitor (15 eV – 15 keV), amely a felszíni plazma folyamatok láncolatát vizsgálja;

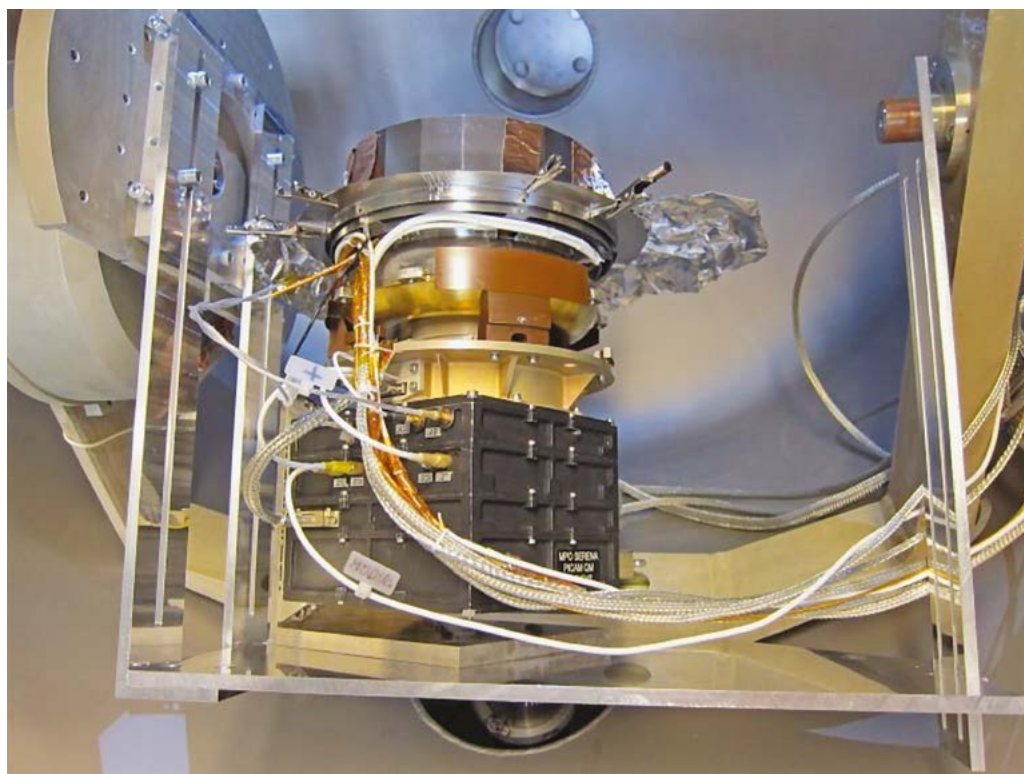
4. PICAM (Planetary Ion Camera): iontömeg-spektrométer (<3 keV), amely „fényképezőgépként” működik a töltött részecskék számára, a felszíni ionizációs folyamatok láncolatának tanulmányozására.

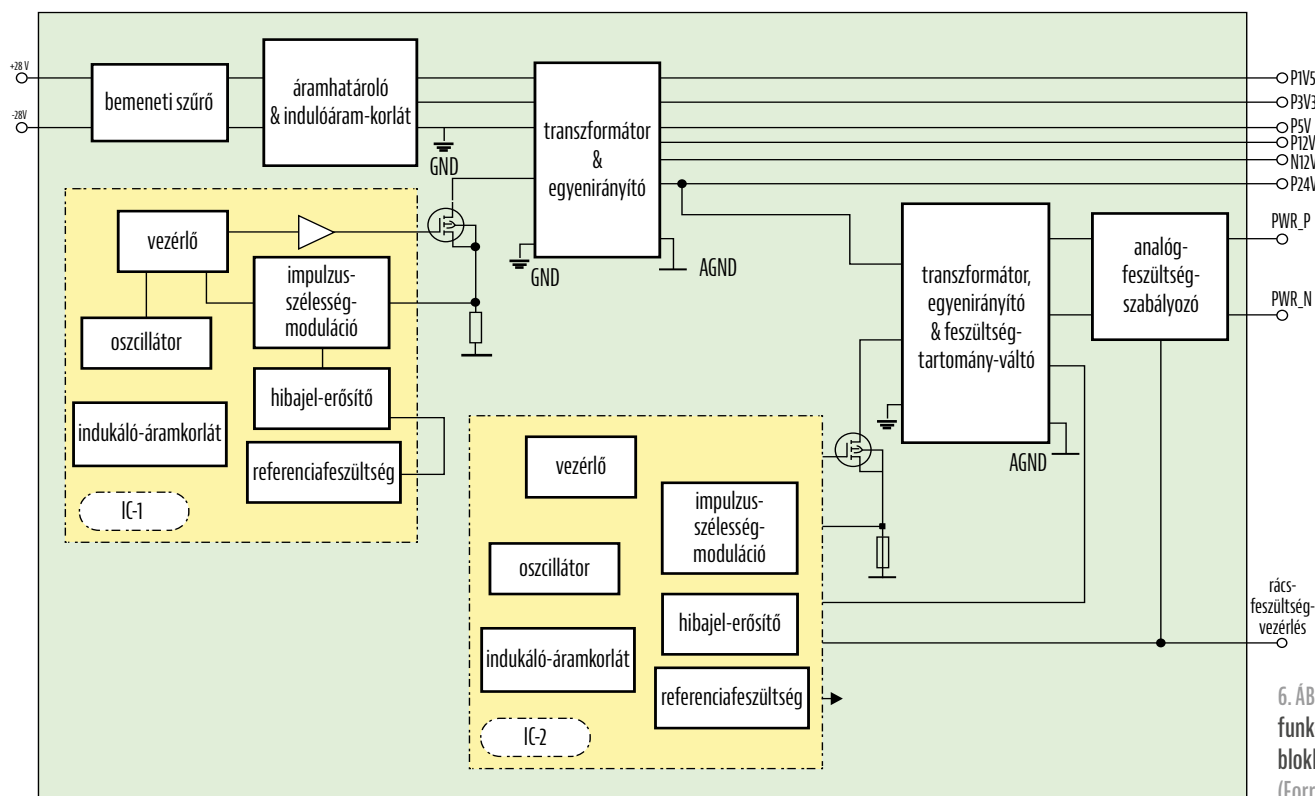
A PICAM ionkamera a grazi osztrák Űrkutatási Intézet (Institut für Weltraumforschung – IWF) vezetésével készült. Magyarországról a HUNREN Wigner Fizikai Kutatóközpont (WFK) a detektor és az elektronika működéséhez szükséges feszültségeket szolgáltató ún. egyenáramú feszültségátalakító egységet (Direct Current-Direct Current – DC-DC converter), míg az SGF Kft. a földi teszteléseket biztosító űrszonda-szimulátort (Electronic Ground Support Equipment – EGSE) fejlesztette. A SERENA-rendszer nem rendelkezik redundanciával az egységein belül. A kísérleti konfiguráció azonban két ionrészecske-elemzőből és két semlegesrészecske-analizátorból áll annak biztosítására, hogy ha az egyik ilyen egység meghibásodik, a másik egység részben még mindig teljesíteni tudja a küldetést. A PICAM egy olyan iontömeg-spektrométer, amely a töltött részecskék kamerájaként működik, hogy tanulmányozza a részecskék folyamatainak láncolatát, amelynek során a neutrális részecskék kilökődnek a talajból, ionizálódnak és a Merkúr légkörébe jutnak. A PICAM újszerű kialakításban egyesíti a 2π látómezővel rendelkező ionképkalkotót és az iontömeg-analizátort (4. ábra).

Az ionoptika egy módosított pin-hole (lyuk-kamera) elvén alapul. Ez lehetővé teszi az ionok 3D sebesség-eloszlásának és tömegspektrumának meghatározását 2π látómezőben, néhány eV-től ~3 keV energiáig, részecsketömegeket pedig a xenon tömegéig (azaz 1 ÷ 132 atomi tömegegység). A PICAM a körszimmetrikus ionoptikának és tömegérzékelőnek köszönhetően nagyon hatékony, mivel nincs szükség lépésenként szögpásztázásra. Ezáltal az exoionoszféra kiterjedése, összetétele, valamint a bolygóközeli környezete és a magnetosféra dinamikája egyidejűleg vizsgálható.

A PICAM látómezője az alsó részecske érzékelőfelületére merőleges tengely mentén tengelyszimmetrikus félgömb. Az ionok egy kúpos felületen

5. ÁBRA. PICAM repülőpéldánya a hő-vákuum teszt előtt (Fotó: IWF)





6. ÁBRA. A DC-DC egység funkcionális blokkvázlata (Forrás: WFK)

lövő, gyűrű alakú résen keresztül lépnek be, majd egy ellipszis alakú tükörről visszaverődnek. Ezután áthaladnak egy kapun, majd 90°-os poláris szögeloszlásuk 15°-os tartományba szűkül egy körgyűrű konvergens elektrosztatikus lencse révén. Majd egy síktükörről való visszaverődés után az ionok egy körgyűrűrésen át belépnek a repülési idő (Time of Fly – TOF) és képkalkító szakaszba. A tömeganalizátor szakaszban van egy második síktükör is, amelynek geometriája és potenciálja úgy van beállítva, hogy optimalizálja a TOF-mérések felbontását. A TOF egy potenciálemzőből és egy detektorból (Multi Chanel Plate – MCP) áll, amely meghatározza az ionbecsapódás helyét. A műszer teljes tömege az elektronikájával együtt 1343 g. (5. ábra)

A Wigner Fizikai Kutatóközpont által a PICAM részére fejlesztett 28 V egyenfeszültségből a PICAM-detektorhoz szükséges egyenfeszültségeket előállító DC-DC tápegység egyszerűsített funkcionális blokkvázlata az 5. ábrán látható. A PICAM elektronikájához szükséges állandó feszültségek +1,5 V; +3,3 V; +5 V; ±12 V, +24 V, továbbá két változtatható feszültségtartomány, amelyek értéke $\pm 2\text{ V} \div \pm 25\text{ V}$ között, illetve $\pm 15\text{ V} \div$

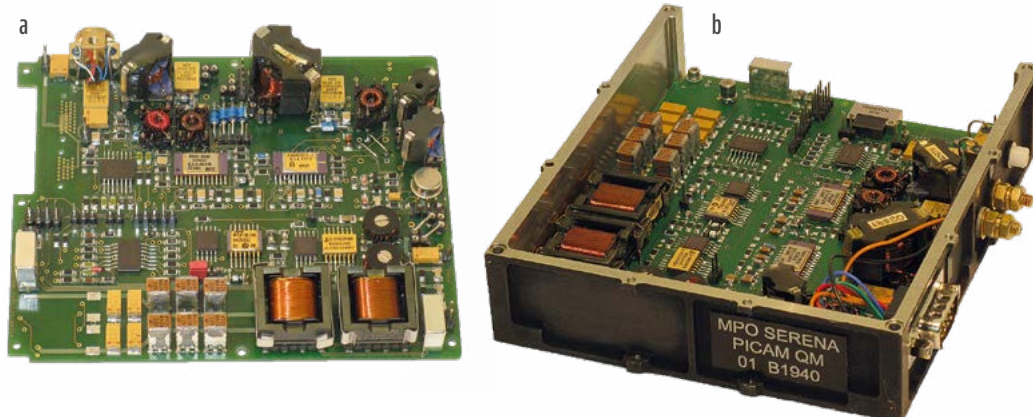
és $\pm 100\text{ V}$ között folyamatosan változtatható, és ezáltal az ionok energia szerinti szétválasztását teszi lehetővé. A PICAM-műszer teljesítményfelvétele üzemmódjától függően $3,1 \div 7,0\text{ W}$ között változik.

Az űrszondán elhelyezett tudományos műszerek egymás működését nem zavarhatják, ezért az elektromos zavarójeleket adott szint alatt kell tartani. Erre is szigorú előírások vannak, amelyeket szintén ellenőrizni kell az űrszondába való integrálás előtt. Mivel a DC-DC tápegység a kis tömeg és jó hatásfok érdekében kapcsoló üzemi konvertereket tartalmaz, a keletkező zajok adott szint alá történő elnyomása megfelelően méretezett áramköri szűrőkkel és az áramköri elemek elhelyezésével történt. A DC-DC átalakítónak ugyanakkor a szenzoro-

kat védeni kellett az esetleges túlfeszültségtől, túláramfelvételnél le kell kapcsolni és a bekapcsolási tranzienseket adott határon belül kell tartani.

Az új tudományos műszerek fejlesztése többlépcsős iterációs folyamat, mivel nemcsak az esetleges mérési elvek megvalósítását kell biztosítani – különösen a bolygóközi programok esetében –, hanem a térfogat, tömeg és fogyasztás minimalizálására vonatkozó szigorú követelményeket is be kell tartani, ami korlátozhatja a megbízhatóságot és a műszer paramétereit. A műszerek fejlesztése több lépcsőből áll. Először egy ún. külméret-makett készül, elektronika nélkül, csak a tömegre és a méretre fókuszálva, ami a szondára történő integrálást szolgálja. A következő a laboratóriumi példány, ami nem feltétlenül mérthe-

7. ÁBRA. A PICAM DC-DC átalakító végleges méretű kártyája (a) és az a QM PICAM elektronikai mechanikájába szerelve (b) (Fotó: WFK)





8. ÁBRA. A PICAM bemérését szolgáló jelszintű szimulátor (Fotó: SGF Kft.)

lyes, többnyire a szoftverfejlesztéshez szükséges. Ezután a mérethelyes és funkcionálisan működő mérnöki példány készül el; ez még nem feltétlenül a végleges működésű változat, és nem az ürminősített, drága alkatrészekből készül. Ezt követően készül el a minősítőpéldány (Qualification Model – QM), majd a repülőpéldány és ez utóbival teljesen azonos tartalék példány, amely nemcsak egy referenciapéldány, hanem az indítás előtti váratlan meghibásodás esetén a szondára szerelt példány cseréjére is felhasználhatják. A repülő- és a tartalék példányt 100 krad sugárdózist elviselő alkatrészekből kellett megépíteni.

A megbízhatóság biztosítása üresközöknél fontos szempont, csak ürminősítésű alkatrészekből szabad a repülőpéldányt gyártani. A nyomtatott áramköri kártyák topológiájával kapcsolatban is szigorú előírásokat kell betartani, a kártyákba az alkatrész beültetését csakis ESA által vizsgáztatott szerelők végezhetik, a vizsgákat kétfévente kell ismételni. Ez megnehezítette a repülőpéldány határidőre történő elkészítését.

A szükséges feszültségeket galvanikusan leválasztva kellett létrehozni, hogy egy esetleges meghibásodás a fedélzet többi műszerének működését ne korlátozza. (6. ábra) A PICAM különböző példányaihoz a tápegységből öt példányt kellett szállítani különböző utólagos módosításokkal (így összesen hat működő példány készült).

Az elkészült elektronikák megbízhatóságát környezeti tesztek (vibrációs és hő-vákuum) során kellett

ellenőrizni: kártyaszinten (DC–DC), műszeregység-szinten, valamint a teljesen integrált űrszonda (MPO) szintjén is megtörtént a vizsgálat. A WFK által fejlesztett DC–DC átalakító az igényelt feszültségek biztosítására a PICAM elektronikai egység dobozában egy darab kétoldalasan szerelt kártyán elfért. (7. ábra)

A földi ellenőrző-berendezés (Electrical Ground Support Equipment – EGSE) az űrszonda elektromos jeleit szimulálja, hogy a szondára szerelés előtt mind a fejlesztés, mind a kalibrálás fázisában tesztelni lehessen a PICAM-berendezést. Biztosítani kell a fedélzeti 28 V-os tápfeszültséget, valamint szimulálni kell a vezérlő és adatgyűjtő buszt. Az ESA űrszondáin a SpaceWire-szabványt használják. Ez a busz viszonylag kis energiafogyasztás mellett nagy adatátviteli sebességet biztosít. A SpaceWire egy olyan számítógépes hálózat, amely összekapcsolja a nagy adatátviteli sebességű érzékelőket, feldolgozóegységeket, memóriaeszközöket és telemetria/távvezérlő alrendszereket az űrszondák fedélzetén. Ez a szabvány nagy sebességű (2 ÷ 400 Mbit/s), kétirányú, teljes duplex adatátviteli kapcsolatokat biztosít. Az információkat a SpaceWire-kapcsolaton keresztül csomagokban küldik. Az adatcsomagok a „Consultative Committee for Space Data System” által kidolgozott szabvány szerinti struktúrával rendelkeznek. A csomag egy fejrészből és adatrészből áll, az adatrész maximum 4112 bájtot tartalmazhat. Ilyen csomagban érkeznek a tudományos és a műszer állapotát leíró ada-

tok. A telemetria-csomagok adatmezőjének fejléce tartalmaz időkódot is, ami elengedhetetlen a különböző érzékelők által gyűjtött adatok együttes elemzéséhez. A kis elektromágneses sugárzás érdekében kisfeszültségű differenciális jelkódolással 4 árnyékolt épáron történik az adatátvitel.

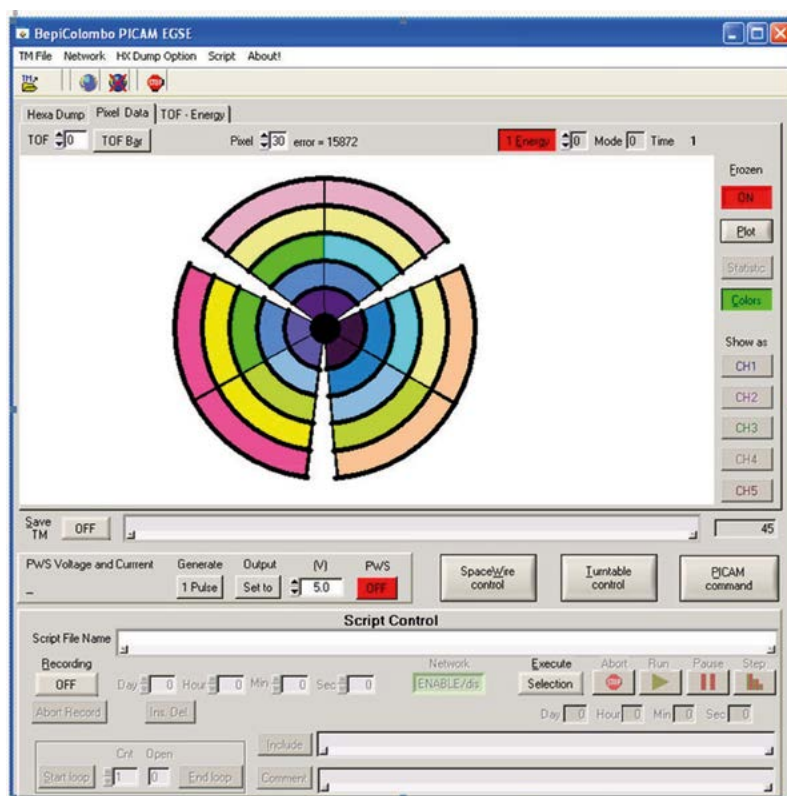
Az EGSE két, fizikailag elkülönült egységben valósult meg. A jelszintű szimulátor egy beágyazott processzoralapú egység (8. ábra), amelyen valós idejű (Real Time – RT) Linux operációs rendszer fut, és a tesztelt műszer közelében kellett elhelyezni. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) alapú kommunikáció van a jelszintű szimulátor és számítógép (Personal Computer – PC) közt, az utóbbi a felhasználói interfész (User Interface – UIF). A jelszintű szimulátor szerverként, a PC pedig kliensként működik. A jelszintű szimulátor három PC104 szabványú kártyát és a PICAM működéséhez szükséges 28 V tápfeszültséget tartalmaz. A PC104 ipari számítógépszabvány, rögzített kártyamérettel és szabványos buszokon keresztül csatlakoznak egymáshoz. A beágyazott processzor Advantek-gyártmányú kártya, amelyen alacsony fogyasztású, 500 MHz-en működő, integrált áramkör van, és szabványos interfészeket is tartalmaz. A SpaceWire interfész saját fejlesztésű PC104 szabvány szerinti kártya. Az egységben az ESA előírásainak megfelelően galvanikusan leválasztott tápellátás található, amely a processzor és a SpaceWire interfészkártya számára biztosítja a szükséges feszültségeket.

A kereskedelmi forgalomban beszerezhető PC-n MS Windows operációs rendszer fut, és grafikus kezelői felület biztosítja a UIF-t. A két egység közti Ethernet-kapcsolat lehetővé teszi a hő-vákuum kamra hosszú idejű tesztelése során a távoli ellenőrzést. A UIF feladatai:

- csatlakozás a beágyazott rendszerhez;
- vezérlő távutasítás (Telecommand – TC) küldése a PICAM-nak;
- a PICAM telemetria (Telemetry – TM) megjelenítése és tárolása;
- SpaceWire interfész vezérlése;
- a 28 V-os fedélzeti feszültségsszimulátor vezérlése.

A grafikus kezelői felületen lehet meg-
felelő parancsok (TC) kiadásával vezé-
relni a PICAM-műszert, valamint ezen
a felületen jeleníti meg a számítógép
EGSE szoftvere a PICAM által kiadott
információs csomagokat (TM). Két in-
formációs csomagtypust kell kiemelni
a TM üzenetekben: a tudományos mér-
ési adatok és a szolgálati információk
típusát. A szolgálati információk cso-
magok (House Keeping – HK) többek
közt tartalmazzák a DC-DC átalakító
működési paramétereit (kimenő fe-
szültségek, áramok, hőmérséklet és
fontosabb állapotok). A HK csomagok
külső leíró fájl dekódolása révén fizi-
kai mértékegységekben „olvasható”
formában jelennek meg digitálisan
vagy grafikusan, idődiagram formá-
ban. A mérési adatok szükség szerin-
ti szélsőérték-figyelése is biztosítva
van. A gyakran használt TC-eket nyo-
mógombok segítségével, az összetett
parancsszekvenciák időzítéssel is előre
elkészített fájlból kiadhatók, amelyek
a hosszan tartó tesztek automatikus
vezérlését megkönnyítik.

Az UIF szoftver a National Instru-
ments LabWindows/CVI fejlesztőkör-
nyezetében készült, amely integrált
környezet kódgeneráló eszközöket
és prototípus-fejlesztő segédprogra-
mokat tartalmaz, gyors és egyszerű
C kódfejtéshez. Ez a mérési alkal-
mazások fejlesztésére szolgáló pro-
gramozási környezet számos grafikus
elemet tartalmazó könyvtárral ren-
delkezik műszerek vezérléséhez, adat-
gyűjtéshez, elemzéshez és a mérési
adatok különböző formátumú grafi-
kus megjelenítésére. Ezáltal jelentősen
meggyorsította az UIF fejlesztését.
A felhasználói felületi program több-
szálas üzemmódban fut három prio-
ritásszinten. A tudományos TM-cso-
magok fogadása magas prioritással
adat- és idővesztesség nélkül törté-
nik. A TM-adatcsomag a PC procesz-
szorának közreműködése nélkül, köz-
vetlenül a memóriába íródik (Direct
Memory Access – DMA). A kezelői be-
avatkozás (TC-parancs) kiadása, amely
időnként gyors továbbítást igényel;
a PC programfutás megszakításával
(Interrupt – IT) minimális késlelte-
téssel továbbítja a jelszintű szimulá-
torhoz a parancsot. A harmadik szint
a PC képernyőjén a TM-csomagok fel-
dolgozásának megjelenítése. (9. ábra)



9. ÁBRA. A gyors
áttekintést lehetővé
tévő, 360°-os
pixeltérkép
megjelenítése
(Forrás: SGF Kft.)

Az SGF Kft. kifejlesztette az EGSE jel-
szintű szimulátor-változatát is, amely
közvetlenül a PICAM SpaceWire busz
adatforgalmának monitorozására al-
kalmass. [6]

A 9. ábrán az UIF pixeltérkép gyors
áttekintést nyújtó megjelenítési mód-
ja látható, amelyen a repülési idő MCP
(Multy Channel Plate) átlagát színskálá-
val jeleníti meg (a kék szín a legki-
sebb, míg a piros a legnagyobb). A kö-
zépponthoz viszonyítva a sugárirányú
távolság az energiát mutatja. Lehető-
ség van azonban a mérési adatok más
formában történő megjelenítésére is.
Például a szolgálati HK-csomagok tar-
talmát (mennyiségüket) nemcsak digi-
tális formában lehet folyamatosan
listáztatni, hanem idő-hőmérséklet
vagy idő-feszültség diagram formában
is meg lehet jeleníteni. A mérés köz-
ben a folyamatos (futó) megjelenítést
fel lehet függeszteni, az adatarchivá-
lás megszakítása nélkül, amelyet utó-
lag „offline” módon lehet ellenőrizni.

ÖSSZEGZÉS

A PICAM fejlesztésén dolgozó mérnö-
kök az indítás óta figyelemmel kísérik
a szenzor működését. A bolygóközi re-
pülés eddigi közel hét éve alatt a PI-
CAM hibátlan működése tényleges űr-
körülmények között bizonyítja, hogy

mérnökeink kiváló munkát végeztek
a DC-DC átalakító kifejlesztésével.
A repülés során a SERENA-rendszert
működési tesztek és kalibráló mérések
céljából többször bekapcsolták.

A mérnökcsoport projektvezetője dr.
Nagy János; a projekt megvalósításá-
ban részt vett a korábbi projektvezető
dr. Szalai Sándor, valamint Szalai Lajos,
Hevesi László, Horváth István, Tróznai
Gábor és Dinnyés Lajos. A HUN-
REN Wigner FK fizikusai az MPO Mer-
kúr körüli végleges pályára állása után
a PICAM tudományos adatkiértékelé-
sében fognak részt venni. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] BepiColombo – Exploring Mercury. <https://www.cosmos.esa.int/web/bepicolombo/home> (Letöltve: 2025.03.10.)
- [2] The European Space Agency: BepiColombo Investigating Mercury's mysteries. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/BepiColombo (Letöltve: 2025.03.10.)
- [3] Orsini S., et al.: SERENA: Particle Instrument Suite for Determining the Sun-Mercury Interaction from BepiColombo. *Space Science Review*, 2021.01.12. <https://doi.org/10.1007/s11214-020-00787-3>
- [4] Orsini, S. et al.: SERENA: A suite of four instruments (ELENA, STROFIO, PICAM and MIPA) on board BepiColombo-MPO for particle detection in the Hermean environment. *Elsevier: Planetary and Space Science*, 2010/1–2, 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2008.09.012>
- [5] Institute of Space and Astronautical Science: Mercury Magnetospheric Orbiter MIO / BepiColombo. <http://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/current/mmo.html> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [6] Sulyán J. et al.: BepiColombo űrszonda adatgyűjtő és vezérlő rendszere. *Híradástechnika*, 2008/4., 24–29.

JUHÁSZ ATTILA* – BALOGH ÁRPÁD**

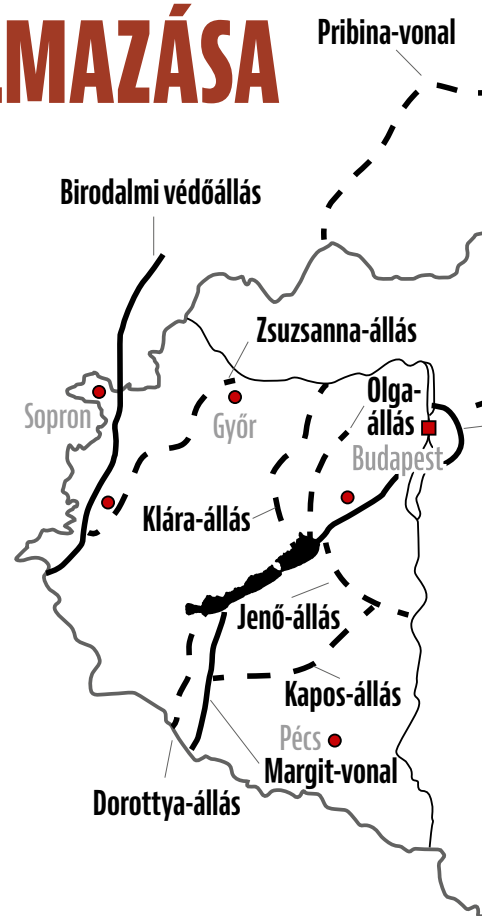
TÉRINFORMATIKA ALKALMAZÁSA KATONAI OBJEKTUMOK REKONSTRUÁLÁSÁHOZ

Összefoglalás: A térinformatikát és távérzékelést ma már széles körben alkalmazzák a hadtörténeti és régészeti kutatásokban is. Cikkünkben bemutatjuk, hogy miképpen támogatja e két technológia a 20. században kiépített magyarországi erődítési rendszerek egyes részeinek rekonstrukcióját, modellezését. Ismertetjük a rendelkezésre álló adatgyűjtési eljárásokat, adatfeldolgozási, elemzési módszereket és vizualizációs megoldásokat. A vizsgálatban szereplő objektumok a II. világháborús Attila- és Margit-vonal, valamint a hidegháborús Déli Védelmi Rendszer elemei voltak.

Kulcsszavak: térinformatika, távérzékelés, objektumrekonstrukció, Attila-vonal, Margit-vonal, Déli Védelmi Rendszer

Abstract: Geoinformatics and remote sensing are widely used in military history and archaeological research recently. This article reveals the role of these disciplines in supporting of reconstruction and modelling of fortification system parts built in Hungary during the 20th century. The available data sources, data processing and analysis methods and visualization solutions are described. The objects studied were the elements of the Attila and Margaret Lines of World War II and the elements of the Cold War Southern Defence System.

Keywords: geoinformatics, remote sensing, object reconstruction, Attila Line, Margaret Line, Southern Defence System



BEVEZETÉS

A háborúk, így a 20. századi konfliktusok története és az azokhoz kapcsolódó katonai objektumok mindig is nagy érdeklődésre tartottak számot mind katonai, mind polgári oldalról. A háborús erődítések és azok elemei sokszor csak érintőlegesen vannak megemlítve a hadtörténeti vizsgálatokban, tanulmányokban, hiszen ezek többnyire az események ismertetésére fókuszálnak. A védelmi objektumokat, vonalakat csak hozzávetőleges elhelyezkedésükkel ábrázolják a térképmellékleteken vagy a leírásokban. Az erődítések részletes ismertetésének hiányát két fő okra lehet visszavezetni. Sokszor csak kevés vagy semmilyen dokumentáció nem maradt fenn ezek kapcsolatban, illetve a hadtörténetesek nem ezek feldolgozására koncentrálnak. Egyes erődítési elemek nyomai napjainkban is fellelhetők, viszont ezek felmérése, térképezése, modellezése

igen komoly feladat, különösen a nagy kiterjedésű védelmi rendszerek esetében. Ez utóbbi feladat hatékonyabb megoldásában segíthetnek a térinformatikai és távérzékelési technológiák. Az elmúlt években megjelenő, nagy területéről nagy felbontású, 3D-s térbeli adatokat szolgáltató eljárásokat erre a speciális feladatra is tökéletesen fel lehet használni. Természetesen a mai állapotok rögzítése mellett nem lehet kihagyni az archív források párhuzamos felhasználását sem, hiszen ezek jól tükrözik a korabeli állapotokat. Vizsgálataink során mindig objektív mérnöki megközelítést és adatforrásokat használtunk, amelyek lehetővé teszik a kiválasztott objektumok részletes térbeli rekonstrukcióját. A következőkben ismertetett feladatok megoldása során a korabeli állapotok feldolgozásához alapvetően archív légi fényképeket, míg a mai állapotok elemzéséhez lézerszkennelt pontfelhőket használ-

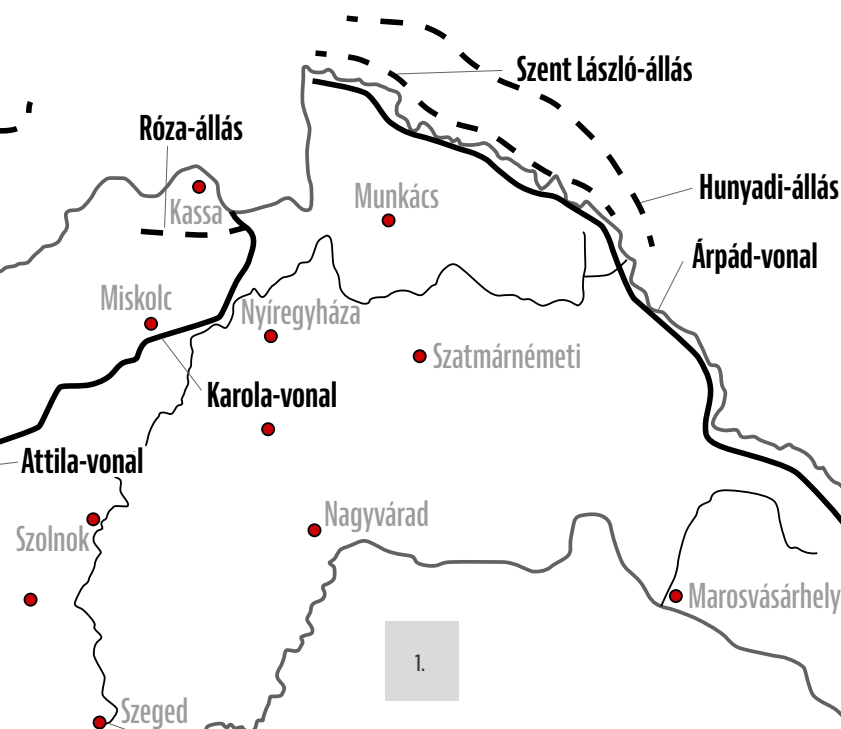
tunk fel. A különböző minőségű és más-más jellemzőkkel bíró információk egységes rendszerben való kezelésére a térinformatikai rendszerek egyértelműen alkalmasak. Az azonos vetületi rendszerbe integrált geometriai adatok és a hozzájuk kapcsolódó attribútumadatok segítségével nemcsak a nyilvántartásra és a hatékony vizualizációra van lehetőségünk, hanem 2D-s és 3D-s elemzésekre is. A kialakított módszertan alkalmas lehet országos kiterjedésű adathalmaz feldolgozására is. Az elért eredményekkel közvetlenül támogathatjuk a hadtörténetesek munkáját, és realisztikusabbá tehetjük a téma iránt érdeklődők élményét.

A VIZSGÁLT IDŐSZAKOK ÉS ERŐDÍTÉSI ELEMEK

A térinformatikai alapú katonai objektum-rekonstrukció mintaterületei és az érintett korszakok az alábbiak voltak:

* PhD, BME Építőmérnöki Kar, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, egyetemi docens.
ORCID: 0000-0002-4605-7737

** PhD hallgató, BME Építőmérnöki Kar, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ, ORCID: 0000-0002-4017-8845



Magyarország tekintetében két időszakot választottunk ki, amikor jelentős védelmi rendszereket építettek. A II. világháborúban, amikor a szovjet csapatok elérték az országot, az eredetileg a Keleti-Kárpátokban kiépített Árpád-vonal részben elveszítette jelentőségét a román kiugrás miatt. A délkeleti irányból érkező támadást egy új védelmi vonalrendszerrel tervezte megállítani a magyar és a német hadvezetés. [1] Az Attila-vonal Budapest védelmét szolgálta 1944–45-ben; központi részét alkotta annak az országos védelmi rendszernek, melynek további fő elemei a Karola- és Margit-vonalak voltak. (1. ábra) Ez az állásrendszer a Zemplén-hegységtől Budapesten át a Balatonig, majd egészen a Drávaig húzódott. A német hadvezetés már 1944. szeptember 22-én elrendelte, hogy Budapest keleti oldalán három patkó alakú védőövet építsenek ki, szárnyaikkal a Dunára támaszkodva. (Attila I., Attila II., Attila III.) A munkában a szlovák műszaki hadosztály 3000 katonája, továbbá a kivezényelt civil lakosság és zsidó munkaszolgálatosok vettek részt. Összességében 28 000 fő dolgozott a védőövezet kiépítésén. A vonalak harckocsiárok, gyalogsági árokrendszerekből, megerősített tüzérségi és légvédelmi állásokból álltak.

A Margit-vonal a fővárostól a Velenicei-tó és a Balaton mentén húzódott a Drávaig. Budapest bekerítése során a szovjetek ezen a vonalon törtek át a fővárostól nyugatra, de ebben a térségben zajlottak le a *Konrad* és a *Tavaszi ébredés* hadműveletek [2] egyes mozzanatai is a későbbiekben.

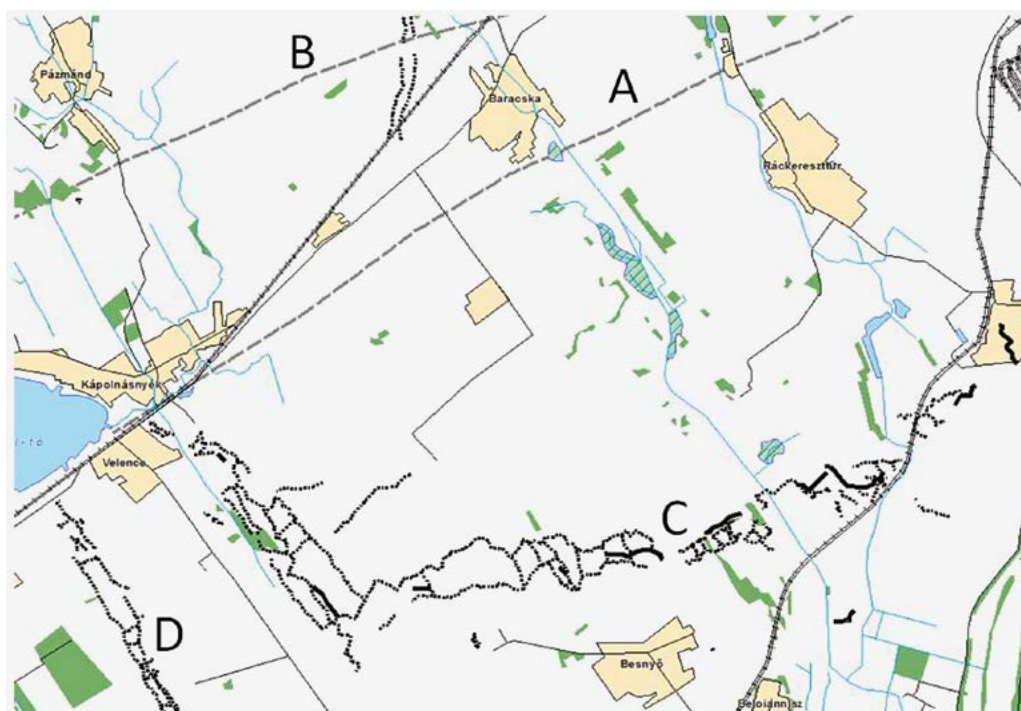
A korábban rendelkezésre álló leírások csak jó közelítéssel adták meg a vonalak elhelyezkedését, mint például az alábbi esetben:

Margit-vonal, fő ellenállási öv 1. vonala: Duna – Nagytétény vasútállomás – Szent László pusztája – Baracska-D – Kápolnásnyék-D – Kisvelence-D – Velenicei-tó északi partvonala (2. ábra „A” vonal) 2. vonala (12–20 km távolságban): Kismarton-É – Martonvásár-D – Baracska vasútállomás – Pázmánd-D (2. ábra „B” vonal)

A II. világháború után, a hidegháborús korszak derekán a magyar és a szovjet vezetés az akkori Jugoszláviával közös határ megerősítését tűzte ki célul. Óriási ráfordításokkal (az akkori GDP negyedét erre költötték) kezdtek el építeni a Déli Védelmi Rendszert (DVR), amely a tervek szerint 7687 darab tüzelőállást (harckocsi, rohamlöveg, tüzérségi, aknavető, géppuska), 2000 harcálláspontot és figyelőhelyet, 2469 darab kiszulózott óvóhelyet, 964 darab vasbetonból készült géppuska-kupolát, 219 darab tüzérségi erődöt, 4158 kilométernyi harc- és közlekedőárkot, valamint több mint 120 darab tankfedezéket tartalmazott volna a körülbelül 600 kilométer hosszúságú közös határ mentén. Ennek 40%-a készült el 1955-re, amikor is a bekövetkezett politikai változásoknak köszönhetően befejezték a további munkálatokat. [5] A mai napig megtalálhatjuk mindkét korszak katonai objektumainak nyomait a terepen.

1. ÁBRA. Magyarország védelmi vonalai (1944–45) [3]

2. ÁBRA. A Margit-vonal keleti szektora a korábbi dokumentációk (A, B) és a rekonstrukció (C, D) alapján [4]





3. ÁBRA. Lövészárók
(a) (47°37'52.08"É,
19°12'15.34"K)
és betemetett
harckocsiárók (b)
(47°3'50.22"É, 18°
3'55.05"K) a Google Earth
[11] képein (A szerzők
szerkesztése)

A FELHASZNÁLT ADATFORRÁSOK

A térinformatikai rekonstrukció első lépése a vizsgált időszakok, objektumok és események megismerése volt az elérhető írásos és térképi információk alapján. Az Attila-vonal esetében a dokumentációk széles köre elérhető egy-egy részlettel kapcsolatban, a teljesség igénye nélkül: korábbi publikációk [6], webes források [7] és személyes visszaemlékezések és gyűjtemények, mely esetünkben Hingyi László személyes emlékeit és gyűjteményét jelentette. A DVR alapvető dokumentációi szintén korábbi könyvek [5] és webes források voltak [8]. Ebben a publikációban csak a tényleges geometriai adatnyerés eljárásaira fókuszáltunk, és ezt mutatjuk be ebben a fejezetben.

A védelmi rendszerek rekonstrukciója legalább két szinten megvalósítható, jól elkülöníthető méretarányal és részletességgel. Első közelítésben a teljes rendszert érdemes vizsgálni, komplexen a hadműveleti szinten, a stratégiai megfontolásokat szem előtt tartva, kisebb méretarányoknak megfelelő pontossággal és adatsűrűséggel. Másodsorban pedig a rendszer egyes önálló elemeinek és a csataterék (pl. század védőkörlete) vizsgálata szükséges, a részletes és pontos védelmi taktika rekonstruálásához, ami nagy méretarányú feldolgozást igényel. Míg az előb-

bi esetben a nagyobb távolságból végrehajtott hagyományos távérzékelési eljárások is elégségesek, addig a másodikban már szükségünk van a vizsgált objektumok pontos helyzetére és irányultságára is. Például egy század- vagy szakaszparancsnoki figyelőhely kémlelőnyílásának iránya lefedte azt a területet, amelyet az adott egység felügyelt és tűz alatt tartott. Az ilyen részletességű rekonstrukciók korábban sok esetben igen körülményesen zajlottak terepen, hiszen a ma is fellelhető objektumok jellemzően részben vagy teljes egészében növényzettel fedettek, megközelítésük nehézkes lehet, és a korábbi eszközökkel csak kisebb mennyiségű, főleg kulcspontok bemérésére volt lehetőség. Azonban az utóbbi években megjelent korszerű adatgyűjtési eljárások óriási előrelépést jelentettek ezen a téren. A nagy térbeli felbontás és pontosság nagyon hatékonyra teszi ezeket az eszközöket a felszínen található objektumok vagy azok részeinek rekonstrukciójában. Emellett meg kell említeni, hogy a föld alatt lévő objektumok és üregek felderítése is megoldható már az olyan mai modern eljárásokkal, mint a földradar, elektromos ellenállás vagy földmágnesesség méréseivel.

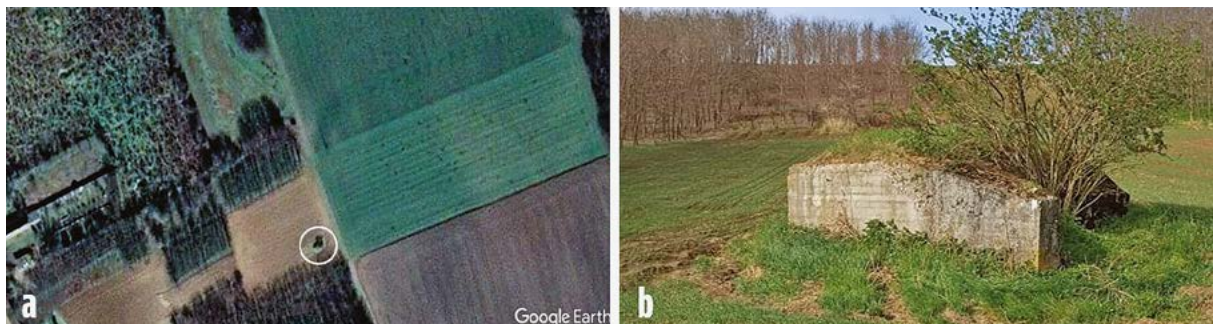
A következőkben a távérzékelési, illetve mérési távolság tekintetében a nagytól a kicsi felé haladva mutatjuk

be az adatforrásokat, néhány tipikus példával illusztrálva a lehetőségeket.

ÜRTÁVÉRZÉKELÉS

Ma már természetes, hogy a műholdképek esetében is méteres vagy az alatti térbeli felbontásról beszélünk a korai 20–30 méteres felbontások helyett. Amíg évtizedekkel ezelőtt a Landsat 4 és 5 misszió szenzorai (Thematic Mapper – TM, Multispectral Scanner – MSS) [9] által készített 30 méteres felbontású képei jelentették az elérhető legjobb minőséget, addig például a napjainkban működő Pléiades műhold Pan felvételei 0,5 m, míg MS képei 2 m felbontással rendelkeznek. [10] Ez a nagy felbontás már lehetővé teszi a legkisebb erődítési elemek azonosítását is a képeken. A 3. ábrán a Fót melletti Somlyó-hegy oldalában elhelyezkedő, az Attila-vonalhoz tartozó lövészárók (a) és a Margit-vonal betemetett harckocsiárka Balatonfűzfő és Papkeszi között (b) látható a Google Earth [11] felvételein.

Ennek ellenére a műholdas távérzékelés leginkább arra alkalmas, hogy redundáns módon ellenőrizzük egy-egy objektum létezését közvetlenül vagy a ráutaló nyomok alapján. Emellett segíthet a mai helyszínek hatékony beazonosításában és felkeresésükben, valamint a légi fényképekkel egyetemben jól használhatók a hagyományos régészetben is jól ismert prediktív modell készítéséhez. [12] A prediktív modellezés célja, hogy a potenciálisan kutató helyszíneket beazonosítsuk döntően környezeti jellemzők alapján. A klasszikus régészeti lelőhelyekhez hasonlóan az erődítési elemek elhelyezkedését is valószínűsíthetjük többek között a földrajzi környezet vizsgálatával. A távérzékelési eljárásokból származó magassági, vegetációs, víz-háztartási és egyéb adatok alapján



4. ÁBRA. A Déli Védelmi Rendszer géppuskaállása (A/10) műholdképen (a) (45°54'54.88"É, 18°36'8.10"K) és a terepen [13][14]

előzetesen lehatárolhatók a kutatan-dó területek. A 4. ábrán a DVR egyik nehéz (vasbeton) féloldalazómű géppuskaállása (A/10 típusú bunker) látha-tó műholdképen (a), illetve a terepen (b). Természetesen a műholdképen va-ló azonosítás feltételezi az előzetes ismereteket a területről. Ezek nélkül sokkal nehezebb felismerni az objek-tumokat, illetve a ráutaló jelensége-ket: talajelszíneződések, mintázatok a vegetációban stb.

LÉGI FÉNYKÉPEZÉS

A légi fényképezés minősége a műholdas távérzékeléshez hasonlóan sokat fejlődött az elmúlt évtizedekben. A hagyományos légi fotogrammetria újabb és újabb felvételei természetesen felhasználhatók a rekonstrukciókban, de alapvetően arra kell törekednünk, hogy a vizsgált korszakhoz minél közelebbi időpontban készült felvételekkel dolgozzunk. Az egyre jobb minőségű felvételekkel nem lehet kiváltani a régebbi archív anyagokat, azok korhű adattartalma miatt. Azonban a légi felvételek esetében is elmondhatjuk, hogy minél több redundáns adat biztosíthatja az egyértelmű objektumazonosítást, így a mai felvételekből is nyerhetők fontos információk. A látható fény és a közeli infravörös tartományban készített képeken a vegetáció és a talaj jellegzetes elváltozásait, mint indikátorokat használhatjuk akár a föld alatti objektumok azonosítására is. [15] (5. ábra)

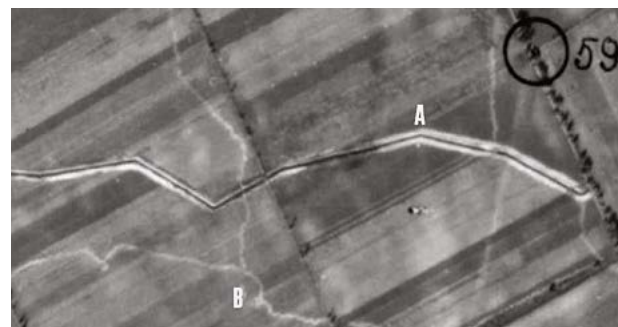
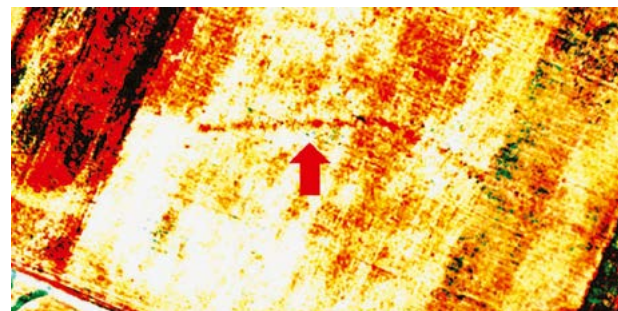
Összességében elmondhatjuk, hogy a kutatásunkban a korabeli állapotokat minél realiztikusabban megjelenítő archív felvételeket használtuk, esetenként kiegészítve a mai jó minőségű felvételekkel. Az 1950-es években készített magyarországi légi fényképezési kampányok légi fotói jelentették a legértékesebb alapanyagot. Sokszor igen rossz minőségük ellenére jól azonosíthatóak rajtuk a különböző világháborús katonai objektumok, akár a legkisebb méretű lövészárkokig bezárólag. Míg korábban igen fáradtságos munkát jelentett a feldolgozásuk, ma már akár georeferált (adott vetületi rendszerbe illesztett, transzformált raszterálmány) formában is letölthetők és használhatók erre a célra. Segítségükkel nemcsak a jelentős méretű harckocsiárkok, bombakráterek, hanem a kisebb

lövészárkok (szerencsés esetben akár betemetett állapotban is), illetve a különböző állások, építmények is beazonosíthatók, térképezhetők. (6. ábra)

LÉZERSZKENNELÉS

Az utóbbi évtizedekben terjedt el széles körben a lézerszkennelés (Light Detection and Ranging, LiDAR). Megkülönböztetünk légi (Airborne Laser Scanning – ALS) és földi (Terrestrial Laser Scanning – TLS) szkennelési eljárásokat, illetve megemlíthetjük a műholdas aktív távérzékelési eljárásokat is (pl. InSAR). [16] Előbbi végrehajtásakor a szenzor valamilyen repülő platformra van integrálva (drón, helikopter, repülőgép), és jellemzően 50–100 métertől 5000 méterig terjedő repülési magasságból mér. [17] Egy átlagos nagy magasságú légi szkennelés pontfelhőjének műszaki jellemzőit tekintve kijelenthetjük, hogy az eljárás tökéletesen alkalmas katonai objektumok terepi nyomainak, maradványainak felderítésére, azonosítására. Az 5–10 pont/m² pontsűrűség, a deciméteres / centiméteres nagyságrendű horizontális és vertikális pontosság lehetővé teszi az 50–70 évnnyi környezeti, mikrodomborzati változások után is az árkok és különböző építmények terepi pontjainak azonosítását, szűrését. A lézerszkennelés legnagyobb előnye a mi kutatásunk esetében is, hogy akár sűrű vegetációval fedett területek alatti tereppontok bemérésére is alkalmas, a többszörös visszaverődésből származó többszintű pontfelhő detektálása miatt. A repülőeszköztől készült LiDAR pontfelhők felhasználásával egyértelműen be lehet azonosítani korábban betemetett harckocsiárkot, lövészárkot vagy akár vasbeton építményeket is. (7. ábra)

Földi szkennerek használatával nagyon nagy felbontásban kaphatjuk vissza a terepi objektumok pontfelhőjét, ami lehetőséget ad arra, hogy valós mai állapotában rögzítsük és kívülről-belülről modellezzük. A terepi mérések végrehajtása ilyen esetekben igen körülményes az objektumokat körülvevő nagyon sűrű növényzet miatt. Esetünkben a földi méréseket egy Leica BLK360 műszerrel hajtottuk végre. Méréseink során legalább kétszer annyi álláspontra volt szükségünk, mintha növényzet hiányában kellett volna végrehajtani a fel-



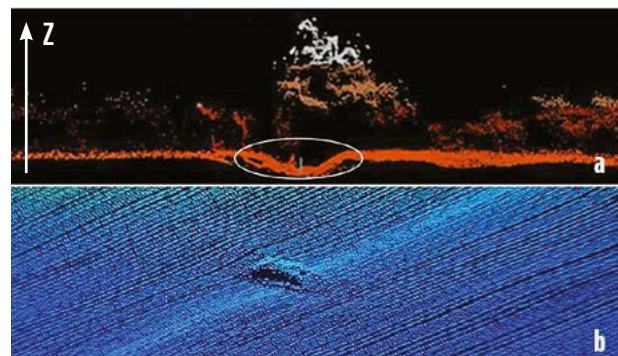
adatot. A nehéz körülmények ellenére a mérés átlagos hibája 2 cm alatt maradt. A 9. ábra bal oldalán a terepi felmérés álláspontjai (piros pontok) és pontfelhője (33 millió pont) felülnézetben, míg a jobb oldalon az A/20 típusú megerősített féloldalazómű 57 (76) mm-es páncéltörő ágyú állásának a vegetáció pontjaitól megtisztított pontfelhője (4,3 millió pont) látható.

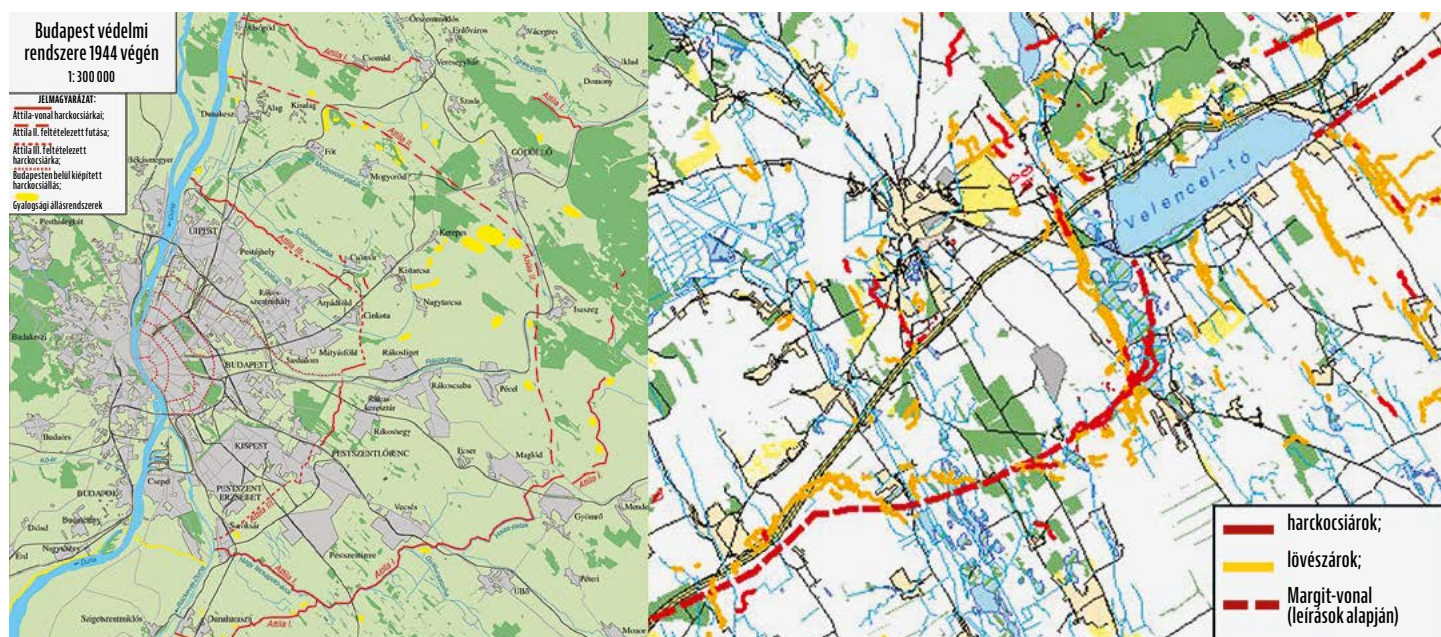
A klasszikus légi és a földi szkennelés mellett lehetőségünk van drónok használatára is. A drónok segítségével fotogrammetriai és szkennelési megoldásokat is választhatunk. A fotogrammetriai feldolgozás jelen katonai objektumok tekintetében nem szerencsés választás a sűrű növényzet takarása miatt. Drónos szkenneléssel tudjuk támogatni a rekonstrukciót, hiszen plusz információt jelenthetnek a felszíni objektumok drónról szkennelt pontjai és a közvetlen környezet pontjai is, azonban kizárólag drón használatával nem megoldható a teljes modellezés,

5. ÁBRA. Betemetett harckocsiárkok infravörös légi felvételen [1]

6. ÁBRA. Harckocsi- (A) és lövészárkok (B) archív légi felvételen [4]

7. ÁBRA. Lövészárkok metszete (a) és A/10 géppuskaállás (b) ALS pontfelhőben [13; 14.]





8. ÁBRA. A rekonstruált teljes Attila-vonal (balra) [18] és a Margit-vonal egy részlete (jobbra) [4] (A szerzők szerkesztése)

mert az objektumok belseje csak földi szkenneléssel mérhető fel.

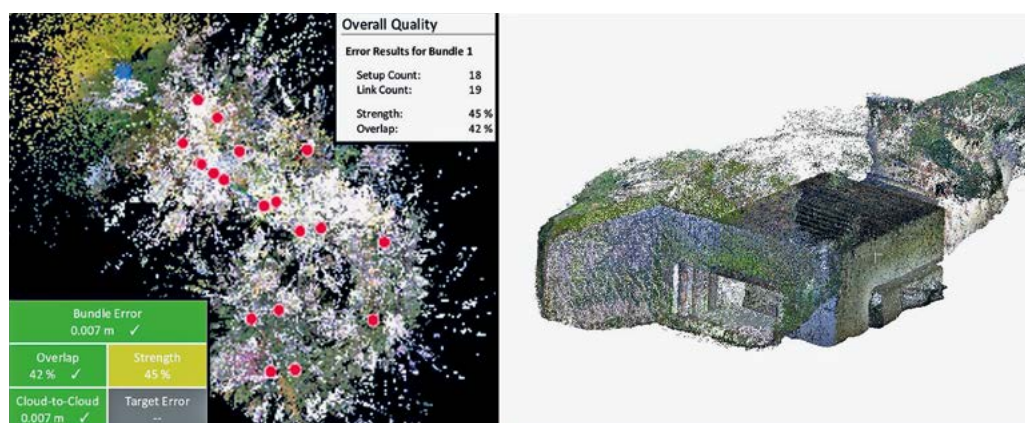
AZ ADATOK TÉRINFORMATIKAI FELDOLGOZÁSA ÉS EREDMÉNYE

Ahogy azt a korábbiakban is említettük, érdemes legalább két rekonstrukciós (áttekintő hadművelleti és részletes harcászati) szintben gondolkodni a katonai objektumok esetében. A hadművelleti szintű, áttekintő jellegű rekonstrukcióhoz elegendő a védelmi rendszerek és vonalak 2D-s térképi ábrázolása. Az archív térképi és archív légi fényképekről származó információk és az általunk a korábbi években végrehajtott terepi felmérések adatainak digitalizálása után létrehoztuk a vizsgált területek erősítéseinek térképeit, illetve ahol lehetséges volt, az egyes objektumokhoz attribútumadatokat is rendeltünk. A térképezés alapadatainak gerincét mindkét vonal esetében az archív légi fényképek biztosították,

melyeket georeferálás után dolgoztunk fel. A kutatás alapvető célja az erősítési rendszerek pontos elhelyezkedésének térképezése volt, ami az alapját képezheti különböző térinformatikai elemzéseknek is. A 8. ábra bal oldalán a teljes Attila-vonal térképét láthatjuk, amely alapján kijelenthetjük, hogy a korábbi információkkal ellentétben nem épült három teljesen egyenértékű védelmi vonal a rendszeren belül, hiszen például harcocsírok csak a külső és belső vonalban található (piros vonal). A középső vonalban jellemzően csak gyalogsági árkokat tartalmazó megerősített terepszakaszok láthatók (piros foltok). Az ábra jobb oldalán a Margit-vonal egy rekonstruált részlete található. A valósnomvonal – amely szinte csak lövészárkokból állt – a Velencei-tótól délnyugatra teljes egészében egybeesik a korabeli leírásokkal (szaggatott vonal), míg északra egyáltalán nem

folytatódik. A tó déli oldalán, a partra merőlegesen kialakított lövészárkrendszereket, azok elhelyezkedése és irányultsága alapján valószínűleg már a szovjetek építették a német ellentámadások megakadályozására, amit hadtörténész kolléga is megerősített.

A DVR-hez kapcsolódóan nagy pontosságú térbeli adatok alapján elkészítettük egy mintaterület és objektumainak 3D-s rekonstrukcióját. Az alapadatokat egy légi lézerszkennelt pontfelhő biztosította, melyet a pécsi Janus Pannonius Múzeumtól kaptunk meg kutatási célra. A múzeum 2012 márciusában az „ArchaeoLandscapes Europe” (ArLand) pályázat keretei között egy 140 km² nagyságú területet mért fel roncsolásmentes lelőhelyazonosítás és régészeti munkálatok elősegítése érdekében. Ebbe integráltuk a saját – Leica BLK360 műszerrel végrehajtott – földi szkennelési eredményeinket. Így abszolút értelemben is el tudtuk helyezni a rendszer elemeit. A két pontfelhő illesztéséhez manuális megoldást kellett alkalmaznunk, mert a felhasznált szoftver (CloudCompare) [19] beépített illesztési funkciója nem tudta automatikusan megoldani. Ez nem is várható el olyan esetekben, mint például a 11. ábrán bemutatott helyszínen, amikor a föld alatti bunkernek (A/16 közepes típusú fedezékkel ellátott tüzelőállás) csak a rézsúje fedezhető fel az ALS pontfelhőben (piros pontok), és csak ezen néhány pont alapján kell megvalósítani az illesztést. Jól látható, hogy



a két pontfelhő eltérése (cloud to cloud distance) [20] a részsűnél éri el a legkisebb értékeket (~ 25 cm).

Miután az erődítési elemek a helyükre kerültek az egységes térinformatikai keretrendszerben, kétirányú vizsgálatot végeztünk el. A TLS pontfelhők alapján AutoCAD [21] rendszerben létrehoztuk az egyes bunkerek 3D-s modelljét a jelenlegi állapotoknak megfelelően. Ez alapján elvégeztük az összehasonlítást a jól dokumentált típustervekkel, rögzítettük a mai állapotokat és rekonstruáltuk a valós 3D-s terepen való elhelyezkedésük alapján a tervezett pásztázási irányokat és ezzel együtt a rendszer tervezett felépítését. (10. ábra)

A pásztázási területek ábrázolásához a géppuska esetében 600 métert, a páncéltörő ágyúknál 1000 métert vettünk alapul, ami természetesen szabadon változtatható az egyes bunkertípusokban használatos fegyverek paramétereinek tekintetében. Az ábrán jól azonosíthatók például azok a terepi adottságokból fedett területek, amelyeket nem lehet közvetlen tűz alatt tartani.

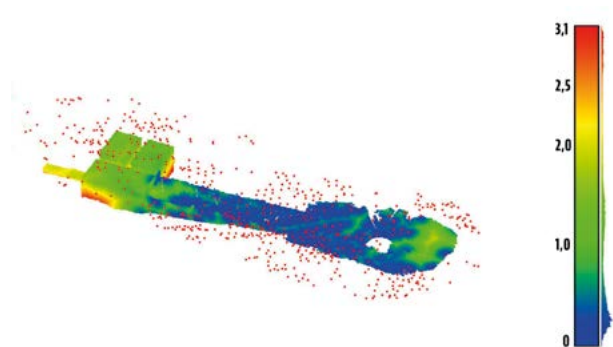
ÖSSZEGZÉS

A hadtörténeti vizsgálatok részét képező katonai erődítések rekonstrukciója nagy pontossággal végrehajtható a térinformatika adta egységes keretrendszerben, ahol az archív források adatait és a modern távérzékelési eszközök méréseit egyszerűen integrálhat-



10. ÁBRA. A bunkerek pásztázási területei és átfedései a 3D-s térinformatikai rekonstrukció alapján [14; 220.]

juk, így fokozva a vizsgálatok megbízhatóságát. A térinformatikai rendszerek lehetőséget adnak nemcsak az abszolút és relatív értelmű objektumrekonstrukcióra, valamint az eredmények két- és háromdimenziós megjelenítésére, hanem többféle térbeli elemzésre is. Ezeken a vizsgálatokon keresztül pontosítani tudjuk az egyes védelmi rendszerek és azok elemeinek pontos helyzetét, irányultságát, így rekonstruálva a hadművelleti és taktikai szintű terveket és a megvalósult részleteket. A térképezési feladatok és az elemzések eredményei felhasználhatók a további hadtörténeti kutatásokban, a vonatko-



zó események részletesebb kutatásában, valamint lehetőséget biztosítanak a realisztikusabb vizualizációra az érdeklődők számára.

11. ÁBRA. Az ALS és TLS pontfelhők illesztése és annak pontossága [9; 218.]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Juhász A.: A XIX-XX. századi tábori erődítések a Kárpát-medencében. Hadtörténeti rekonstrukció térinformatikával. Várak, erődök, erődítések 2. Budapest, TINTA Könyvkiadó, 2004, 160.
- [2] Számvéber, N.: Kard a pajzs mögött. A „Konrád” hadművelet története, 1945. Budapest, Püldo Kiadó, 2007, 263.
- [3] Juhász, A.: A special GIS application. Military historical reconstruction. Periodica Polytechnica: Civil engineering, 2007/1, 25–31. <https://doi.org/10.3311/pp.ci.2007-1.04>
- [4] Juhász, A. – Winkler G.: Hadtörténeti rekonstrukciók új eredményei a távérzékelés és a GIS alkalmazásával. Geomatikai közlemények XVI., 2013, 89–101.
- [5] Suba J. et al.: Betonba zárt hidegháború. Budapest, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, 2010, 204.
- [6] Tóth Sándor: Budapest felszabadítása. Budapest, Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, 1975, 288.
- [7] Поиск документов об участниках войны. <https://pamyat-naroda.ru/> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [8] A Rákosi-erődvonal a láncos kutya árnyékában https://falanszter.blog.hu/2012/09/21/a_rakosi_erodvonal_a_lancos_kutya_arnyekaban (Letöltve: 2025.04.14.)
- [9] 50 Years of Landsat Science. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [10] Pleiades instruments. <https://earth.esa.int/eogateway/missions/pleiades> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [11] Put the globe to work. <https://mapsplatform.google.com/maps-products/earth/capabilities> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [12] Mesterházy G.: Improving the Quality of Archaeological Predictive Models. Communicationes Archaeologicae Hungariae, 2019, 5–30. <https://doi.org/10.54640/CAH.2019.5>
- [13] Juhász, A. – Schlosser A.: Modern kori katonai objektumok rekonstrukciójának térinformatikai lehetőségei. Geomatikai közlemények XXVI., 2023, 7–22.
- [14] A. Juhász – A. Balogh: 3D GIS reconstruction of Hungarian Southern Defense Line. Geodetski vestnik, 2024/2, 211–222. <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2024.02.211-222>
- [15] Szabó M.: Régészet madártávlatból. Archaeolingua Alapítvány, Budapest, 2016, 304.
- [16] What is InSAR? <https://satsense.com/what-is-insar> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [17] Lovas T. et al: Lézerszkennelés (Monográfia). TERC, Budapest, 2012, 166.
- [18] A. Juhász: New achievements in WW II. military historical reconstruction with GIS, 2014. Academic and Applied Research in Military Science (AARMS) 2014/ 3, 413–424
- [19] CloudCompare. <https://cloudcompare.org/presentation.html> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [20] Cloud-to-Cloud Distance https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php/Cloud-to-Cloud_Distance (Letöltve: 2025.04.14.)
- [21] Autodesk AutoCAD <https://www.autodesk.com/hu/products/autocad/overview> (Letöltve: 2025.04.14.)
- [22] A Típus erődítmények és azok álcázásának gyűjteménye (archív segédlet a szemrevételezők részére) segédlet. Honvédelmi Minisztérium, 1957.03.22., 38.



DARUKA NORBERT* – KUGYELA LÓRÁND** – EMBER ISTVÁN***

TÖBBKOMPONENSŰ ROBBANÓANYAG ÉS ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

I. RÉSZ

* Robbanóanyag-ipari szakmérnök, a katonai műszaki tudományok habilitált PhD fokozatos, alezredes, MH Transzformációs Parancsnokság, Transzformációs Igazgatóság, Tudományos Kutatóhely. ORCID: 0000-0002-7102-1787

** Robbanóanyag-ipari szakmérnök, a katonai műszaki tudományok PhD fokozatos, CerTrust Kft. Vezető vizsgálómérnök (robbanóanyagok). ORCID: 0000-0002-2869-8864

*** Robbanóanyag-ipari szakmérnök, a hadtudomány PhD fokozatos, alezredes, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék, adjunktus. ORCID: 0000-0002-9877-0366

Összefoglalás: A többkomponensű robbanóanyagok alkalmazása a honvédelmi területen lehetőséget ad a katonai műveletek hatékonyabb és sokoldalúbb végrehajtására. Kifejlesztettek egy különleges feladatok ellátására, vagy speciális műszaki robbantástechnikai feladatok végrehajtására is alkalmas, helyszínen előállítható, kis átmérőben gyutacsindítható, többkomponensű, tixotróp tulajdonsággal rendelkező robbanóanyagot. Az új rendszer jelentős mértékben növeli a hatékonyságot, csökkenti a kockázatokat, és egyszerűsíti a robbantási műveletek lebonyolítását.

Kulcsszavak: bináris robbanóanyag, innovatív felhasználás, 3D töltetházak, tűzserész mentesítés

Abstract: The use of multicomponent explosives in the field of defence offers the possibility of more effective and versatile military operations. A multi-component explosive has been developed, with thixotropic properties, which can be produced on site, can be used for special missions or for specialised engineer demolition tasks, and can be fuse-initiated in small diameter fuses. The new system significantly increases efficiency, reduces risks and simplifies the conduct of demolition operations.

Keywords: binary explosives, innovative use, 3D charge cases, bomb disposal

BEVEZETÉS

Az orosz–ukrán háború gyökereiben megváltoztatta a jelenkori hadseregek stratégiai berendezkedését. 2022 februárja előtt szinte korlátlan

mennyiségben állt rendelkezésre lőpor, trotil¹ és hexogén² mind a katonai, mind az ipari robbantástechnika területén. Mára – három év leforgása alatt – a helyzet olyan szinten vál-

tozott meg, hogy a lőporgyárak már több évre előre vesznek csak fel rendelést, olyan feltételek mellett, hogy az alapanyagnak használt linter³ jelentős százalékban kínai eredetű lesz.

- ¹ TNT vagy trinitrotoluol $C_7H_5N_3O_6$ (CAS: 118-96-7), a leggyakrabban alkalmazott katonai robbanóanyag. A TNT tisztaságától függően halvány sárga, sárgásbarna színű, levegőn lassan barnuló, kristályos vegyület, melynek ütés-, hő- és dörzsérzékenysége igen alacsony.
- ² RDX – Nagy-Britanniában Royal Demolition eXplosive, az USA-ban és Kanadában Research Department eXplosive, Olaszországban T4 néven ismerik – a kémiai nevében lévő T betűk darabszáma alapján –, de cyclonitként is forgalmazzák. $C_3H_6N_6O_6$ (CAS: 121-82-4), kémiai nevén 1,3,5-trinitro-1,3,5-triazaciklohexán a második leggyakoribb katonai felhasználású, magas hatóerejű robbanóanyag.
- ³ A lőszerekben alkalmazott lőpor egyik alapanyaga, a pamutgyártás egyik mellékterméke.



1. ÁBRA. Az MH
1. Tűzszerész és Folyamőr
Ezred katonái egy
II. világháborús
légibombát
hatástalanítanak
(Fotó: Gajdos Milán
főhadnagy / MH 1. tűsz.
és főő. e.)

A TNT teljes mértékben hiánycikk lett, az európai gyártása a jelentős vízfelhasználás [1] és környezetszennyezés miatt visszaszorult. Jelenleg a legnagyobb európai gyártók Lengyelországban és Szerbiában találhatók, emellett jelentős az indiai, török és kínai gyártás is. Új TNT-üzemek lé-

tesítését tervezi Finnország [2], valamint az USA is. [3][4] Az amerikai hadsereg által használt tűzérési lőszerrek robbanóanyagát hajóval szállítják az amerikai kontinensre, ahol a lövedékekbe töltik, majd onnan visszaszállítják a NATO-tagországokba, vagy éppen a háborús övezetekbe. Az ilyen hosszú logisztikai ellátási lánc jelentősen növeli a kiadásokat. A fentiek miatt, az ellátási láncok rövidítése érdekében új gyár létrehozása hosszabb távon kifizetődő lehetne, hiszen az 1980-as évek óta nem gyártanak TNT-t az amerikai kontinensen. Fontos megjegyezni emellett, hogy habár jelentős lépéseket tesznek új robbanóanyagok kifejlesztésére [5; 60.][6], még mindig a TNT képezi a gerincét a tűzérési eszközöknek és a tűzszerészmunkának. [7] Egy új, stabil és kezelésbiztos robbanóanyaggal történő kiváltása biztosan nem valósul meg a következő évtizedekben.

EGY HÁBORÚ HATÁSAI

Az orosz–ukrán konfliktus napjainkra nagyrészt állóháborúvá változott, ahol mind a két fél harcanyaghiánnyal küzd. Ennek szekunder hatása – világviszonylatban – az, hogy az alapanyagot gyártó néhány létesítmény kapacitása folyamatos üzemvitel mellett is több évre le van kötve. Hexogén jelenleg – a Magyar Lőszergyártó és Rendészeti Technológiai Korlátolt Felelősségű Társaság információi szerint – 22–24 hónap várakozási idővel rendelhető. Plasztikus robbanóanyag

(PETN-bázisú – pentaeritrit-tetranitrát vagy nitropenta) csak limitált mennyiségben rendelhető. Ez a jelenség éppen olyan erősen írja felül a hadseregek robbanóanyag-felhasználását, mint például a drónok a harci tevékenységeket, mivel két éve még nem volt elterjedt a drónok ilyen mértékű harci alkalmazása. Napjainkban viszont katonai műveletek már elképzelhetetlenek dróntámogatás nélkül.

Jelenleg felbecsülhetetlen a mennyisége azoknak a fel nem robbant tűzérési eszközöknek, rakétáknak, bombáknak, amelyek a háború lezárása után maradnak hátra. Az ezeknek a megsemmisítéséhez szükséges robbanóanyag-mennyiség is elképzelhetetlenül hatalmas lesz. A szükséges harcanyagokat légi úton vagy a rombolt közlekedési hálózaton keresztül kell majd a helyszínre juttatni, amelynek a szállítási költsége és szervezése is jelentős feladat lesz. Ilyen nehéz körülmények között különösen fontos egy olyan robbanóanyag, amelynek előállítása akár egy helyszínre telepíthető üzemben is megvalósítható, és költsége elenyésző egy plasztikus robbanóanyagéhoz képest.

Azt, hogy milyen szükségmegoldások léteznek háborús helyzetben, jól példázza az is, amit Damó Elemér második világháborús tapasztalatairól szóló írásából [8] ismerhetünk meg. A műszaki alakulatok akkoriban „trikkettőt” használtak, ami nitrokeményítő volt, gyártása a Nitrokémia Rt. üzemében folyt. [9] A második világ-

2. ÁBRA. Földrobbantó
töltetek előkészítése
műszaki szakfeladatok
végrehajtásához
(Fotók: Janó Miklós
törzsőrmester / MH RF
14. mű. e.)





3. ÁBRA. A szétvált robbanóanyag-rendszer folyadékfázisa, klasszikus KINEPAK keverék esetén (Fotó: Kugyela Lóránd)

háborúban alkalmazott tetril, hexogén és trotil túl drága volt a műszaki feladatokhoz, ezért azokat csak tűzérési löszekben és bombákban alkalmazták. Szükség volt valamilyen olcsón, helyben előállítható robbanóanyagra, így került sor a Fűzfőgyártelepen, keményítő nitrálásával előállított nitrokeményítő létrehozására.

Ebből a rövid történeti visszatekintésből is látszik, hogy a robbanóanyagok felhasználása feladatfüggő, és financiaális vagy funkcionális alapon lehetséges prioritizálni a felhasználandó robbanóanyagot.

EGY KÜLÖNÖS TERMÉK HÁTTERE

A bináris vagy kétkomponensű robbanóanyagok fogalma a magyar szakirodalomban alig ismert. Maga az elnevezés amerikai eredetű és többnyire Gerald „Jerry” Leroy Hurst⁴ nevéhez köthető, aki két összetevőből álló robbanóanyag-keverék (KINEPAK) esetén említi azt. [5; 58–75.] Európában, bár eltérő összetevőkkel, már 1871-től találhatók információk a többkomponensű robbanóanyagokkal (TKR) kapcsolatosan. A napjainkban is alkalmazott Sprengel-robbanóanyagok

felfedezőjük Hermann Johann Philipp Sprengel nevéhez fűződnek, aki még a 19. században szabadalmaztatta robbanóanyag-keverékeit. [10] Ezek erős oxidálószeres és éghető anyag keverékei, ami alapgondolata az AN-DO – ammónium-nitrát és dízelolaj keverékéből álló robbanóanyagnak is.

Maga a kompozit robbanóanyag tulajdonképpen az előzőekben említett anyagok más megfogalmazása, persze rugalmasabban kezelve a kérdést, mivel egyaránt értik oxidálószer és éghető anyag keverékére (pl. AN-DO) [11], valamint robbanóanyag-keverékre is (RDX + Al vagy TNT + Nitroguanidin). [12][13][14] A legegyszerűbb meghatározás szerint: a kristályos oxidálószeres nitrát-észterekkel keverve heterogén fizikai szerkezetű kompozit robbanóanyagokat eredményeznek, melyek energiasűrűsége nagyobb, mint a homogén robbanóanyagoké. [15] A kompozit robbanóanyagokkal, illetve azok alkalmazási lehetőségeivel hazánkban nagyon kevesen foglalkoztak [16][17][18; 246–250.], gyakorlati alkalmazásra pedig nem is került sor.

A bináris robbanóanyagokat a mai napig szinte kizárólag az Amerikai Egyesült Államokban használják, többségében katonai robbantási feladatokra. Ezek jellemzően tűzserész feladatok [19], amelyeket sok esetben alvállalkozók bevonásával végeznek. Hazánkban kizárólag a Magyar Honvédség 1. Tűzserész és Folyamőr Ezred hajt végre ilyen jellegű munkákat. Ez az egyetlen olyan alakulat, ahol a veszélyességre és a sokrétű társadalmi összefonódásra való tekintettel nemcsak katonai szabályzók, hanem magasabb szintű rendelet (a 142/1999. Kormányrendelet a tűzserészeti mentesítési feladatok ellátásáról) szabályozza a Magyarország területén tűzserész tevékenységet végző szervezetek munkáját, jogait és kötelességeit. [20]

Az ok, ami miatt egyre nagyobb jelentőséggel bír ezen robbanóanyagok használata, nem más, mint az olcsó alapanyagköltség, illetve a biztonságos közúti és légi szállítás. [21] Az 1980-as évek óta tartó használatuk mind a civil, mind a katonai területen

bizonyította, hogy valóban biztonságosan és megbízhatóan használhatók ezek a robbanóanyagok, és annak ellenére, hogy nem váltják ki a plasztikus robbanóanyagot és a TNT-t, mégis van létjogosultságuk.

A robbanóanyag brizanciája⁵ alkalmassá teszi őket arra is, hogy a robbanószerkezeteket robbantással megsemmisítse, így a tűzserészek is sok helyen alkalmazzák őket a világban. [7]

Az amerikai Védelmi Minisztérium 2005-ben, a szárazföldi aknák helyszíni semlegesítésének/megsemmisítésének eszközeit, módszereit vizsgáló programja záró tanulmányában hatféle bináris (főleg nitrometán-bázisú) robbanóanyag sikeres alkalmazásáról számolt be. [22] Azonban ezek az anyagok nem honosodtak meg, az amerikai hadsereg jelenleg nem használ bináris robbanóanyagot. Ehhez azonban nagyban hozzátartozik, hogy jelentős mértékben önellátó a legtöbb robbanóanyag tekintetében.

A polgári környezet tekintetében alapvetően jellemző a tűzserészfeladatokra, hogy nem napi szintűek és nem tervezhetők előre [23], ugyanakkor a robbanóanyag-igényük jellemzően nem nagy, általában csak néhány kilogramm. [24] Amerikában napjainkban leginkább a következő feladatoknál használják bináris robbanóanyagot:

- csővezeték-nyomvonal előkészítési munkáinál, munkagéppel nem kezelhető kötőbök robbantásánál;
- erőművek gőz-csővezetékeinek tisztító robbantásánál;
- túraútvonalak, túraösvények építési munkáinál, tisztításánál;
- nemzeti parkok robbantási feladatainál;
- kisebb épület, építmény robbantási munkáinál.

A fenti esetekből jól látszik, hogy főleg a kevés robbanóanyaggal elvégezhető, nem rendszeres robbantási munkákhoz használják ezt a fajta anyagot.

Speciális terület a fémplattírozás, vagyis fémlamezok robbantásos hegesztése. Ezek kis szériában készült termékek, amelyeket például reaktor-

⁴ Amerikai vegyész és tűzvizsgáló (1937–2015), a Kinepak bináris robbanóanyag feltalálója.

⁵ Robbanóanyagok hevessége, zúzóhatásának mértéke.

technológiához, agresszív vegyi anyagokat tároló nagyméretű tartályfelekhez, speciális csőkötésekhez, szupravezető kötések gyártásához alkalmaznak. Használatukkal lehetőség nyílik konvencionális módon egymáshoz nem hegeszthető-köthető fémek gyártására, mint például titán-alumínium vagy alumínium-vörösréz. [25] [26; 194–242.] [27; 48–49.]

EGY KÜLÖNÖS TERMÉK NAPJAINKBAN

Minden túlzás nélkül állíthatjuk, hogy Európában többkomponensű robbanóanyagot nemhogy polgári területen, de még katonai területen sem használtak sehol, csak Magyarországon. A dr. Kugyela Lóránd által hosszú fejlesztési folyamatként létrehozott TKR többkomponensű robbanóanyag – mely magában hordozza az eredeti amerikai alapötletet – azonban olyan mértékben módosult, hogy mára önálló terméké vált. Felhasználási területeinek elemzése és tesztelése során bizonyított alkalmazási lehetőségei:

- vágó- és lyukasztótöltetekben történő felhasználás;
- fémplattírozás során történő alkalmazás;
- „water impulse charge” speciális vágótöltetek nyílászárók nyitására;
- boosterként ANDO indítására;
- tüzserész mentesítési feladatokban történő alkalmazhatóság.

A vizsgálati eredmények teljes ismertetése kimerítené e publikáció korlátait, azonban a tüzserész feladatokhoz történő alkalmazások több szempontból ígéretes eredményeket mutattak.

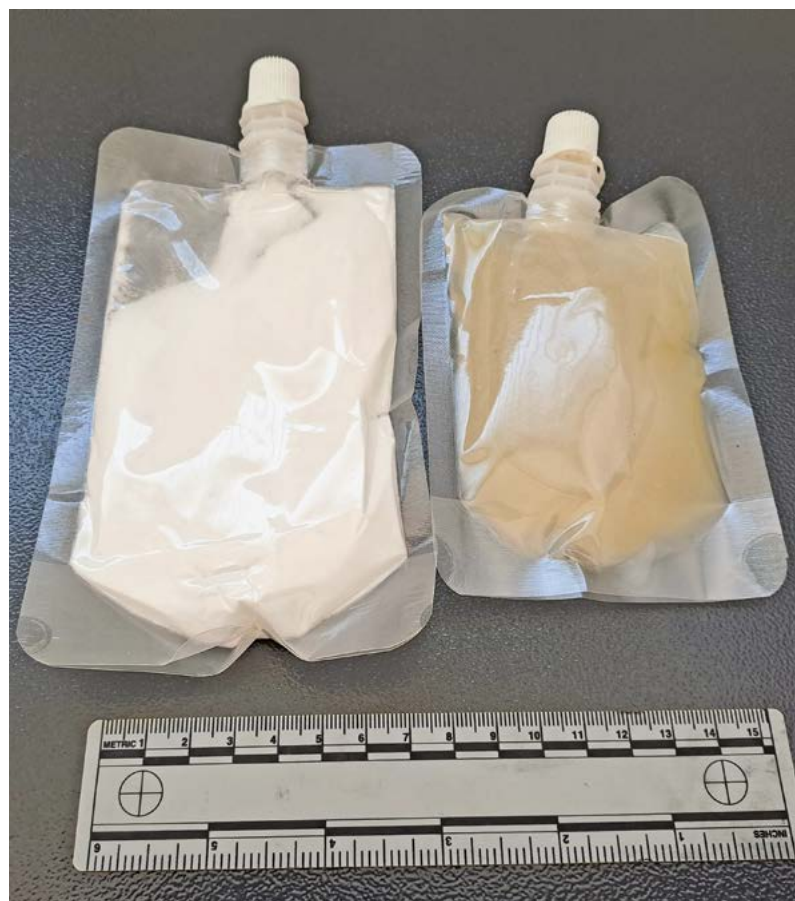
A SAJÁT FEJLESZTÉSŰ TKR ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A 2016-os, amerikai US 9,506,729 B2 azonosítójú szabadalom komplexen és széleskörűen bemutatja a bináris robbanóanyagok akkori állapotát, valamint előnyöket és hátrányokat is megfogalmaz több bináris rendszerű robbanóanyaggal szemben. Azonban a jelzett szabadalmak egyike sem érinti, illetve kezeli a kikevert robbanóanyag struktúráját, továbbá ennek

gyakorlati fontosságát. Vagy kizárólag folyékony rendszerrel, vagy csak szilárd–folyékony rendszerrel rendelkező robbanóanyagok állnak jelenleg használatban. [22]

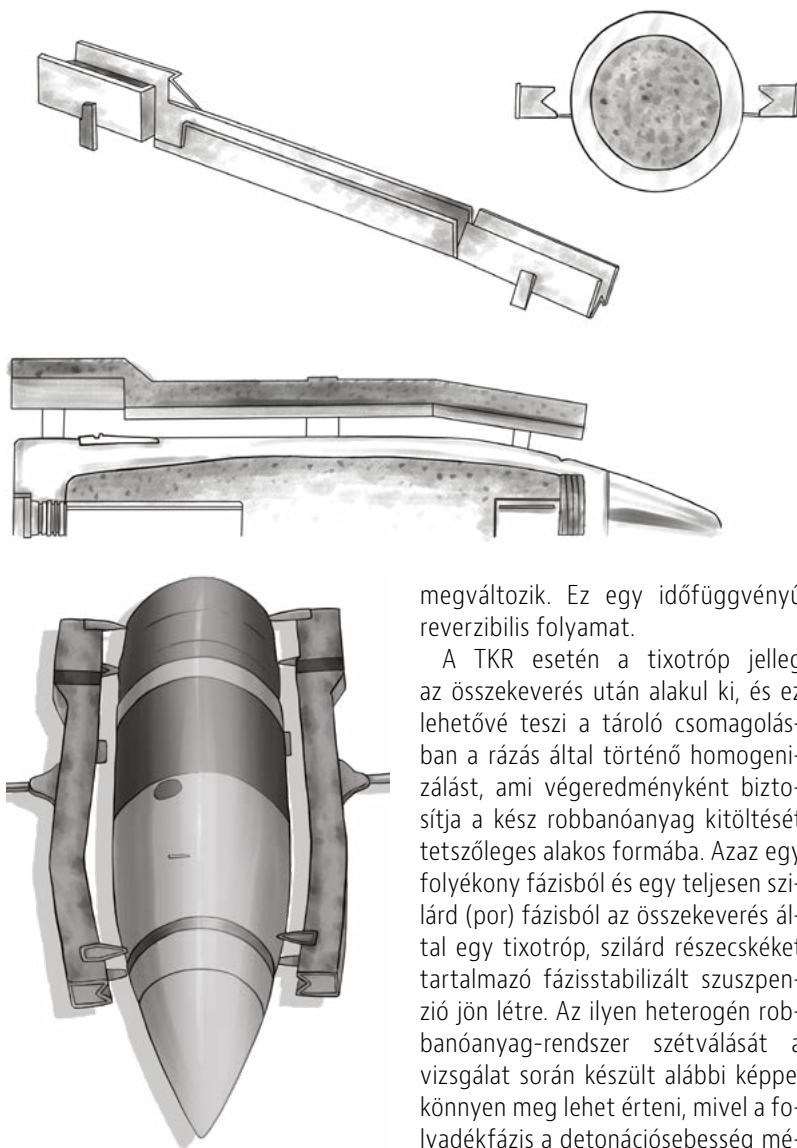
A fejlesztett TKR (többkomponensű robbanóanyag) ezt az alkalmazási rést és potenciált használja ki,

mivel olyan szuszpenziós robbanóanyag-rendszer, amely hosszú távon sem változtatja meg a térfogati sűrűségét. Ez azt jelenti, hogy a szilárd frakció nem ülepedik és nem mozog gravitációsan. Ezt annak az egyedi tulajdonságának köszönheti, amelyet tixotróp⁶ szuszpenzióknak



4. ÁBRA. A TKR mint nem robbanóanyag (felső kép), keverés közben (lent balra) és robbanóanyagként (jobbra) (Fotó: Kugyela Lóránd)

⁶ A tixotrópia jellemzően liofil szoloknál (diszperziós kolloid folyékony állapota) fellépő jelenség, amikor egy anyag viszkozitása nyíró igénybevétel (pl. keverés) hatására lecsökken, de bizonyos idejű pihentetés után a kolloid struktúra (gélszerkezet) regenerálódik, és az eredeti viszkozitás visszaáll.



5. ÁBRA. Tüzérségi löszer
tűzserész mentesítése
helyszínen töltött
lineáris vágótöltettel
(Schlachter Stefánia
grafikái
a [31; 24.] alapján)

neveznek. A két fogalom tisztázása fontos ahhoz, hogy a TKR ezen tulajdonságait a felhasználás szempontjából tudjuk értékelni. Egyszerűen megfogalmazva mindez azt jelenti, hogy a folyadékfázis tixotróp tulajdonsággal rendelkezik, és a szilárd részecskék ebben lebegnek. Ezt akár a nehéz ANDO-ról is állíthatnánk, azonban ott az emulzió nyíróerő hatására nem változtatja a viszkozitását. Éppen emiatt a töltésnél elkerülhetetlen a légbuborékok, lunterek kialakulása.

A TKR az összekeverés után tixotróp szerkezetűvé válik. Ez a tulajdonság bizonyos anyagoknál figyelhető meg, ahol anizometrikus mechanikai hatás következtében (rázás, mozgás, keverés, agitáció) a molekulák közötti kötésrendszer összeomlik, ami miatt a rendszer viszkozitása

megváltozik. Ez egy időfüggvényű reverzibilis folyamat.

A TKR esetén a tixotróp jelleg az összekeverés után alakul ki, és ez lehetővé teszi a tároló csomagolásban a rázás által történő homogenizálást, ami végeredményként biztosítja a kész robbanóanyag kitöltését tetszőleges alakos formába. Azaz egy folyékony fázisból és egy teljesen szilárd (por) fázisból az összekeverés által egy tixotróp, szilárd részecskéket tartalmazó fázisstabilizált szuszpenzió jön létre. Az ilyen heterogén robbanóanyag-rendszer szétválását a vizsgálat során készült alábbi képpel könnyen meg lehet érteni, mivel a folyadékfázis a detonációsebesség mérésére szolgáló nyíláson keresztül kifolyt. (3. ábra)

A TKR folyadékfázisának egyik alkotóeleme rendelkezik minden olyan tulajdonsággal, amely az ideális robbanóanyagok esetén előfordul. Tehát kicsi a kritikus átmérője, az anyagra jellemző detonációsebesség már kis átmérőben is kialakul, a detonáció sebessége és brizanciája miatt alkalmas üreges töltetek készítésére is.

A szuszpenziók általános jellemzője, hogy bizonyos idő elteltével kiülednek, és a folyadékoszlop keresztmetszeti sűrűsége nem lesz ugyanaz annak alsó és felső részén. Ez a klasztrikus Kinepak-típusú bináris robbanóanyag esetén kifejezetten nem kívánatos, bár az ilyen nagyarányú folyékony fázist tartalmazó robbanóanyagok nem elterjedtek. Ugyanezt a jelenséget figyeltük meg korábbi vizsgálataink során öntött

robbanóanyagok esetén is. [28; 39–48.][29; 280–298.][30; 27–34.] A TKR esetén azonban a szuszpenzió tartósan fennmarad, az hónapok után sem változik, így a robbanóanyag indíthatósága sem változik meg. A szilárd fázis porozitása miatt pedig a folyadék a szilárd részecskék szerkezetébe diffundál, ezáltal a detonációs hullám nem sérül a folyadék-szilárd fázis találkozásánál. Az inert alkotóelemek, főleg, ha azok magas olvadáspontúak, a detonációsebességet jellemzően csökkentik, mivel a robbanás kémiai átalakulásakor felszabaduló energia ezen alkotóelemek melegítésére, megolvasztására, elégetésére fordítódik.

A kifejlesztett TKR használatával a felhasználás helyszínén tetszőleges formájú és tömegű robbanóanyag-töltet hozható létre az előre gyártott csomagolótartályok segítségével. (4. ábra)

Az új robbanóanyag tulajdonságai azonban a fentiekben túlmutatva azt is lehetővé teszik, hogy a felhasználó egy előre gyártott töltetburkolattal irányított hatású, azaz kumulatív tölteteket is készíthessen belőle. Kumulatív töltetek készítésénél azonban különösen fontos az alkalmazott robbanóanyag egyenletes töltése a töltetházba, mivel az egyenetlen töltés akár a robbanás megszakadásához, megálláshoz, illetve – vágótöltet esetén – a vágási képességének drasztikus lecsökkenéséhez vezethet.

A vágótöltetek jelentős része gyári extrudálással készül, azonban sok esetben előfordul az alakos töltetek helyszíni készítése egyes célfeladatokhoz. Ebben az esetben többnyire plasztikus robbanóanyagokat használnak, mivel ezek kezelésbiztosak, és gyúrással formázva az előre elkészített alakos töltetházakba juttathatók. Erre jó példa az amerikai haditengerészet által 1947-ben kiadott (akkor természetesen még titkos minősítésű) szabályzat, melyben ilyen, a helyszínen plasztikus robbanóanyaggal töltött, lineáris vágótölteteket alkalmaztak tüzérségi löszerek és légibombák tűzserész mentesítésére. (5. ábra)

A plasztikus robbanóanyagok formálhatósága azonban a hőmérséklet csökkenésével romlik, és nehézkessé

válí az egyenletes töltetoszlop kialakítása. A TKR ezzel szemben lehetőséget biztosít a kumulatív töltetek készítésére olyan módon, hogy azokban a robbanóanyag egyenletes sűrűségben és légbuborékmentesen töltse ki a teret, és bár vágóképeségük nem közelíti meg a HMX⁷, RDX robbanóanyag-tölteteket [6], ugyanakkor akár 20–30 mm vastagságú acéllemez problémamentes átlukasztására is képesek. A felhasználás során a megtöltött vágótöltet-házból a légbuborékok rázással vagy ütögetéssel felúsznak a felszínre. Ez a korábban említett fázisváltás miatt érhető el, mivel a rázás során létrejövő

nyírófeszültség megbontja a szerkezetet, és a folyadékként viselkedő robbanóanyag felszínére fel tudnak a kisebb sűrűségű buborékok úszni. A fázis-visszaalakulási idő után akármilyen irányba forgatható a töltet, mivel abból nem fog a robbanóanyag kifolyni. Ez a tulajdonság jelenleg a világon egyedülálló szerkezetet eredményez, teljesen új felhasználási lehetőségekkel.

Természetesen a TKR-hez szükségessé vált a megfelelő csomagolás kifejlesztése, amely lehetővé teszi a homogén keverék kialakulását, és nem képez akadályt az iniciáláshoz sem. Emellett a csomagolás meggátolja

az alkalmazó és az alkotóelemek fizikai kontaktusát, így sem belélegzéssel, sem pedig érintéssel nem tudnak az alkotóelemek az emberi szervezetbe bejutni. A gyutacsoknak is elegendő, ha a csomagoláson keresztül érintkezik a robbanóanyaggal. Ez a csomagolás alkalmassá teszi a TKR-t katonai és rendvédelmi feladatok végzése során szabadon felhelyezett töltetként a szerkezetielem-robbantások, aknamentesítés és tűzszerész munkák elvégzésére, vagy a különleges rendeltetésű erőknél speciális behatolási feladatok végrehajtására is.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Orlova, J. J.: Brizáns robbanóanyagok kémiaja és technológiája. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1986, 283.
- [2] Bereziuk, Olha: Finland plans to urgently build a factory for the production of TNT, which is in critical shortage due to the war in Ukraine. Бабель 2024.05.05. <https://babel.ua/en/news/106788-finland-plans-to-urgently-build-a-factory-for-the-production-of-tnt-which-is-in-critical-shortage-due-to-the-war-in-ukraine> (Letöltve: 2025.03.12.)
- [3] U.S. Army awards contract for domestic TNT production. US Army official website 2024.11.08. https://www.army.mil/article/281247/u_s_army_awards_contract_for_domestic_tnt_production (Letöltve: 2025.03.12.)
- [4] IME Applauds DOD Award to Construct Domestic TNT Production Facility. IME – Institute of Makers of Explosives official website 2024.08.11. https://www.ime.org/aws/IME/pt/sd/news_article/577277_PARENT/layout_details_share/false (Letöltve: 2025.03.12.)
- [5] Kugyela L.: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. Katonai Logisztika 2020/4, 58–75. <https://doi.org/10.30583/2020.4.058>
- [6] Daruka N.: Érzéketlen robbanóanyagok I. – Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása. Műszaki Katonai Közlöny, 2023/2, 5–21. <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.2.1>
- [7] Daruka Norbert: Speciálne trhacie práce pyrotechnikov pri každomdennej činnosti na misiách (A tűzszerészek speciális robbantási tevékenységei a napi munkában és a missziós feladatokban). Trhacia Technika 2010, 238–245.
- [8] Damó E.: Utász harcéri tapasztalatok. Műszaki Katonai Közlöny, 2008/1–4, 75–306. https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2008_14%20U%20C3%A1sz%20harc%20C3%A9ri%20tapasztalatok%20II-vh%20-%20Dam%20C3%B3%20E.pdf (Letöltve: 2025.03.12.)
- [9] Magyar Királyi Szabadalmi Bíróság, Szabadalmi leírás, 118102. szám, Nitrokémia Ipartelepek r.t.: Eljárás keményítő nitrálására. Bejelentés napja 1936. 05. 22. https://library.hungaricana.hu/hu/view/SZTNH_SzabadalmiLeirasok_118102/?pg=0&layout=s (Letöltve: 2025.03.12.)
- [10] Messel, Rudolph: Hermann Johann Philipp Sprengel. Journal of the Chemical Society, 1907, Vol. 91, 661–663.
- [11] Kent, P. – James, A.: Riegel's Handbook of Industrial Chemistry. New York, 1992. Van Nostrand Reinhold, 1190.
- [12] Gordon, W. E.: Detonation limits in composite explosives. Symposium (International) on Combustion, 1965/1, 833–838. [https://doi.org/10.1016/S0082-0784\(65\)80226-0](https://doi.org/10.1016/S0082-0784(65)80226-0)
- [13] Volk, F.: Detonation gases and residues of composite explosives. Journal of Energetic Materials, 1986/1–4, 93–113. <https://doi.org/10.1080/07370658608011335>
- [14] Maiz, Lotfi – Trzciński, Waldemar A.: Detonation and combustion of new heterogeneous composite explosives containing aluminum particles. 11th International Armament Conference on Scientific Aspects of Armament and Safety Technology, Ryn, Poland 2016. <https://www.slideshare.net/slideshow/detonation-and-combustion-of-new-heterogeneous-composite-explosives-containing-aluminum-particles/78501613> (Letöltve: 2025.03.12.)
- [15] Naminosuke Kubota: Propellants and Explosives, Thermochemical Aspects of Combustion. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 2002, 249. [https://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism_and_pyrotechnics/explosives/Science_of_Explosives/Propellants%20and%20Explosives%20-%20Thermochemical%20Aspects%20of%20Combustion%20\(Kubota\).pdf](https://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism_and_pyrotechnics/explosives/Science_of_Explosives/Propellants%20and%20Explosives%20-%20Thermochemical%20Aspects%20of%20Combustion%20(Kubota).pdf) (Letöltve: 2025.03.12.)
- [16] Czapek Béla: Új robbanóanyagok az építés szolgálatában. Haditechnikai Szemle 1977/3, 84–88.
- [17] Bruce, J.: Az Astrolite robbanóanyagok. Haditechnikai Szemle 1970/1, 35–36.
- [18] 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>
- [19] Dubé P. et al.: Study of the Environmental Impacts of the Blow-In Place Procedure of Various Explosives. Munitions and Charges. Defence R&D Canada-Valcartier. Chapter 8. In Distribution and fate of energetics on DoD test and training ranges: Interim Report 4. ERDC TR-04-4. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg 2004.
- [20] Daruka Norbert – Vörös Mihály: Tűzszerészek a közszolgálati feladatok ellátásában. Seregszemle 2012/2, 22–34.
- [21] Anderson, C. J. – Bauer, A.W.: FIXOR: A New Approach to Neutralizing Landmines and UXO. Journal of Mine Action. 2001/2, 86–87.
- [22] Institute for Defense Analyses: Operational Evaluation Test of Mine Neutralization Systems, Humanitarian Demining Research and Development Program Night Vision and Electronic Sensors Directorate, 2005. április.
- [23] Fletcher, L. R. et al.: Explosives and Blasting Procedures Manual. US Department of Interior 1983.
- [24] Walter, E. J. – Konya, C. J.: Rock blasting and overbreak control. US. DOT, Federal Highway Administration 1991.
- [25] Puraset Water & Metal Solutions website: <https://puraset.hu/hu/szolgáltatások/kutatás-fejlesztés/femtechnologia> (Letöltve: 2025.03.12.)
- [26] Lukács László – Szalay András: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között II. rész – Robbantásos fémmegmunkálás. Katonai Logisztika, 2002/4, 194–242. <https://doi.org/10.30583/2020.4.194>
- [27] Lancaster, J. F.: Metallurgy of Welding. Springer, 1980. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-9506-8>
- [28] Mahadevan, E. G.: Ammonium Nitrate Explosives for Civil Applications. Wiley-VCH Verlag & Co. 2013. <https://doi.org/10.1002/9783527645688>
- [29] Kugyela Lóránd: Különböző robbanóanyagból készült kisméretű kumulatív töltetek teljesítményének összehasonlító vizsgálata. Műszaki Katonai Közlöny 2018/3, 280–298.
- [30] Kugyela Lóránd: Penetration efficiency of small sized conical shaped charges in steel targets. Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik – Mining Geological Petroleum Engineering Bulletin 34, 2019/2, 27–34. <https://doi.org/10.17794/rgn.2019.2.3>
- [31] OP 1720 Shaped Charge Ammunition and Applications of Shaped Charges to Explosive Filled Ordnance (Restricted). Navy Department Bureau of Ordnance, Washington 25. D. C. 1947, 24. Fig. 35.

⁷ A HMX (High Melting eXplosive), más néven oktogén egy robbanó nitramin, amelyet szűkebb körben használnak az iparban és a hadászatban. Tiszta állapotban fehér kristályos anyag. Stabilit, könnyen tárolható, ugyanakkor egyike a legbrizánsabb robbanóanyagoknak. Önmagában nem, többnyire robbanóanyag-keverékekben használják.

MUJZER PÉTER*

LENGYEL GÉPJÁRMŰVEK A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN (1939-1945)

I. RÉSZ



1. ÁBRA. Az 51. páncélgéppágyús zászlóalj Polski Fiat 508-as kis parancsnoki személygépkocsija 1942-ben, a frontra indulás előtt
(Forrás: Fortepan / Miklós Lajos / 141078 sz.)

* PhD, jogász,
hadtörténeti kutató.
ORCID:
0000-0003-2199-3673

Összefoglalás: Az 1930-as évek végén megindult haderőfejlesztés kapcsán felállított magyar gyorsalakulatok, sőt maga a honvédség sem rendelkeztek megfelelő mennyiségű és minőségű gépjárművel. A hazai tömeggyártás még nem indult be, a külföldi beszerzések akadoztak, illetve nem elégítették ki a hadrendi igényeket. Ekkor lengyel gépjárművek formájában váratlan segítség érkezett Magyarországra. A honvédség az internált lengyel hadfelszerelést kijavította, rendszerbe állította és a háború végéig használta.

Kulcsszavak: lengyel, gépjármű, hadrendbe állítás, üzemeltetés/alkalmazás, kompenzáció

Abstract: The rearmament program of the late 1930s focused on the modernisation and motorisation of the Hungarian Army. However, the newly created mechanised units and the Army itself lacked of suitable military vehicles. The domestic mass production had not yet started and the foreign purchases did not meet the requirements. Then suddenly, in 1939, the interned Polish armament and vehicles provided an opportunity to address the lack of military vehicles. The interned Polish equipment was repaired, put into service and used until the end of the war.

Keywords: Polish, motor vehicles, put into service/deployment, servicing, compensation

BEVEZETÉS

Az 1939-es év egy nem várt lehetőséget kínált a honvédség motorizációjának felgyorsítására, amely közvetve és közvetlenül is kihatott a páncélos csapatok fejlesztésére. 1939 őszén a közös magyar–lengyel határon át jelentős létszámú lengyel katona, hadfelszerelés és polgári menekült érkezett Magyarországra. A lengyel haderő tagjait az internált katonai személyi státusza illetve meg Magyarországon. A beérkezett lengyel hadianyag, a katonai, illetve polgári járművek és gépjárművek jogállásával kapcsolatosan azonban nem volt egyértelmű a magyar hatóságok álláspontja.

LENGYEL KATONAI EGYSÉGEK ÉS POLGÁRI MENEKÜLTEK MAGYARORSZÁGON A II. VILÁGHÁBORÚ IDEJÉN

Az 1939. szeptember 1-jén megindult német és az ehhez szeptember 17-én csatlakozó szovjet támadás következtében a lengyel haderő egy része román és magyar területre vonult. [1]

A lengyel csapatok az Uzsocki-, Vercekei-, Toronyai- és Tatár-hágónál lépték át a határt. A magyar határ-vadász zászlóaljak portyázó századai alig győzték fogadni a beérkező lengyel csapatokat és az azokkal együtt érkező hadianyagot. Beregszászon, Munkácson, Ungváron és Huszton a magyarok ideiglenes személy- és hadianyaggyűjtő pontokat szerveztek. Az első civil menekültek és elszórt katonai csoportok szeptember elején lépték át a magyar–lengyel határt, de nagyobb létszámban a lengyel csapatok szeptember közepétől léptek be magyar területre. [2]

Egy lengyel lovassági tiszt visszaemlékezései szerint Rydz-Smigly marsall, a lengyel államfő szeptember 17-én kiadta a lengyel haderőnek a parancsot: „Elrendelem, hogy minden katona kisebb egységekben vagy egyénileg hajtson végre áttörést Romániába vagy Magyarországra, onnan pedig Franciaországba, ahol a lengyel hadsereget újjászervezik.” [3]

A magyar kormány hivatalosan szeptember 18-án nyitotta meg a határt a lengyel polgári menekültek és katonai alakulatok előtt. A lengyel és magyar polgári, illetve katonai vezetés képviselői tárgyaltak, és összehangolták erőfeszítéseiket, hogy a határátkelés és az azt követő eljárások zökkenőmentesek legyenek. A magyar hatóságok azonban nem voltak felkészülve arra, hogy rövid időn belül ilyen nagyszámú katonai és polgári menekült lépje át a határt. [4]

A következő lengyel egységek lépték át tisztjeik vezetésével a magyar határt:

- 10. gépesített lovasdandár;
- 3. hegyi lövészdandár;
- 3. nehéztüzérezred;
- 3. és 6. lövészezred;
- 4. műszaki ezred;
- 9. és 12. ulánus ezred;
- 5. krakkói híradó törzs;
- 53. gyalogezred;
- 11. légvédelmi tüzérezred. [5]

Ezenkívül számos katonai intézet, közigazgatási szervezet, törzs, kisebb töredezett katonai, csendőri, rendőri alegység, katonai csoport, egyén lépte át a határt. [6] Egyes csoportoknak és katonáknak még október 10–11-én is sikerült átszökniük, mint például Baczkowski lovassági hadnagynak, aki a német és szovjet egységek között átcsúszva jutott át a magyar határon. „...[A]z őrhelyet Rusznak hívták. A magyarok barátságosan fogadtak bennünket. Váltóruhát, ... meleg ételt adtak, majd pihenhattunk. A következő nap a formásokkal kezdődött: nevek és rangok felsorolása... A második vagy harmadik napon a magyarok elkülönítettek minket. A mi tiszti csoportunkat egy Dömös nevű helyre küldték, ahol már egy jelentős csoport volt a korán érkezettekől.” [3; 55. o.]

Az 1939. szeptember és október között Magyarországra érkezett lengyel katonai és polgári személyek számával kapcsolatosan még mindig különböző számadatok ismertek. Egyes források szerint 140 000 lengyel személy lépett be Magyarországra. Más források legalább 73 000, legfeljebb 80–85 000 menekülte becsülik a számukat, köztük 42 225 katonát. [7] Egyes külföldi források becslései szerint összesen csak 85 000 lengyel katonát internáltak Romániában, Magyarországon és a balti államokban. [8] A Magyarországra érkező lengyel katonák abban a tévhitben voltak, hogy teljes fegyverzettel, zárt katonai rendben továbbhaladhatnak nyugat felé. Ez természetesen a nemzetközi jog szerint tilos lett volna, és a német érdekeket is sértette volna. A katonai menekülteket tehát különválasztották a polgáriaktól. Ezeket a nemzetközi szabályok értelmében le kellett fegyverezni és internálni kellett. E teendők elvégzésére a Magyar Királyi Honvédelmi Minisztérium (a továbbiakban: HM) határmenti különítményeket szervezett, amelyek elvégezték a katonai alakulatok lefegyverzését, az átvett hadianyag leltározását és a katonai személyeknek az egyes internáló táborokba történő továbbítását. A magyarországi létszám megállapításához közelebb vihet az internált lengyel katonáktól begyűjtött kézi lőfegyverek (alapvetően puská és karabély) mennyisége. A londoni Sikorsky Intézetben található ki-

mutatás szerint 1939 szeptemberében 42 000 db lengyel puská, karabély és 3600 pisztoly került átadásra a magyar hatóságoknak. Ezzel szemben a HM 3.a. osztálya által 1940-ben készített kimutatás szerint 29 937 lengyel puská és karabély került a Fegyver szertárba. [9] Valószínűleg a visszavonuló lengyel katonák nem mindegyike hozta magával az egyéni lőfegyverét, és a raktárakból sem érkezett fegyverzet, ezért a magyar adatok alapján is több mint 30 000, a lengyel kimutatások szerint pedig több mint 45 000 fő lengyel katona, csendőr és rendőr lépte át a magyar határt.

LENGYEL EREDETŰ GÉPJÁRMŰVEK

A források töredékesek, de a HM és a vezérkarfőnök (VKF) fennmaradt iratanyagaiból nyilvánvaló, hogy a honvédség a kezdetektől meg akarta szerezni az internált lengyel haderő felszerelését, elsősorban a gépjárműveket. A HM 13. (jogi) osztály szakvéleményét is kikérték ebben az ügyben. Ezek szerint a hatályos nemzetközi és hadijogi szabályok alapján a konfliktusban Magyarország semleges ország volt, ebből kifolyólag a Magyarországra érkezett lengyel katonai alakulatok és tagjai nem hadifoglyok, hanem internált katonai személyek voltak. A velük érkezett fegyverek, felszerelések, járművek sem a hadizsákmány kategóriájába alá tartoztak. Ezeket a katonai személyzethez hasonlóan őrzött körülmények között kellett volna tárolni a háború végéig, amikor is vissza kellett volna szolgáltatni Lengyelor-

2. ÁBRA.

A Magyarországra érkezett lengyel katonákat a lakosság szívélyesen fogadta. Lengyel tiszt, a magyar 2. gépkocsizó zászlóalj tisztjei és falusi asszonyok egy vegyesbolt előtt (Forrás: Fortepan / Tordai György / 232779)



szágnak. [10] A jelentés igyekezett kibúvót találni a hadianyag felhasználására. A hadijogászok megjegyezték, hogy az internált személyekkel érkezett lengyel hadianyag felhasználható a lengyel katonai és polgári menekültek ellátásával kapcsolatos költségek fedezésére is. Hogy pontosan mikor és milyen döntés született, nem tudható, de a későbbi hivatalos dokumentumokban lengyel zsákmányanyagként vagy csak egyszerűen lengyel, „L” anyagként hivatkoznak a Magyarországra került lengyel eredetű eszközökre és hadianyagra. [11]

A HM nagyjából 3–4000 db beérkezett lengyel katonai és polgári gépjárművel számolt. A HM hatáskörébe a lengyel kincstári (katonai) és a mozgósított polgári gépjárművek tartoztak, elméletileg a civil gépjárművekről elsősorban a Belügyminisztérium gondoskodott, de a források szerint ez utóbbiak, elsősorban tehergépjárművek, különleges járművek és motorkerékpárok is honvédségi kezelésbe kerültek. [12]

Jogosan merül fel a kérdés, hogy erre miért volt szükség. 1939. szeptember közepe és október eleje között összesen 2357 lengyel, zömében katonai gépjármű érkezett Magyarországra. Összehasonlításképpen 1938–1939-ben mintegy 4800–5200 gépjármű állt a honvédség kezelésében. Az 1. gépkocsizó dandár jelentése szerint a seeregtest 1939-ben mintegy 1000 db gépjárművel rendelkezett, amelyek közül 150 db a vonatonál¹, a többi gépjármű a csapatnál szolgált. [13]

A hadrendfejlesztés a mozgósítási kell-álladékot több mint 17 000 gépjárműben határozta meg. 1940 végéig, a fejlesztés első ütemének befejezéséig a honvédség tulajdonában mindössze 5274 gépjármű volt. [14] A polgári életből megközelítőleg 3700 gépkocsit lehetett bevonultatni, így a lefoglalt lengyel gépjárműanyag 1939–1940-ben a honvédségi gépjárművek számának 30–40%-át is elérte.

Tomasz Szczerbicki lengyel kutató [15] információi alapján a lengyel és a magyar kormány képviselői



megállapodtak, hogy a honvédség számára igen kedvező, a valós érték 10–20%-áért a lengyelek eladják a Magyarországra került lengyel katonai felszerelést és gépjárműveket. A vételárból a lengyel csapatok evakuációját és a polgári menekültek ellátását finanszírozták. Az erre vonatkozó szerződések a londoni Sikorsky Intézet archívumában találhatóak. [16]

Már 1939. szeptember 21-én elrendelték az Orosz Béla alezredes parancsnoksága alatt álló lengyel gépjárműgyűjtő állomás felállítását Szolnokon. [17] Az 1939. október 13-án megtartott anyagi vezérkari értekezleten a következő döntés született a lengyel gépjárműanyaggal kapcsolatban: „kihirdetést nyert, hogy a lengyel gépjármű anyag elsősorban a gk. dd-ok és a gyorsan mozgó alakulatok feltöltésére lesz igénybe véve. Az így

felszabaduló tehergk.-k pedig központi készletet fognak képezni.” [18]

Az 1940. március 26-ai anyag szerint a lengyel gépjárművekkel elsősorban a hadrendben lévő hiányokat kell pótolni, másodsorban a könnyen és költséghatékonyan javítható járművekre kell összpontosítani, különös tekintettel a motorkerékpárokra, a tehergépkocsikra és a terepjáró járművekre. [19] 1940. március 5-én a szolnoki műhelyben 604 db lengyel gépjármű volt, 133 db már javítás utáni állapotban. [20]

Egy magyar kimutatás szerint az alábbi eszközöket foglalták le és javítás után 1940-ben vették használatba:

- harckocsi: 19 db;
- motorkerékpár: 210 db;
- személygépkocsi: 53 db;
- különböző tehergépkocsi: 950;
- mentő gépkocsi: 74 db;
- híradó gépkocsi: 31 db;
- műhelygépkocsi: 7 db;

¹ Vonat: oszlopokba foglalt személy- vagy anyagszállításra létrehozott katonai szervezet. Magába foglalta az ahhoz rendszeresített fogatolt vagy gépi szállítóeszközöket, málhásállatokat, valamint a személyzetet. A vonatok a rendszeresített szállítóeszközök szerint fogatolt és gépkocsivonatok lehettek. A gépkocsivonatok általában 20 db gépjárművet magukba foglaló gépkocsioszlopok alkották.



3. ÁBRA. A lengyel 10. gépesített lovasdandár 101. felderítő kisharcokcsi-századának TK-3 és 20 mm-es géppágyúval felfegyverzett TKS kisharcokcsijai, körülöttük a legénység és kíváncskodó magyar tisztek (Forrás: Fortepan / Berkó Pál / 78270)

- riadógépkocsi²: 25 db;
- busz: 41 db;
- pótkocsi: 22 db;
- üzemanyag-taliga: 67 db.

Már 1939. december 18-ával kiutaltak a gyorscsapatok páncélos és kerékpáros alakulatainak 41 db üzemanyag-taligát: az 1. és 2. felderítő zászlóalj 6-6 db-t, a többiek 2-2, a hegyi páncélgépkocsi-szakasz pedig 1 db-ot kapott. [21]

A lengyel polgári menekültekkel beérkezett járművek (357 db személygépkocsi, 274 db tehergépkocsi, 52 db busz, 3 db mentő gépkocsi, 1 db üzemanyagszállító-gépkocsi és 37 db motorkerékpár) többsége is honvédségi vagy állami használatba került.

A LENGYEL GÉPJÁRMŰVEK JAVÍTÁSA

A lengyel járművek egy rövid, de rendkívül intenzív hadműveletben vettek részt, többségük elhasználódott, sérült volt, alkatrészek, javítókészletek,

üzemeltetési segédletek nélkül érkeztek Magyarországra. A lengyel katonák – csalódottságukban, hogy nem engedték őket tovább – megrongálták a felszerelésük és járműveik egy részét. A gépjárművekből leengedték a kenőolajat és a hűtőfolyadékot.

A magyar gépjárműgyűjtő állományok sem voltak többek, mint üres mezők kerítés, megfelelő őrszemélyzet és fedett tárolók nélkül. A beérkezett gépjárműveket őrizet, karbantartás nélkül hagyták hátra a kezelőik, az akkumulátorok hamarosan lemerültek, a kerekek, szerszámok, tartalék alkatrészek eltűntek. Az őszi esőben, fedél nélkül tárolták a sokszor nyitott felépítményű gépjárműveket, amelyeket télen a hó is ellepett. A sok esetben csak vízzel feltöltött hűtőrendszerek is szétfagytak a hideg időben. [22]

A honvédségben a gépjárművek javítását különböző szinteken hajtották végre. Elméletileg minden motorizált alegység (zászlóalj) rendelkezett sza-

kaszméretű műhelyalosztállyal, itt a gépjárművek mindennapos üzemeltetésével kapcsolatos munkákat, kisebb javításokat végezték el. Hadtest, gépkocsizó és lovasdandár szinten ún. szero.-k (század nagyságú szerelőosztály) működtek, feladatuk a középjavítások és az alakulatok járműveinek üzemben tartása volt. A következő szint a Magyar Királyi Honvéd Gépkocsiszertár (Mátyásföld) volt, amely az új járműtechnika rendszerbe állítása mellett a nagyjavításokat végezte. Ezen a szinten kapcsolódtak be a munkába azok a hadiüzemek, ahol gép- és harcjárműgyártás folyt. Végül meg kell említenünk a kisebb-nagyobb polgári javítóműhelyeket is, ahova a honvédség elsősorban polgári eredetű járműveket adott ki javításra.

A HM utasította az érintett karbantartó egységeket, hogy értékeljék a lengyel járművek állapotát és határozzák meg a szükséges javításokat. A minisztérium pénzügyi forrásokat is elkülönített e munkálatok elvégzésére. Először a mátyásföldi Magyar Királyi Honvéd Gépkocsiszertárt bízták meg a javítások elvégzésével, de hamarosan kiderült, hogy annak kapacitása nem elégséges, ezért 100–150 lengyel teherautót Hajmáskérre irányítottak át. A VKF a Gépkocsiszertár és a katonai műhelyek nagy leterheltsége miatt megváltoztatta a folyamatot. A Szolnokon települt 107. szero.-t plusz létszámmal erősítették meg, és megbízták a feladat végrehajtásával. Ez a döntés az egység kapacitásának túl- és a feladatok alulbecslésének következménye volt. A Gépkocsiszertár szolnoki kirendeltsége 1940. március 5-én 604 db lengyel járművet „jelentett le”, amelyek közül 133 darabot már javítottak. Szolnokon 185 db, Budapesten 194 db, Hajmáskéren 92 db lengyel járműt várt javításra.

A HM a volt lengyel járművek javítási költségeit eseti jelleggel hagyta jóvá. 1940-ben egy feljegyzésben például 20 oldalkocsi és 10 szóló Sokół motorkerékpár javítási költségeit engedélyezték. [23]

A prioritások között szerepelt azoknak a lengyel eredetű járműveknek a szolgálatba állítása, amelyek segíthették a honvédségnél folyó fokozott

² Riadógépkocsi: a rendfenntartó erők számára tehergépkocsi-alvárra épített, nyitott oldalú személyszállító gépjármű korabeli elnevezése.



TK/TKS (TK-3) KISHARCKOCSI

A TKS jelű kisharckocsikat a brit Carden Loyd Mk.VI terveinek továbbfejlesztésével a lengyel Fabryka Samochodów PZInż. (PZInż Autógyár) gyártotta 1931 és 1939 között. A harckocsit egy Ford A (30 kW), később egy Polski Fiat 122 (34 kW) benzinmotor hajtotta (utóbbiak TKF néven is ismertek), műúton legfeljebb 40–45 km/óra sebességgel. Tömege változattól függően 2,4–2,6 tonna volt. Páncélzata 4–10 mm vastagságú acéllemezekből állt, a fegyverzetét pedig egy 7,92 mm űrméretű Hotchkiss géppuska képezte. 1939-ben mintegy 80 példányt kívántak 20 mm űrméretű gépágyúra átfegyverezni, de csak néhány prototípus készült el a német támadásig. Kezelőszemélyzete 2 fő volt, és műúton 200, terepen 100 km-es hatótávolsággal rendelkezett. Összesen 575 db épült belőle, ezek többsége a német invázió alatt megsemmisült. Az épen maradt példányokat a Wehrmacht támogató feladatokra, főként vontatóként használta. A Magyarországra menekülő lengyel csapatok 15–20 db-ot hoztak magukkal. Észtország még 1934-ben vásárolt 6 db-ot, amelyek később a megszálló Vörös Hadsereg tulajdonába kerültek, illetve a német hadiszákmányból néhány darabot eladtak Horvátország részére, és talán Romániába is került néhány. A háborút csak három TK kisharckocsi élte túl, de napjainkra elkészült néhány újjáépített példány is. [25] [26]

4. ÁBRA. A 2. gépkocsizó zászlóalj segélyhelyéhez beosztott Polski Fiat 614-es mentő gépkocsi lengyel festéssel és vöröskeresztes jelzéssel (Forrás: Fortepan / Tordai György)



járművezetői képzést, illetve az alakulatoknál a mozgósított civil járművek lengyel járművekkel történő felváltását.

A lengyel járművek javítás után központi tartalékba, a mátyásföldi Gépkocsiszerelőházba vagy a csapatokhoz kerültek. A javított járműveken néhány esetet kivéve nem végeztek semmilyen átalakítást. Néhány Polski Fiat 508-as kisteherautót légvédelmi célokra 8 mm-es 07/31 M. Schwarzlose géppuskával fegyvereztek fel. A fényképes

bizonyítékok szerint ezek a járművek 1940-től a közepes 31 M. gépvontatású tarackos tüzérosztályoknál szolgáltak.

A magyar páncéloscsapatok szempontjából a beérkezett lengyel harckocsik nem bírtak harcászati értékkel, a gépjárműanyag viszont segített feltölteni a meglévő hadrendi hiányokat. Ugyanakkor az „L” harckocsianyag szerephez jutott a magyar harckocsigyártás megindításában is. A Haditechnikai Intézet kérte a náluk lévő

POLSKI FIAT 508

A Fiat 508-at, azaz a Balillát 1932-ben mutatták be Olaszországban. A nagy sikerű autó licencciját vette meg Lengyelország, és 1935-től az Állami Mérnöki Művek (Państwowe Zakłady Inżynieryjne) gyártotta is. Mind az eredeti olasz, mind a lengyel autókban több változat készült, 1000 és 1100 cm³ hengerűrtartalmú, 16–24 kW teljesítményű négyhengeres motorokkal. Létezett belőle kétajtós sport, pick-up, továbbá eleve katonai változat is megerősített karosszériával és felfüggesztéssel, illetve nagyobb tengelytávú, „L” változat, amelyet szintén jelentős számban használt a hadsereg. A lengyel összeszerelésű kocsik a rosszabb utak miatt eleve megerősített felfüggesztést kaptak. Az alig 700

kg tömegű, fürge kis autó 95 km/h-s sebességre volt képes, és mindössze 8 liter benzint fogyasztott 100 kilométeren. A pontos gyártási darabszám nem ismert, de több ezer készült belőle Lengyelországban is. A hadsereg elsősorban parancsnoki járműként használta, de épült belőle platós kisteherautó, géppuskás és sebesültszállító autó is. A szákmányolt példányokat a németek a háború végéig üzemeltették. Az alkatrészellátás nem okozott gondot, mert 1934 és 1941 között Németországban is gyártották NSU-Fiat 508 néven, szintén többeszes példányszámban, sőt Walter Junior néven készült Csehszlovákiában és Simca-Fiat 6CV néven Franciaországban is. A lengyel csapatok által Magyarországra hozott autók



száma pontosan nem ismert, és nyilván tartásuk már csak azért is nehézkes, mert civil importból is számottevő mennyiség érkezett belőle mind az öt gyártó államból. A Fiat 508 változataiból Európa-szerke legkevesebb 150 000 db-ot szereltek össze, ennek ellenére mára viszonylag kevés maradt fenn. [27] [28]



(TK, TKS, R-35) harckocsik vezénylésének meghosszabbítását. Az Intézethez kiértékelésre vezényelt „L” harckocsianyagot a meginduló hazai

harckocsigyártás kapcsán értékelésre, kísérletekre és összehasonlításokra kívánták felhasználni. [24]

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Zaloga, S. – Madej, V.: The Polish Campaign 1939. Hipocrene Books, 1991.
- [2] Varga E. László: Magyarországon internált lengyel katonák történetéhez. Baló Zoltán emlékiratai. Hadtörténelmi Közlemények 2006/1, 175.
- [3] Baczkowski, Tadeusz: In Peace and War 1933-1948. Helion Company, 2019, 3.
- [4] Godó Ágnes: Magyar-lengyel kapcsolatok a második világháborúban. Zrínyi Katonai Kiadó, 1976, 105–114.
- [5] Bassarabowicz, T. – Mujzer, P.: Polski sprzęt wojskowy na Węgrzech. Militaria 2016/1.
- [6] Lagzi István: Adalékok az 1939 őszi Magyarországra menekült lengyel katonák evakuációjának történetéhez. Hadtörténelmi Közlemények 1973/4.
- [7] Kapronczay Károly: Lengyel katonák magyar földön. Zrínyi Katonai Kiadó, 1995.
- [8] Garlinski, Jozef: Poland in the Second World War. McMillan, 1985, 25.
- [9] HL HM 2.270/el.n.3.a.–1940.
- [10] HL HM 49783/el.n.a.–1939.
- [11] HL HM 49.783/el.n.1.a.–1939.
- [12] HL HM 67.976/el.n.3.b.–1939.
- [13] HL HM 49.492/el.n.1.b.–1939.
- [14] Dombrády Lóránd: Adalékok a Horthy-hadsereg gépesítésének történetéhez 1936–40. Hadtörténelmi Közlemények 1971/1. 36–82, 37.
- [15] Tomasz Szczerbicki szíves közlése, az általa a londoni Sikorsky Archívumban végzett kutatások alapján, a szerző birtokában.
- [16] Szczerbicki, T. – Poplawski, K.: Lengyelországból jöttek. Lengyel katonai járművek Magyarországon. Veterán Autó és Motor, 2006/3.
- [17] HL I. hdt. 27.516.–1939.
- [18] HL I. hdt. 31.006/el.n.III.gk. -1939.
- [19] HL HM 429.217/el.n.3.b.–1940.
- [20] HL HM 13.127/el.n.3.b.– 1940.
- [21] HL HM 514.985/el.n.3.b.–1939.
- [22] Mujzer Péter: From Poland to Hungary – Polish Soldiers and Their Weapons and Equipment in Hungary 1939–1945. Kagero, 2024.
- [23] HL HM 6.952/el.n.3.b.–1940.
- [24] HL HM 11.556/el.n.3.b.–1941.
- [25] Polish tankettes TK-3 and TKS. <http://derela.pl/tk.htm#src/>
- [26] Prenatt, J.: Polish Armor of the Blitzkrieg. Osprey Publishing, 2015. ISBN978-1-4728-0824-0
- [27] Jonca, A. et al.: Wrzesien 1939, Pojazdy Wojska Polskiego. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1990. ISBN 83-206-0847-3
- [28] Tuček, J.: «Balilla z Jinonic». Automobil Revue. 2001/12, 39–40. ISSN 1211-9555.



Látogasson el
a Magyar Honvédség Kiadványtárába
és olvassa folyóiratainkat online!

**A Haditechnika,
a Honvéd Altiszti Folyóirat,
a Honvédségi Szemle,
a Hungarian Defence Review,
illetve a Honvédorvos korábbi
számait megtalálhatja a**
kiadvany.magyarhonvedseg.hu
címen.





VÖLGYESI VIKTOR*

1. ÁBRA. Bánhidi Antal tartalékos hadnagy az 1/2. „Ludas Matyi” század FIAT CR.32 típusú repülőgépében. Jobbra fent az oldalszámok összehasonlítása: az 1/1. „Íjász” század G.123-as jelű Fw 56 repülőgépe, valamint az 1/2. „Ludas Matyi” század V.122 és V.117, illetve az 1/1. „Íjász” század V.105 oldalszámú FIAT CR.32 típusú gépei (A szerző szerkesztése a Fortepan / Erky-Nagy Tibor /15604 kép alapján)

A MAGYAR KIRÁLYI HONVÉD LÉGIERŐ 1938–39. ÉVI OLDALSZÁMJELÖLÉSI RENDSZERE

BEVEZETÉS

Néhány éve, makettezőként érdeklődésem a Magyar Királyi Honvéd Légierő korai időszakának repülőeszközei felé fordult. Hála az információs forradalomnak egyre több forrás áll a rendelkezésére mindazoknak, akik igyekeznek minél élethűbben elkészíteni a korabeli harceszközök kicsinyített másolatait. A makett helyes megépítésén, festésén túl a korabeli jelzések reprodukálása is cél (felségjelzések, századjelvények, oldalszámok stb.). Átnézve több fényképfelvételt, felmerült bennem a kérdés, miért van az, hogy azonos típusokon bizonyos esetekben különböző stílusú oldalszámokat alkalmaznak, bizonyos esetekben pedig különböző típusok esetén

Összefoglalás: A fegyverkezési egyenjogúság 1938 augusztusában történő elismerésével véget ért a magyar katonai repülés rejtett időszaka. A már hivatalosan is katonai irányítás alatt álló szervezet repülőgépeinek azonosítását, illetve nyilvántartási rendszerét markánsan el kellett különíteni a polgári repülőgépektől. A szerző eddig csak szűk körben publikált cikkében igyekszik bemutatni az új jelzések bevezetésének körülményeit és szabályszerűségét.

Kulcsszavak: Magyar Királyi Honvéd Légierő, oldalszám

Abstract: With the recognition of armament parity in August 1938, the covert period of the Hungarian military aviation came to an end. The organization, now officially under military control, had to ensure that the identification and registration system of its aircraft was distinctly separated from that of civilian aircraft. In this article, previously published only in a limited circle, the author seeks to present the circumstances and regulations surrounding the introduction of the new markings.

Keywords: Royal Hungarian Air Force, registration system

is azonosat. Egyáltalán, mi volt az oldalszámok kiosztásának módszere, rendje? Megpróbáltam több különböző szempont szerint rendezni az általam ismert fotókat. A talált törvényszerűségekről szól ez az írás.

Az Anschlusstól az első bécsi döntésig terjedő bő fél évben jelentősen és hirtelen felgyorsultak a hazánkat is érintő külpolitikai folyamatok. Ez az időszak volt az, amikor nyilvánvalóvá vált, hogy nincsenek „kőbe vés-

* Gépeszmérnök, a Magyar Repüléstörténeti Társaság tagja. ORCID: 0009-0002-7924-8422

ve" a trianoni határok, és megfelelő érdekérvényesítéssel lehetőség kínálkozik a teljes közvélemény által oly rég áhított határrevízióra. [1] Az érdekérvényesítés diplomácián túlmutató feltétele egy közép-európai mértékkel számottevőnek nevezhető hadsereg létrehozása volt. Ezt a célt szolgálta az 1938 márciusában meghirdetett haderőfejlesztési program, melynek eredményeként 1938. október 1-vel életbe lépett a Huba (I) hadrend.

Az új hadrend felállítása az addig rejtett módon működő légierőt is érintette. 1938. szeptember 23-án a vezérkarfőnök (VKF) rendelkezett az új, ék alakú hadijelek felfestéséről az addig a Légügyi Hivatal (továbbiakban: LÜH) által jóváhagyott nemzeti színű jelzés, illetve polgári lajstromjel helyére.

A rendelet szövegében mindössze egyetlen mondat vonatkozik az oldalszám felfestésére:

„...A gép egyéni jele: a törzs két oldalán egy latin nagybetű és folytatólag arab számok. /:pl.V.201.:/” [2]

Vagyis a szöveg nem tér ki az oldalszám felfestésének módjára, színére, pontos helyzetére, az alkalmazott betűtípusra és arra sem, hogy kell-e bármilyen írásjelet alkalmazni a betű és a számok között.

Nyilvánvaló, hogy a különböző helyszíneken települt alakulatok a számukra kiadott oldalszám felfestésére vonatkozó utasítást nem voltak képesek azonos módon végrehajtani.¹ A műszaki állomány bázisrepülőterenként különböző méretű és betűtípusú oldalszámsablonokat gyártott, és ezekkel festette fel a számára előírt jelzéseket. (2. ábra) Ebből eredően a különböző oldalszám-stílusok érdekes következtetések levonására adnak lehetőséget. Előtte azonban mindenképp szükséges a hadrend vázlatos ismertetése.

A LÉGIERŐ FELÉPÍTÉSE

A Hadsereg Főparancsnokság 1938. szeptember 27-én a VKF részére harcértékjelentést küldött. Ez alapján 1938. szeptember 21-én, vagyis az oldal-



2. ÁBRA. Az oldalszám sablonnal történő felfestése a légierő FIAT CR.32 típusú vadászgépére (Fotó: Winkler archívum)

számfelfestést elrendelő utasítás kihirdetése előtt két nappal a légierő 196 db „hadihasználatban lévő hadigéppel” rendelkezett. Ezeket 1 vadász- és 2 bombázóezredbe, valamint egy távfelderítő osztályba szervezték. Ide tartoztak a különböző kiképzőalakulatok is. Hét közelfelderítő század közvetlenül volt alárendelve a területi alapon szervezett vegyes dandár, később hadtestparancsnokságokhoz. [3]

AZ 1. REPÜLŐEZRED FELÉPÍTÉSE, AZ ALEGYSÉGEK ÁLTAL HASZNÁLT OLDALSZÁMMINTÁK

Az ezred 1936-tól két osztályból állt, mindkét osztályhoz 3-3 repülőszázad tartozott. Elméletileg minden századnak 9 db harci és 3 db harci-gyakorló FIAT CR.32 típusú vadászgéppel kellett rendelkeznie. A FIAT CR.32-ek mellett a vadászszázadok állományába tarto-

zott alakulatonként 3 db Focke-Wulf Fw 56 vadászgyakorló és 1-2 Bücker Bü 131 iskola- és futárrepülőgép is. Ez a darabszám azonban feltehetően nem állt minden esetben ténylegesen rendelkezésre. [3; 463.]

Az ezred 1/I. vadászrepülő-osztályához 1938 szeptemberében a börögöndi bázisrepülőtéren az 1/I. „Íjász” és az 1/2. „Ludas Matyi”, valamint a Veszprémben települt 1/3. „Puma” vadászrepülő-század tartozott.² [4]

A II. vadászrepülő-osztályhoz ugyanakkor az 1/4. „Teve”, 1/5. „Dongó” és 1/6. „Kőr Ász” század tartozott, a kecskeméti bázisrepülőtéren települve.

Ez alapján a CR.32 és Fw 56 típusú repülőgépekre három különböző bázisrepülőtéren kerülhetett fel oldalszám: Székesfehérvárott, Veszprémben, illetve Kecskeméten az alábbiak szerint:



3. ÁBRA. Az 1/3. „Puma” század pilótái pihenőben a G-129 jelű Fw 56-os előterében, Várpalotán 1938 őszén. Balra a század G-129-es jelű Fw 56-os valamint a V-12?, V-13?, V-131 és V-135 jelű FIAT CR.32-esi oldalszámainak összehasonlítása (A szerző szerkesztése Forrás: Dósai József gyűjteménye - www.avia-info.hu)

¹ Szeptember 24-től a hadrendben szereplő 25 repülőszázad állományában levő valamennyi hadirepülőgépre felkerült az adott repülőeszköz rendeltetésére utaló egy betűből („V”: vadász, „F”: felderítő, „G”: gyakorló stb.) és három számból álló egyedi jelzés. A három szám kezdetben jellemzően a típusra, későbbiekben már típusváltozatra, beszerzési forrásra stb. is utalt.

² Vadász-, és bombázóalakulatoknál az ezredet arab számmal jelölték, az osztályt római számmal, a századot ismét arab számmal: Pl: 1/I. jelölte az első vadászrepülő-ezred első osztályát. 1/I. jelölte az első vadászezred első századát. (Ez amúgy az 1/I. osztály része volt). A közelfelderítőknél viszont eltért a jelölés. Ott nem használták az ezred, osztály, század „hierarchikus” felépítést. Az ilyen alakulatok számozása megegyezett annak a vegyes dandárnak a számával, amelynek alárendeltségébe rendelték. Ott a századokat római számmal jelölték.

4. ÁBRA. Az 1/5. „Dongó” század FIAT CR. 32-esének sora Mátyásföldön. Az előtérben álló gépben Zajtai Károly főhadnagy. Alul az 1/4. „Teve” század V.148, az 1/5. „Dongó” század V.157, az 1/6. „Kőr Ász” század V.161 és V.169 jelű FIAT CR.32-es, és a 1/5. „Dongó” század G.142 valamint az 1/6. „Kőr Ász” század G.135 jelű Fw 56 típusú gépeire festett oldalszámok összehasonlítása (A szerző szerkesztése. Forrás: Winkler archívum)



A „SZÉKESFEHÉRVÁRI (BÖRGÖNDI/ SÓSTÓI)” MINTA

Az 1920-as évektől a LűH Székesfehérvár-Sóstón építette ki az ország legszámottevőbb repülőjavító bázisát. Ehhez kapcsolódóan a környéken több repülőtér is létesült. Az egyik ilyen volt a várostól néhány kilométerre elhelyezkedő börgöndi katonai repülőtér. Itt települt az 1/1. „Íjász” és az 1/2. „Ludas Matyi” repülőszázad. [5]

Az alkalmazott betűtípusra jellemző volt a viszonylag nagy méret, a szabályos körívek és az 1-esek nagy méretű „zászlója”. A vonalvégek derékszögben voltak levágva, és a betűjel után pontot használtak. (1. ábra)

Itt kell megjegyezni, hogy a székesfehérvár-sóstói repülőtérén települt a Heinkel He 46E-2/Un típusú felszerelt II. közelfelderítő (továbbiakban: K. F.) „Lucifer” század, amely a leírttal megegyező oldalszámmintát használt.

Feltételezhető, hogy a betűtípus itt valószínűleg nem alakulathoz kötődik, hanem inkább a Sóstón települt 4. Repülőgép Javító Üzem sablonja lehetett, melyet a közelben állomásozó alakulatok használtak, illetve másoltak. (Valószínűsíti ezt, hogy a későbbiek folyamán egyéb, a javítóüzem profiljába tartozó repülőgépeken is feltűnik ez a minta, igaz, kicsit más formában.)

Ebből az időszakból „székesfehérvári” oldalszámmintával az alábbi repülőgépekről ismert fotó:

FIAT CR.32:

1/1. „Íjász”: V.101, V.102, V.103, V.104, V.105, V.106, V.107, V.108, V.110, V.112;

1/2. „Ludas Matyi”: V.114, V.115, V.117, V.120, V.122;

Fw 56:

1/1. „Íjász”: G.122, G.123;

1/2. „Ludas Matyi”: G.126.

A „VESZPRÉMI I” MINTA

Bár az előzőkkel azonos osztályba tartozott a Veszprémben állomásozó 1/3. „Puma” vadászszázad, az oldalszám felfestésének módja markánsan megkülönbözteti az 1/1. és 1/2. századoktól. Jellegzetessége az előzőhöz képest kevésbé kerekded betűtípus, valamint a betű és a számsor között a kötőjel alkalmazása. (3. ábra)

Ebből az időszakból a „veszprémi I” mintával fotók alapján az alábbi oldalszámok azonosíthatók:

FIAT CR.32: V-131, V-132, V-134, V-135, V-136;

Fw 56: G-129;

Bü 131A: I-162.

A „KECSKEMÉTI” MINTA

A legtöbb CR.32-esnél megfigyelhető forma, amelyet az 1937 májusától Kecskeméten állomásozó 1/II. vadászrepülő-osztály [6] eszközein egységesen vezettek be, vagyis az 1/4. „Teve”, 1/5. „Dongó” és 1/6. „Kőr Ász” vadászszázadok repülőgépein. A stílusra jellemző a feltűnően kis méret, a betű és a számok között a pont használata.

A későbbiekben, miután álcázófestés került a gépekre, az oldalszámot egy világos színű árnyékolással emelték ki a sötét háttérből. (4. ábra)

A „kecskeméti” oldalszámmintával az alábbi repülőgépekről maradt fenn fotó:

FIAT CR.32:

1/4. „Teve”: V.142, V.143, V.144, V.145, V.147, V.148;

1/5. „Dongó”: V.150, V.151, V.154, V.156, V.157, V.158, V.159, V.160;

1/6. „Kőr Ász”: V.161, V.165, V.168, V.169, V.171, V.172;

Fw 56:

1/4. „Teve”: G.131;

1/5. „Dongó”: G.132;

1/6. „Kőr Ász”: G.135, G.137.

AZ OLDALSZÁMOK KIOSZTÁSÁNAK RENDJE

Az oldalszámok vizsgálatával érdekes következtetés levonására nyílik lehetőség. Az 1/1. és 1/2. vadászszázadok gépei fotóról azonosított módon a V.101-től a V.122-ig terjedő sorozatot ölelik fel. A „veszprémi” minta legmagasabb értékű, fotóról igazolt oldalszáma a V-135. A „kecskeméti” minta legalacsonyabb, fotóról ismert tagja a V.142. Bizonyos, hogy az 1/5. „Dongó” századhoz került legmagasabb számértékű oldalszám a V.160-as, a V.161 viszont már az 1/6. „Kőr Ász” századhoz tartozott. Ennél a századnál az ismert legmagasabb oldalszám a V.172. Ez utóbbi vélhetően a század 12. gépe.



5. ÁBRA. A 2/5. „Halál” bombázószázad B.312 oldalszámú Ju 86K-2 típusú gépére festett oldalszám összehasonlítva a nem azonosított századhoz tartozó, szombathelyi B.307 és a B.304 jelű Ju 86K-2-k oldalszámával (A szerző szerkesztése. Forrás: Winkler archívum)

Nyilvánvaló a következtetés: az oldalszámokat alakulatszám szerint növekvő sorrendben osztották ki. Vagyis az 1/1. század kapta a V.101–V.112-ig terjedő oldalszámsort, V.113–V.124-ig került a 1/2.-hez, és így folytatódva következett a V.125–V.136 stb. Ugyanez a mintázat figyelhető meg a Fw 56-osok esetében is: az első három oldalszámot G.121–G.123-ig az 1/1. „Ijász” század kapta. Igaz, ez esetben nem volt teljes a gépállomány tekintetével arra, hogy a Magyar Királyi Honvéd Légierő az oldalszám felfestésének időszakában mindössze 17 db

Fw 56-os típusal rendelkezett a szükséges 3×6, vagyis 18 db helyett.

GÉPCSERÉK, SZERVEZETI VÁLTOZÁSOK

Az írás elején a vázolt hadrend 1939 októberéig állt fenn. Az 1939 nyarának végére beérkező FIAT CR.42-esek hadrendbe állítása lehetővé tette a vadászalakulatok számának növelését. Az új hadrend szerint 2 db vadászrezd alakult 2-2 osztállyal, melyek mindegyikéhez 2-2 vadászszázad tartozott. A korábbi 6 helyett tehát 8 vadászszázad alakult. Mindkét ezrednek volt

2-2 FIAT CR.42-sel és 2-2 FIAT CR.32-sel felszerelt osztálya. A korábbi 6 század helyett tehát lett 8, ugyanakkor a FIAT CR.32-sel felszerelt századok száma 4-re csökkent, amelyek az új hadrendi számozás szerint az 1/1. „Dongó”, 1/2. „Ludas Matyi”, 2/1. „Mackó” és 2/2. „Puma” voltak. [7] Ezekhez a századokhoz bizonyíthatóan jutott anyag a megszűnt vagy átfegyverzett alakulatok gépállományából is. További állományfeltöltésre adott lehetőséget 1939 végén a volt osztrák légierő készletéből 36 db FIAT CR.32 beszerzése. [2; 475.] Ezek a gépek a „bis” szériába



6. ÁBRA. A tapolcai 3/1. „Isten Nyila” bombázószázad B.322 oldalszámú gépén látható oldalszám összehasonlítva a 3/2. „Isten Kardja” bombázószázad B.333 gépén láthatóval (A szerző szerkesztése a Fortepan / Erky-Nagy Tibor / 15580 kép alapján)

7. ÁBRA. A veszprémi 3/3. „Sárga Vihar” bombázószázad Ju 86K-2 repülőgépe. Jobb oldalon a 3/3. „Sárga Vihar” bombázószázad B.339-es, B.338-as és a nem azonosított B.3??, B.34? Ju 86K-2 gépek oldalszámainak összehasonlítása (A szerző szerkesztése. Forrás: Ungár László gyűjteményéből, www.avia-info.hu)



tartoztak [8], V.180 feletti és V.100 alatti oldalszámot kaptak. A fellelt fotódokumentumok alapján az ex-osztrák gépek a 2/1. „Mackó” és a 2/2. „Puma” század állományába kerültek. Ugyanakkor a „Puma” század korábbi gépei leginkább az 1/2. „Ludas Matyi” vadászszázadnál tűntek fel.

A 2. ÉS 3. REPÜLŐEZRED FELÉPÍTÉSE, AZ ALEGYSÉGEK ÁLTAL HASZNÁLT OLDALSZÁMMINTÁK

Az 1938. szeptemberi állapot szerint a Légierő Parancsnokság két bombázó repülőezreddel rendelkezett: a 2. és 3. számúval. Mindkét ezred egy-egy, két és három századot tartalmazó osztályból állt. A 2. ezred mindkét osztálya Szombathelyen települt.

A 2/I. jelű éjszakai bombázóosztály két századát 15 db Caproni Ca.101/3mmel szerelték fel. [9] Az osztály két századának repülőgépei századjelvény alapján fotóról nem megkülönböztethetők. Így ebben az esetben a fotóelemzésre egyelőre nincs lehetőség.

A légierő bombázóerejének gerincét 1938 szeptemberében a Junkers Ju 86K-2 alkotta. A típusból 1938 júniusáig 63 db harci változat érkezett. Ez azt jelentette, hogy a 7 db, elvileg 9 gépes század folyamatos géphiánnyal küszködött. A típuson alkalmazott W.M. K-14 motor „gyermekbetegségei” tovább súlyosbították a Ju 86-ossal felszerelt alakulatok helyzetét. [10] Az a kísérlet, hogy a géphiányt a 2/4. „Vörös Ördög” és a 3/4. „Sárkány” Caproni Ca.310-es könnyűbombázók-

kal történő felszerelésével szüntessék meg, kudarcba fulladt. [11] A fentiek miatt nem meglepő, hogy a századok gépállománya gyakran nem volt teljesen feltöltve, illetve időnként megeseett, hogy a csonka századok összehasonlításával igyekeztek ütőképes alakulatot kiállítani egy adott harci feladat ellátásához.

Egyrészt a fent vázolt okok miatt, másrészt a Ju 86 méretéből adódó sajátosságokból következően (ritka az a fotó, ahol együtt látható az oldalszám és a századjelvény), nehezebb a gép-számok és a századszámok közötti összefüggések feltérképezése. Éppen ezért megkísérlem, a vadászoknál felállított szabályt „visszafelé” alkalmazni, vagyis csoportosítva az azonos minta szerint felfestett betűtípusokat hozzárendelni egy-egy alakulatszámhoz, illetve azok bázisrepülőteréhez.

„B.301-B.314” MINTA

E sorozatba tartozó oldalszámok jellegzetessége a „kalapos” 3-as és a keskeny vonalvastagság használata. (5. ábra) Ez az oldalszámtípus található a következő Junkerseken: B.301, B.304, B.307, B.308, B.312, B.314.

A B.307 és a B.308 a szombathelyi 2/3. „Buzogány”, a B.312 a szintén szombathelyi 2/5. „Halál” bombázószázad (hivatalosan: könnyű bombázószázad) állományába tartozott. [4; 80.] Ebből következtethetünk arra, hogy a fent leírt mintát Szombathelyen alkalmazták, vagyis a 2/3. „Buzogány”, és a 2/5. „Halál” száza-

doknál. A 2/4. „Vörös Ördög” 1938 októberében még Weiss Manfréd W.M. 16 Budapest 14-gyel volt felszerelve. [12] Utóbbi típusnál méretproblémák miatt nem volt lehetséges alkalmazni a Ju 86K-2-höz készült sablont, így a W.M. 16 „Budapest 14” esetén más betűtípust alkalmaztak.

A 2/II. osztály volt a legalacsonyabb hadrendi számmal rendelkező Ju 86K-2-vel felszerelt alakulat, ugyanakkor itt osztották ki a legalacsonyabb oldalszámokat is.

A „B.320-B.334” MINTA

A 3. ezred mind az öt százada Ju 86K-2-vel rendelkezett. A 3/1. „Isten Nyila”, valamint a 3/2. „Isten Kardja” Tapolcán települt, a 3/3. „Sárga Vihar” Veszprémben, míg a 3/4. „Bomba Matyi”, valamint a 3/5. „Sárkány” Pápan állomásozott. [4; 81–82.]

A „B.322-B.334”-gyel jelölt minta a legkevésbé jellegzetes, közepes vonalvastagsággal megfestett kerek, arányos betűk jellemzik. (6. ábra) Ide tartoznak a következő gépek: B.320, B.321, B.322, B.323, B.326, B.330, B.332, B.333, B.334.

Fotóról igazolt módon azonosítható, hogy a B.320, B.321, B.322, B.323, B.326 a 3/1. „Isten Nyila”, míg a B.330, B.332, B.333 a 3/2. „Isten Kardja” bombázószázad gépe. Mindkét alakulat Tapolcán állomásozott, vagyis az egyszerűség kedvéért akár „tapolcai mintaként” is lehet rá hivatkozni.

Egy-egy század gépállománya hivatalosan 9 gép volt. Természetesen

ebben az esetben, ahogy a többiben is, a fejezetcímben jelölt számsor csak a fotóval igazolt sorozatot jelöli. A számsor elvileg a két század esetében B.319-től B.336-ig tartott. Azonban Szombathelyen 1938. június 21-én, vagyis jóval az oldalszám felfestésének időszaka előtt, a 2/5. század HA-JBB jelű Ju 86K-2-je balesetet szenvedett. [10; 45.] Ha a hiányzó gép nem kapott oldalszámot, később az oldalszám kiosztás egyet „ugrott”, azonban fotó hiányában ez csak valószínűsíthető.

A „B.338–B.339” MINTA

Talán a legritkább, ugyanakkor az egyik legmarkánsabban elkülöníthető oldalszámtípus. Jellemzője a közepes vonalvastagság, a szögletes, enyhén kerekített ívekkel, valamint az aránytalanul kis pont a betű és a szám között. (7. ábra)

Több fotón felismerhető az oldalszámtípus valamely részlete, azonban teljes egészében csak a B.338, B.339 szám azonosítható. Mindkét repülőgép a 3/3. „Sárga Vihar” századhoz tartozott. 1939. augusztus 7-én, a B.341 és a B.345 jelű, 1940. augusztus 27-én a B.337-es oldalszámú Junkers szenvedett katasztrófát. Valamennyi a veszprémi 3/3. „Sárga Vihar” századhoz tartozott. [13] Ezt figyelembe véve, a B.33x végi és a B.34x eleji számokat viselő gépek 1938 őszén valószínűleg Veszprémben állomásoztak. Mivel a vadászok esetén

már bevezettek egy ettől kissé eltérő, „veszprémi I”-nek nevezett betűtípusmintát, ezért a Ju 86-oknál alkalmazottat nevezhetjük „veszprémi II” mintának vagy „veszprémi bombázó” mintának.

A „B.346–B.363” MINTA

Jellegzetessége a kis méretű számok, a széles vonalvastagság, szabálytalan „B” és 3-as és a szögben „vágott” vonalvégek. (8. ábra) Az alábbi repülőgépekre került ilyen oldalszám: B.346, B.347, B.350, B.351, B.353, B.356, B.357, B.363.

Az orr-részre felfestett századjelvények alapján a B.346, B.350, B.353 a pápai 3/4. „Bomba Matyi” századhoz, a B.357 és B.363 a 3/5. „Sárkány” századhoz tartozott. A B.348 és B.350 a 3/4., a B.356 a 3/5. század állományában vett részt az 1938. március 24-i iglói bombázásban. [14] Mindkét alakulat Pápán állomásozott, tehát a leírt mintát „pápai”-nak is nevezhetjük.

A Ju 86-ok esetében sajnos sokkal kevesebb a biztos pont, mint a vadászoknál. A fentiekben bemutatottak alapján azonban itt is megállapítható, hogy az oldalszám kiosztás ebben az esetben is követi a hadrendi számozás sorrendiségét.

KÖZELFELDERÍTŐK

A vizsgált időszakban 7, római számmal jelölt közelfelderítő század állt hadrendben. Ezek alkalmazásuk tekintetében a területi alapon szerve-

ződő vegyes dandárokhoz tartoztak, ellátás és kiképzés terén azonban a Légierő Parancsnokságnak voltak alárendelve. Minden század állomáshelye (és számozása) általában megegyezett a vegyes dandáréval, később a hadtestparancsnokságával az alábbiak szerint:

I. K.F. „Holló” Mátásföld;

II. K.F. „Lucifer” Székesfehérvár-Sóstó;

III. K.F. „Somogyi Bicska” Kaposvár;

IV. K.F. „Vörös Kakas” Pécs;

V. K.F. „Paprikás Boszorkány” Szeged;

VI. K.F. „Csikós” Debrecen;

VII. K.F. „Kocsonyás Béka” Miskolc.

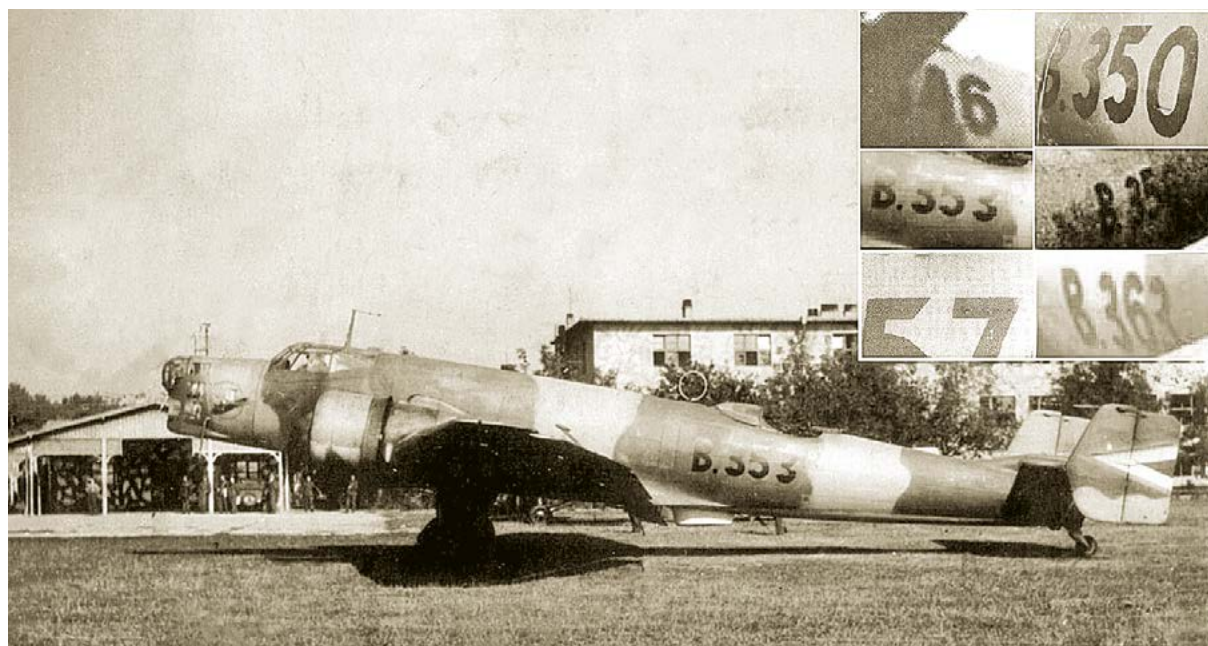
Az első 3 század 1938 tavaszától 12–12 db Heinkel He 46E–2/Un gépet kapott, a VI. K.F. 9 db W.M. 16 „Budapest 9”, a többi pedig régi Weiss Manfréd-gyártású Fokker C.V.D. (F) típusú gépekkel rendelkezett, ám gépállományuk nem volt teljesen feltöltve. [15] A He 46E–2/Un-ek fotóiról az alábbiak szerint köthetők valamely századhoz:

I. K.F. „Holló”: F.303, F.304, F.307, F.310, F.312;

II. K.F. „Lucifer”: F.314, F.315, F.316, F.317, F.318, F.319, F.320, F.321, F.322, F.323;

III. K.F. „Somogyi Bicska”: F.325, F.328, F.329, F.331, F.333, F.334.

Teljesen nyilvánvaló, hogy a közelfelderítő alakulatoknál a vadászokhoz, illetve bombázókhoz hasonlóan az oldalszámok kiosztása a hadrendi számozással volt összefüggésben. Az oldalszámok felfestésének jellegzetességei szintén megkülönböztették az alakulatokat egymástól



8. ÁBRA. A pápai 3/4. „Bomba Matyi” bombázószázad Ju 86K-2 gépe. Jobb oldalon az ugyanehhez az alakulathoz tartozó B.346, B.350, B.353, B.356, és a pápai 3/5. „Sárkány” századhoz tartozó B.357, és B.363 jelű Ju 86K-2-ek oldalszámainak összehasonlítása (A szerző szerkesztése. Forrás: Gibás Andor gyűjteményéből, www.avia-info.hu)

9. ÁBRA. A kecskeméti 1/5. „Dongo” vadászszázad FIAT CR. 32 típusú vadászgépei; a V.157, V.156 és V.160 számú gépek „kecskeméti minta” szerinti oldalszámmal. Jobbról a harmadik, a V.153 jelű repülőgép álcázófestése, felségjelzése és oldalszáma is eltérő. Ezt a repülőgépet 1939 folyamán javították a győri Magyar Waggon- és Gépgyárnál, és a gyárban alkalmazott festéssel és jelzésekkel került vissza az alakulat állományába [17] (Forrás: Fortepan / Horváth József / 265994)

A JELÖLÉSI RENDSZER VÁLTOZÁSA

A légierőnél 1938 októberétől egy igen mozgalmas időszak kezdődött. Az egyes repülőegységek több alkalommal települtek át „hadi” repülőterekre, gépeik intenzív használata során előfordultak sérülések, kisebb-nagyobb géptörések. Amennyiben a javítást nem tudták az alakulatnál megoldani, a sérült gépet az adott típus javítására jogosultsággal rendelkező repülőgépjavitó műhelyekbe vagy ipari javítókapacitással is rendelkező repülőgépgyárakba szállították. Természetesen, ha a javítás során szükségessé vált, a gép új festést (fényezést) is kapott, ami az álcázófestésen túl a felségjelzés és az oldalszám újbóli felfestését is magába foglalta. Mivel a javítóüzemekben nem álltak rendelkezésre az alakulatoknál használatos oldalszámsablonok, ezért ezek a gépek egy másfajta, már nem az adott alakulatra, hanem a gyárra jellemző betűtípussal kerültek vissza az alegységekhez. (9. ábra)

Az 1939-es év második felétől a Légügyi Hivatal már az új repülőeszközök megrendelése során intézkedett a gyártó felé az általa kiadott oldalszámsorozat felfestéséről. [16] Az ebben az időszakban érkező FIAT CR.42-esek, Focke-Wulf Fw 58Ka-2-es, Caproni Ca.135-ösök, Reggiane Re.2000-ek már a típusra, illetve a gyárra jellemző egységes oldalszámmal érkeztek a légierőhöz. Ezekkel az intézkedésekkel, illetve a korábban említett hadrend 1940-es változásával az eddigiekben vázolt összefüggések fokozatosan megszűntek.

ÖSSZEGZÉS

Az írás elején feltett kérdésekre, vagyis miért különböztek az egyes betűstílusminták, illetve milyen rendszer szerint osztották ki az egyes oldalszámokat 1938-ban, egyértelmű válasz adható.

A fennmaradt fotódokumentumok kategorizálásával igazolható egy három kapcsolatrendszer megléte az oldalszámok sorrendisége, felfestésük módja és az adott alakulat hadren-

di számozása között. Az oldalszám-minták hozzárendelhetőek egy-egy alakulathoz, illetve bázisrepülőterhez, ahogy az oldalszám önmagában is meghatároz egy alakulatot, illetve mintát. Másképpen: egy oldalszám ismeretében jó eséllyel megállapítható egy-egy repülőeszköz 1938. szeptemberi állomáshelye és az, hogy milyen századjelvény volt rá felfestve, illetve (ami egy makettező számára fontos!) milyen minta szerinti oldalszámot viselt.

A fentiek alapján egyértelműen cáfolható az az eddig több helyen megjelenő feltételezés, hogy az 1938-ban megjelenő oldalszámozás, illetve a korábban a repülőeszközök jelölésére szolgáló polgári lajstromjelzés, LÜH-számozás vagy „kötelékszámolás” között bármilyen összefüggés állna fenn.

Az írás elkészítéséhez nyújtott segítséget ezúton fejezem ki köszönetemet Zámori Péternek, Horváth Baláznak, Jándi Istvánnak, Winkler Lászlónak és dr. B. Stenge Csabának.



HIVATKOZÁSOK

- [1] Olasz Lajos: 1938 – A Revízió éve. Rubikon 2018/11–12, 38.
- [2] HM HIM Hadtörténelmi levéltár: 1938. 1. oszt. 3283/Eln. HM. 40 968/Eln. lü. 14.b.-1938 Magyar katonai repülőgépek ismertető jelei.
- [3] Kovács Lajos: Adatok a Magyar Légierő Anyagi Technikai Állapotáról 1938–1944. Hadtörténelmi Közlemények 1979/3, 462.
- [4] Csizsik Zoltán: Magyar repülőszázadok és századjelvényeik 1933–1945. Opus Kiadó, Pécs, 2006, 12–17.
- [5] Farkas Gábor – Lajtai János: Székesfehérvár repüléstörténete I. Magyar Veterán Repülők Egyesületének Heves Megyei szervezete, Székesfehérvár, 1997, 30.
- [6] Becze Csaba: „Kör Ász” – Egy vadászrepülő század története 1936–1941. Püldo Kiadó, Nagykovácsi, 2007, 6.
- [7] M. Szabó Miklós: A Magyar Királyi Honvéd Légierő 1938–1945. Zrínyi Kiadó Bp, 1999, 3. sz. melléklet.
- [8] Caliaro, Luigino: FIAT Fighters. Crécy Publishing Ltd., 2024, 37.
- [9] Lajtai János: Gianni Caproni és a „Capronik”. Aero História, 1992. október. A Hadtörténelmi Múzeum és a Közlekedési Múzeum múzeumi Kiadványa, 27.
- [10] Punka György: A Ju 86 Magyarországi története. Aero História, 12. szám: a Magyar Repüléstörténelmi Társaság választmánya (évszám nélkül), Budapest, 44.
- [11] Sisa András: A Caproni Ca-310-es és a Caproni Ca-135-ös repülőgépek a Magyar Királyi Honvéd Légierőben. Haditechnika 2001/1, 86.
- [12] Révész Tamás: Repülőter az Alpoknál – A szombathelyi katonai repülőter története. Zrínyi Kiadó, Bp., 2009, 122.
- [13] Veress D. Csaba: Egy különleges magyar katonai repülőosztály a Veszprém-jutasi hadi repülőterén (1941. június – 1944. május). Veszprémi Szemle, 2010/3–4, 54–65.
- [14] B. Stenge, Csaba: Baptism of Fire. Helion & Company Limited, Solihull, 2013, 62–64.
- [15] Kovács Ferenc: A Magyar Királyi Honvéd Légierő Heinkel He 46-os gépeinek története. Aero História, 1993. december. A Hadtörténelmi Múzeum és a Közlekedési Múzeum közös Kiadványa, 35.
- [16] Győr-Moson-Sopron Megye Győri Levéltára MWG Iratanyag: REP-3642: „30 db. Fw.58.tip.repgép megrendelésének igazolása 34.714/le. III.-1940 számára”
- [17] Győr-Moson-Sopron Megye Győri Levéltára MWG Iratanyag: Rendiconto diritti di licenziadovuti all’Aeronautica d’Italia 1939

KENYERES DÉNES* – PÁL ROLAND**

MIG-15-ÖSÖK A MAGYAR NÉPHADSEREGBEN



1. ÁBRA. UTI MiG-15 1:72 léptékű makettje. Pál Roland munkája (A makettfotókat Borbás Viktória készítette.)

A MIG-15 „SAS” TÍPUS KIFEJLESZTÉSE

A II. világháborút követően a tervezőmérnökök újabb és újabb tervekkel dolgoztak ki a vadászpilóta gépekkel szemben támasztott növekvő sebességigény kielégítésére. A konstruktőrök figyelembe vették a háborús tapasztalatokat és a nemzetközi kísérleteket, és a dugattyús motorokat lassan felváltották a gázturbinás sugárhajtóművek.

Az időszak legmeghatározóbb típusát, a MiG-15-öst a tervezőpáros Artyem Ivanovics Mikojan¹ és Mihail Joszipov Gurjevics², a Repülőgépgyártási Kísérleti és Tervezőiroda (ОКБ – Опытно-конструкторское бюро) főkonstruktőre, illetve helyettese fejlesztették ki 1946-ban. [2; 3–4.] Mikojan főmérnök, a kísérleti program során a nyilazott szárny kialakításának

lehetőségét vizsgálta, míg az életmentő katapult fejlesztésével a repülőgép biztonságos elhagyását tartotta fontosnak. Több módosítás után a prototípus 1947. december 30-án emelkedett először a levegőbe. [3; 18.]

A MiG-15-ös teljesen fém héjépítésű, a törzse kör keresztmetszetű, nyilazott szárnyú, együléses sugárhajtású vadászpilóta gép, szubszonikus, 1040 km/óra maximális sebességgel. A hajtómű levegő-beömlőnyílása a törzs orr-részen volt kialakítva. A repülőgép-kabin túlnyomásos, a katapultálás mögött páncelemez húzódott. A futómű hárompontos, behúzható, orrkerekes. A hajtómű típusa: Klimov RD-45F. A repülőgépet ellátták RH rádióállomással és rádiónavigációs eszközzel. URH-hullámsávon rádió adó-vevő működött. A repülőgép rendelkezett éjjeli, jó időben és felhőben történő repülést se-

Összefoglalás: A MiG-15-ös nemcsak a korai hidegháborús évek egyik legfontosabb, hanem a magyar légierő első sugárhajtású vadászpilóta típusa volt. Hazánkban több mint húsz évig állt rendszerben, csak 1975-ben vonták ki, és ennyi idő alatt számos funkciót ellátott. Jelentőségét jól érzékelteti, hogy makettként is népszerű a mai napig.

Kulcsszavak: Magyar Néphadsereg, Magyar Légierő, MiG-15

Abstract: The MiG-15 was not simply one of the most defining jet fighters of the early Cold War years, but the first one in the service of the Hungarian Air Force. This service involved more than 20 years until it was finally withdrawn in 1975, plus a versatile application. Due to its importance in jet history, it is still popular as a scale model.

Keywords: Hungarian People's Army, Hungarian Air Force, MiG-15

gítő műszerekkel is. [4; 119.][5; 92.] A repülőgép fegyverzete (1 db 37 mm-es NR-37 típusú gépágyú 40 db lösszerrel, 2 db 23 mm-es NR-23 típusú gépágyú 80-80 db lösszerrel) a korábbiaknál na-

* Nyugállományú alezredes, repüléstörténeti szakíró. ORCID: 0009-0003-8437-0876

** ORCID: 0009-0000-5521-1452

¹ Mikojan, Artyem Ivanovics (1905–1970) szovjet repülőmérnök. 1940-től a tervezőiroda főkonstruktőre. A II. világháború kezdetén, Gurjevicszel fejlesztettek ki több vadászpilóta gépet. [1; 62–63.]

² Gurjevics, Mihail Joszipovics (1893–1976) szovjet repülőgép-tervező. Egyetemi tanulmányait követően vitorlázógépek tervezésével foglalkozott, majd katonai gépek fejlesztésére szakosodott. 1939 őszén új tervezőirodát hoztak létre, ahol Mikojan helyettese lett. A két mérnök nagysebességű magassági repülőgépek tervezését kapta feladatul. Munkásságát Állami-díjjal ismerték el. [1; 347.]



2. ÁBRA. A magyar légierő egyik MiG-15-öse (A szerző archívumából)

gyobb tűzerővel rendelkező gépágyúkat tartalmazott. A szárnyak alatt 2 db 250 literes póttartály vagy 250 kg-os bomba volt függeszthető. [5; 92.]

A vadászpilóta gép hagyományos elrendezésű kormánysszervekkel és vezérsíkokkal rendelkezett. A hermetikus kialakítású kabin mögött helyezték el a gumiból készült, 1250 literes tüzelőanyag-tartályt, de egy 167 literes tartály a törzs hátsó részében is található. A repülőgép működését különböző (vezérlő-, tüzelőanyag-, elektromos, oxigén-) rendszerek biztosították.

A MIG-15-ÖS TÍPUS MAGYAR SZOLGÁLATBAN

A kommunista diktatúra időszakában hazánk nem dönthetett önállóan a politikai rendszeréről, arról sem, milyen hadsereget tarthat fenn. Emi-

att 1949 után szovjet tanácsadók „segítették” a Honvédelmi Minisztérium, a haderőnemi parancsnokságok, magasabbegységek és ezredek munkáját. Szovjet haditechnikával szerelték fel hadseregünket, orosz nyelvből fordított szabályzatok alapján üzemeltették ezeket a harci eszközöket. A magyar nemzetgazdaságot meghaladó fejlesztéseket hajtottak végre az iparban, a hadsereg létszámának növelésében és fenntartásában.

A Magyar Dolgozók Pártja Központi Vezetősége 1950. október 25-én tartott tanácskozásán határozatot hozott a Magyar Néphadsereg, ezen belül a légierő fejlesztésére, létszámának, technikai eszközeinek növelésére. [4; 102.] Farkas Mihály³ utasítására a légierő parancsnoka, Zalka András ezredes⁴ felterjesztette tervezetét és javaslatát egy vadászpilóta hadosztályparancs-

nokság felállítására, alárendeltségében három vadászpilóta ezreddel. A hadrendjükben a MiG-15 típus szerepelt. Zalka ezredes megalapozott javaslatot terjesztett fel a miniszternek. Az új magasabbegység parancsnokságot és alárendelt egységét Kunmadarason állították fel MN 66. Vadászpilóta Hadosztály néven. Alárendeltségébe szervezték 1951. február 15-ei hatállyal az MN 62. Vadászpilóta Ezredet.

A MiG-15 típusra az átképzést június elején kezdték meg 14 hajózával és 61 műszakkal. Tökölről átrepültek 4 db UTI MiG-15-ös repülőgépet (320, 340, 343, 346). Az első repülési napot július 13-án tartották szovjet oktatókkal. Augusztus 15-én Mezőfi István alezredes, hadosztályparancsnok repült a típussal, elsőként a magyarok közül. Az átképzés október 10-én fejeződött be, a hajózállomány bevezethetővé vált.

Október 15-én megalakították a hadosztály másik harci egységét, az MN 31. Vadászpilóta Ezredet. A következő évben pedig átképezték MiG-15 típusra a másik magasabbegységet, az MN 25. Vadászpilóta Hadosztályt is. A két hadosztálynál 1953-ban már 3-3 ezred állt hadrendben MiG-15 típussal felszerelve. Az UTI üzemeltetése során 7 alkalommal történt katasztrófa: kilenc fő elhunyt, 5 fő megsérült és 7 gép megsemmisült. Több mint 20 esetben történt gép- és hajózási baleset, de a legénység tagjai életben maradtak, a gépeket pedig megjavították.

Az 1956-os forradalom után átszervezték, csökkentették a légierőt. 1957. április 15-ei hatállyal felállították Kecskeméten az MN Repülő Kiképző Központot, melynek egy százada Kecskeméten, kettő pedig Taszáron települt. A következő év őszén a századokat ezredeké fejlesztették. Hadrendjükben MiG-15 és MiG-17 típusokat üzemeltettek. 1962-től az volt a jellemző, hogy a repülőszázadokhoz 3-3 UTI MiG-15 is be volt osztva, egészen az 1975-ös kivonásukig. (1. táblázat)

1. TÁBLÁZAT. A MiG-15 és UTI MiG-15 fontosabb adatai (A szerző szerkesztése [2; 58.] [6] alapján)

Jellemző	MiG-15	UTI MiG-15
Szárnyfeszítávolság [m]	10,08	10,08
Törzshossz [m]	10	10,86
Magasság [m]	3,7	3,81
Üres tömeg [kg]	3382	3724
Max. felszállótömeg [kg]	4840	5410
Leszállósebesség [km/h]	160	180
Szolgálati csúcsmagasság [m]	15 200	14 825
Hatótávolság [km]	1420	1340
Fegyverzet	3 gépágyú	1 géppuska
Személyzet [fő]	1	2

³ Farkas Mihály (1904–1965) vezérezredes. 1948–1953 között honvédelmi miniszter, az MDP Központi Vezetőség tagja, aktív szerepet vállalt a kommunista diktatúra kiépítésében.

⁴ Zalka András (1913–2004) ezredes, repülőmérnök. Harcolt a spanyol polgárháborúban. 1948–1951 között a légierő szemléltője, majd parancsnoka, később több országban nagykövet.



3.

MIG-15 KÉTKORMÁNYOS KIKÉPZŐGÉP

Az UTI (Учебно-Тренировочный Истребитель – oktató-gyakorló vadászpilóta) a MiG-15 „Sas” harci repülőgép kiképző-oktató változata (NATO-kód: Midget). Hazánk légierejében a MiG-15-ös repülőgépcsalád három modifikációját alkalmazták: a MiG-15 vadászpilóta, az UTI MiG-15 kiképző-gyakorló repülőgépet és a MiG-15bis továbbfejlesztett vadászpilóta. Zsák Ferenc repüléstörténeti kutatásai szerint 277 db MiG-15-ös szolgált a légierőben, melyből 49 db volt UTI változat.

A hazai UTI-kat a Szovjetunióban, Lengyelországban és Csehszlovákiában gyártották. [2; 22–23.] Ez a típus két kabinnal volt ellátva, katalapultlésekkel is rendelkezett, viszont a fegyverzete sokkal gyengébb volt, mint a harci változaté. A hátsó kabinban foglalt helyet az oktató, és mindkét kabinból lehetett vezetni a repülőgépet, ugyanis mindkettő fel volt szerelve az összes navigációs és hajtóműellenőrző műszerrel. A két pilóta összeköttetését fedélzeti telefon biztosította. [2; 8.]

AZ UTI MIG-15 ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

A tanulmány összeállításának időszakában beszélgettem Lengyel István ny. őrnaggyal, aki tíz évig repülte a típust. Az UTI MiG-15-tel 163, a BISz-szel 105 órát repült, összesen pedig 540 felszállást teljesített. Repülte még a MiG-17 PF és a MiG-21 típusokat is.

Lengyel őrnagy kihangsúlyozta: a repülőgép-vezetők nagyon szerettek a típussal repülni. Egyértelmű, hogy a repülőjáratosságukat növelte, és biztonságos repülőgéppé tartották. Az UTI MiG-15 a landoláshoz szinte kilebegett, mint egy vitorlázógép. Könnyedén lehetett vele repülni, ugyanis nagyon kedvezőek voltak a repülési jellemzői, remek aerodinamikai tulajdonságokkal rendelkezett. A műszerezettség korszerű volt, műrepülésre, oktatásra, gyakorlásra is jól lehetett alkalmazni minden napszakban. Az oktatók kísérletezhettek vele a repülések során.

Hogy mire alkalmazták a honi vadászpilóta ezrede az UTI-kat? Az alábbi válaszokat adta a veterán pilóta: „A repülések megkezdése előtt időjárás-felderítésre, oktatásra-kiképzésre, egyedüli kirepülésre, vadász-kiképzésre, földi lövést végrehajtására, bombavetésre, fotógéppuska-gyakorlásra, a hajózállomány jártasságának fenntartására és ellenőrzésére, a repülő kiképzés technikai ellenőrzésére. Mindezeket felül ellenőrző légtér, illetve ellenőrző iskolakör, majd gyakorló iskolakör repüléseket végezhettek a növendékek és kiképzés alatt állók, oktatóik társaságában.”

A MAGYAR MIG-15-ÖS VADÁSZREPÜLŐGÉPEK FESTÉSE

A MiG-15 különböző modifikációi 1951 nyaratól gyári festéssel, vagonszállítmánnyal érkeztek, illetve átrepülték őket hazánkba. A típust az első évtizedben általában natúr lakkozott alumínium-ezüst színben üzemeltették, de a repülőgépjavító-bázisokról viszatérő gépeket már alumíniumporral



4.

3. ÁBRA. A 203 oldalszámú UTI MiG-15-ös a Szolnoki Repülőmúzeumban, 1999 (A szerző felvétele)

4. ÁBRA. Cserdi István és Csernák János hadnagyok felszállás előtt az 1954-es díszszemlén. A repülőgépen jól látható a légi díszelgéshez használt vörös festés (Fotó: Bence Pál; Szabad Hazánkért magazin, 1954. áprilisi szám)

kevert szintelen lakkal fújták le. A légi díszelgéseken szereplő MiG-15-ösök törzsének alsó részét, a függőleges vezérsík és a szárny belépőélét piros színre festették. (4. ábra)

A gépekre felkerült a csillag alakú magyar felségjel is, amelyet az UTI MiG-15 nyolc pontjára festették fel. Megkülönböztető jelzésként, főleg az MN 25. repülőhadosztálynál, ezredenként más-más betűket (A, B, C és D) festettek fel a függőleges vezérsíkra.

Az Országos Légvédelmi Parancsnokság utasítására 1972-ben terepszínű (álcázó) festést alkalmaztak az MN101. Önálló Felderítőrepülő Ezred gépein (alul kék, felül zöld és világosbarna színekkel, majd ezt egészítették ki sötétbarnával). Az álcázófestést sötétbarna árnyalattal módosították. A vadászpilóta ezrednél üzemben lévő UTI MiG-15-öt nem festették terepszínűre. 1968 nyarán, a csehszlovákiai légtérben bevetett, illetve a megszállás biztosításában részt vett repülőgépek törzsrészeire felfestettek – megkülönböztető jelként – két piros körgyűrűt. [2; 24, 40.]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Szabó József (főszerk.): Repülési lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991. I. k.
- [2] Zsák Ferenc: MiG-15. Budapest, 2002. Magyar Repüléstörténeti Társaság Kiadása.
- [3] Zsák Ferenc: Az első magyar sugárhajtású vadászgép, a MiG-15. Aero História. 1987. június.
- [4] Iván Dezső: A magyar katonai repülés története 1945-1956. Budapest, 1999.
- [5] Kenyeres Dénes: Kecskeméti katonai repülés története. Kecskemét, 2006.
- [6] Győri János szóbeli közlése, 2025. márc. 31-én.

A MAKETT

5. ÁBRA. A makett szemből



AZ IHLET

Pár éve kezdtem el makettezni. Mivel korábban is festettem figurákat, megvoltak az alapok, de a repülőmakettezés alapvetően új terep volt számomra. Kezdként a biztos pontot az Eduard „profipack” jelzésű termékeiben találtam meg: nem túl drágák, és ezeket dobozból is szépen meg lehet építeni további költségek nélkül. Ezek a készletek tartalmának maratast és maszkoló készletet is, eddigi tapasztalataim alapján általánosságban az építhetőségük sem rossz. Erre a készletre egy közös építés (group build) miatt esett a választásom, amiről később lemaradtam, mert nem tudtam eldönteni, hogy dobozból építsem-e, vagy plusz költség árán feljavítsam a készletet. Az internetet bújva rengeteg típusváltozattal és festésmintával találkoztam – valószínűleg sokan járunk így. A bőség

zavarának hívom, mikor egy készletre több festésmintát is találok és nem tudom eldönteni, melyiket szeretném, de legfőképpen mindet. Egy cikkben olvastam, hogy az UTI-k álcázó festéssel felderítő gépként is repültek a magyar légierőben. Ekkor döntöttem el, hogy ezt a készletet magyar felderítő álcafestéssel fogom elkészíteni.

A KABIN

Bár a dobozban kínált kabinbelső sem mondható csúnyának ekkora méretarányban, és a group build során el is kezdtem összerakni, végül úgy döntöttem, hogy nyitott kabinnal fogom megépíteni, ezért a kabinbelsőt lecseréltem az Eduard Brassin 672 077 fülke gyantakészletére. Az építést tehát bontással kezdtem, visszaszedve a már összeragasztott alkatrészt, amely szükséges volt a gyantakabin berakásához. Megjegyzés: ezeknél a bontó műveleteknél az adott alkatrészt berakom a fagyasztóba 15-20 percre, hogy az anyag rideggé váljon, majd finoman megfeszítem. Ha nem ragasztóztam túl, akkor néha elsőre szétpattan a ragasztásnál, de van, hogy többször meg kell ismételnem, aprókat feszítve az adott részen. Ezzel a módszerrel már rengeteg csúnyán összeillesztett wargame figurát szedtem szét, és szerencsére itt is működik.

Korábban nem használtam, gyanta feljavítót a kabinnál, mert vagy dobozból építettem, vagy én adtam hozzá plusz részleteket attól függően, mennyi látszott belőle. Ezért meglepődve tapasztaltam,

ADATLAP

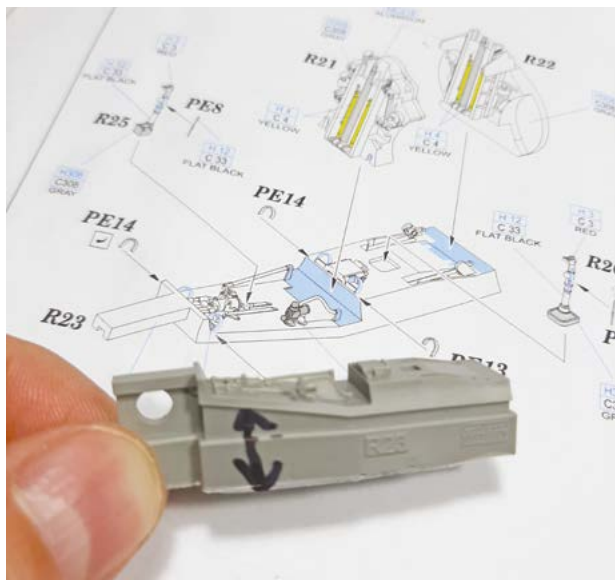
Készlet:	UTI MiG-15
	Profipack
Gyártó:	Eduard
Cikkszám:	ED7055
Lépték:	1:72
Anyagok:	műanyag, réz
Alkatrészszám:	124
Kiadási év:	2023

hogy mekkora öntési maradvány van a padlólemezen, amit előtte ráhagyással egy fűrésszel levágtam, majd, hogy pontosan illeszkedjen, a megfelelő vastagságra csiszoltam, miközben többször szárazpróbáltam. A kabin többi eleme szépen összeillett, az összerakás során nem sok sorjával találkoztam, ezeket a szíke oldalával és egy kis csiszolással könnyen eltüntettem. Ezután a fülke elejébe – az útmutató alapján, amely csak a súly berakására hívja fel a figyelmet – pillanatra-gasztóval apró, horgász ólomgolyókat (0,4–0,6 grammos darabokat) tettem. Azért választottam ezt a megoldást mert jól kitölti a rendelkezésre álló helyet, de szükség esetén (még az ólom is) könnyen csiszolható. Ezzel a módszerrel elkerülhető, hogy a gép az építés végén faroknehéz legyen, és hozzá kelljen ragasztani az alaphoz, ami bonyolítaná a szállítást. A kabin oldalsó falait a festést követően összeillesztettem, majd félretettem.

A SZÁRNY

A szárnyakat az első lépések során szoktam összeilleszteni, hogy legyen ideje a ragasztónak, illetve a tömítőanyagoknak – az esetleges beszívó-

6. ÁBRA. A padlólemez műgyanta alkatrésze



dásokat is beleszámítva – a csiszolást megelőzően rendszeren megszáradni. Úgy döntöttem, felrakom az üzemanyag-póttartályokat, ezért a tartókonsolek helyét előre kifúrtam. A szárny panelvonalait és szegecskiosztását elfogadtam, így csak az összeillesztésre és a ragasztási pontok elcsiszolására koncentráltam. A szárnyak kilépőeleinek összeillesztésénél a szárny alsó részén a féklapátok kissé kiálltak, azokat finoman síkba csiszoltam, de ezt leszámítva szépen illeszkedett. Azokat a részeket, amik látشانak, mindig csiszolópapírral, több lépcsőben csiszolom, a durvább szemcséjűtől (400–600-as) a szinte polír minőségig haladva (1000–1200-as), így elkerülve azt, hogy a makett bármelyik részén karcolási nyomok maradjanak.

A póttartály összeillesztését követően véletlenszerű helyekre egy gömbcsiszolóval különböző mélységben és formában belemartam, majd az éleket finoman elcsiszoltam, ezzel imitálva a tartály horpadásait.

A TÖRZSFÉKLAPOK

Beszereztem az Eduard 672 021 törzsféklap-készletét. Ettől tartottam egy kicsit, mivel számomra az összeillesztési útmutatója nem volt egyértelmű. Felhasználásához viszont ki kellett vágni az eredetit a törzsből. Ezért a törzsen a féklap körvonalainak belső felén egymástól kb. 3 milliméterenként apró lyukakat fúrtam, amik segítségével aztán egy szikével szépen ki tudtam vágni, majd aprókat vágva szépen lesorjáltam a panel belső vonaláig. Ennél a műveletnél egy vékony és keskeny falra egy nagyon finom csiszolópapírt ragasztottam és óvatosan egyenesre csiszoltam a peremet. A legnehezebb számomra a keskeny zsanérok helyének a kifaragása volt. A panel kivágásánál ne siessünk, tegyük a szikébe új (éles) pengét és aprókat vágjunk, nehogy túlcsúszunk a kijelölt határon. A féklap-akna oldalfalának összeállítása, majd annak hézagmentes beillesztése a perem mentén nem ment zökkenőmentesen – magamból kiindulva semmiképpen sem nevezném kezdőbarátnak. Végül az akna zsanérral szembeni oldalára a keresztpántot is felragasztottam, amit óvatosan síkba csiszoltam

a törzs síkjával. A végső összeillesztés előtt a hajtóműből – ami a törzsen belül a féklapok mögött található cső – lecsiszoltam annyit, hogy a szárazpóróbánál a törzs ezen része szépen illeszkedjen.

A TÖRZS ÖSSZEILLESZTÉSE

A fenti műveletek után a kabint és a sugárhajtómű részét képező – korábban visszacsiszolt – csövet az egyik törzsfél belsejébe ragasztottam. Ezt követően összeillesztettem és azt tapasztaltam, hogy a törzs fülke előtti része jó 2 millimétert eltart. Azt tudtam, hogy a gyantakabin a hibás, bár korábban jónak tűnt, ezért elkezdtem lassan itt-ott visszacsiszolni. Többszöri próbálgatás után sikerült a távolságot annyira lecsökkenteni, hogy a ragasztást követően tömítőanyaggal is el tudtam tüntetni az illesztési réseket. A főfutó aknában és a törzshöz illeszkedésénél lévő rést egy vékony húzott szállal tömítettem, majd finoman egybecsiszoltam. Az orr-rész szintén nem illeszkedett pontosan, ezért azt is csiszolnom és tömítenem kellett.

Az útmutató a törzs összeillesztésénél javasolja a farokrészbe illeszkedő oldalkormány beragasztását. Ezt az összeillesztését követően – az oldalkormány két részét szétvágván – raknám be, mivel az összeragasztás után az oldalkormány felső zsanér része az egyik oldalt besüllyedt, míg a másik oldalon kitüremkedett. Még a ragasztó kikeményedése előtt próbáltam pozícionálni, de nem jártam sikerrel, ezért száradást követően az egyik oldalt visszacsiszoltam és újrakarcoltam, valamint az így eltüntetett szegecsket is pótoltam, majd a másik oldalon kis tömítőpaszta hozzáadása és síkba csiszolása után szintén újrakarcoltam és szegecseltem.

A szárnyak az útmutató és a referenciaképek alapján megfelelő szögbe történő beállítását követően a szárny és a törzs illeszkedésénél szintén rés maradt, amit húzott szállal tömítettem és elcsiszoltam. A csiszolással eltüntetett szegecsket és panelvonalakat visszajavítottam. Ezt követte a két ülés közötti fülkeelválasztó, majd az első (növendék) kabin szélvédőjének a beragasztása. A fülketetőket és a törzs alján lévő ablakokat a készlet-



ben megtalálható maszkoló matrica használatával kimaszkoltam.

Közben a fülkéket a Mr. Color C308-cal (Gray FS36375) szórópisztollyal fújtam le, majd a kezelőfelületeket referenciaképek alapján festettem meg. A lakozást követően olajfestékből és white spiritből készítettem bemosót, száradás után a felesleges részeket egy hegyes fültisztító pálcikával viszaszedtem, és a végeredményt egy újabb lakkréteggel rögzítettem. Bár sokszor nem látszik, de a festés során a padlólemezt is koptatni szoktam, esetenként finoman pigmentport is használok.

7. ÁBRA. A makett nyitott pilótafülkéi

A FESTÉS

A festést az alapozással kezdtem, amihez a Mr. Finishing Surfacer 1500 fehér alapozóját használtam, de előtte a kabin keretét annak belső színével

8. ÁBRA. Jól érzékelhetők a törzsféklap kapcsán elvégzett módosítások, illetve a készlet felületi kidolgozása





9. ÁBRA. A makett alulnézetből

(világosszürkével) megfújtam. Az alapozó előhossa azokat a hibákat, amiket korábban nem vettem észre, ezért annak száradását követően ismét át szoktam nézni az illeszkedési és korábban csiszolt részeket. Ilyenkor általában találok javítandó foltokat, melyek kijavítását követően finoman átciszolom az egész gépet, hogy az alapozó porózusabb részeit elsimítsam, és még egyszer lealapozom a javított részeket. Az előárnyékolást a panelvonalak mentén feketével szoktam fújni.

A színek kiválasztásánál az internetet hívtam segítségül és végül az alábbi színek mellett döntöttem: az alsó késszürkének a Mr. Color C367-et (Blue Gray FS35189), a zöld alapszínnek (amire az álcaszíneket fújtam) C523-at (Grass Color), sötét barnának a C41-et (Red Brown), lencsesárgának a H66-ot (Bright Green) használtam. A festést az alsó rész – beleértve az üzemanyag-póttartály tartókonzolkait is – késszürke színének fújásával kezdem, majd annak száradását követően a referenciaképek alapján a szárny síkjának vonalában a törzsféklap-aknával együtt kimaszkoltam, és a felső részt lefújtam a zöld alapszínrel.

Az általam választott készlet nem tartalmazott magyar matricát, ezért beszereztem a HADmodels 1/72-es 72207. számú MiG-15 BISz (North Korea, Soviet, Hungarian) matricakészletét, ami nemcsak a matricában se-

gített, de az álcafestésnél is ez volt a referenciám. Ezt követve a zöld szín után külön-külön (blu tack segítségével) kimaszkoltam a barna színeket, és még az egyes színek maszkolójának levétele előtt egy fakóbb árnyalattal (az alapszín világosítva valamilyen világosabb színnel) a panelek közepét egyesével megfújtam.

Az álcaszínek felfestése után az egész gépet fényes lakkal fújtam le, előkészítve a gépet a panelvonalazáshoz. Ehhez a művelethez én az Abte-ilung 502 olajfestékei közül az ABT160 Engine Grease-t, illetve a sötétebb részekhez az ABT135 Light Flesh Tone-t használtam. A festékeket először egy kartonpapírra nyomtam, hogy a benne lévő lenolajat elszívja. Ez nálam minimum fél óra, majd utána egy-egy kis tálkában az Abteilung 502 szagtalan higítójával (White Spirit) elkeverve hígítottam. (Ehhez a művelethez rengeteg gyártó kínál panelező folyadékot, de én megmaradtam ennél a módszernél.) Az olajfesték száradását követően (ami hőmérséklettől függően 4-6 nap, de én óvatosan 1-3 nap elteltével már dolgozok vele) a felesleget letöröltem, majd egy újabb réteg fényes lakkal rögzítettem.

MATRICÁZÁS

A magyar jelzésekhez az említett HAD matricákat használtam, a stencilket pedig a dobozból vettem. Én, ha magyar gépet építek, a HAD matricáit

szeretem használni, mert jó minőségűek, és bár az Eduardéhoz képest áztatás után kicsit később mozdul meg, de utána jól illeszkedik és nem szakad. Nekem eddig csak jó tapasztalataim vannak vele kapcsolatban. Aki elsőre bizonytalan, a gyártó oldalán talál útmutatót a helyes használatához.

A készlet alapból a magyar BISz elkészítéséhez nyújt segítséget, én pedig az 1970–75 között szolgálatban álló 608-as számú gép matricáját kívántam felhasználni. Ezt a számot ebben a formában nem tehettem fel, hiszen a készlet alapján ezt egy BISz viselte, ezért eldöntöttem, hogy ebből a számkombinációból alkotok valamit. Ismét az internethez fordultam, és több kombinációt kipróbálva a 068-as szám lett a befutó: bár nem találtam arra bizonyítékot, hogy UTI gép létezett ilyen számmal, de keresésem során ilyen sorszámu BISzt sem találtam, így ezt a köztes megoldást választottam.

KOSZOLÁS, KOPTATÁS

A matricázás és a végtelen mennyiségű apró stencil felrakása után ismét jött egy vékony fényes lakk, és száradás után kezdődhetett a weathering. Mivel korábban már eldöntöttem, hogy egy használatban álló, kissé nap-szívta gépet szeretnék, ezért az interneten kezdtem kutakodni fotók után. Olyan képeket kerestem, amin látszott, hogy például melyik szerelőpaneleket kell koptatni, illetve a gép alsó részén milyen és milyen mértékű megfolyásokat érdemes megjeleníteni. A leglátványosabb különbség a festés, illetve az élénk színű felségjelzések és oldalszámok között volt. Ez utóbbiakat egyesével, egy vékony ecset és az AK interactive 3. generációs narancs és világos zöld akril színeit használva egyesével fakítottam. A kopásokat szintén az AK ezüst festékének segítségével készítettem el. A megfolyásokat az ABT160 olajfesték segítségével és egy white spiritbe mártott (alaposan kinyomkodott) lapos ecsettel készítettem el. Az álcaszínekre véletlenszerű helyekre apró pöttyökben világosabb árnyalatú olajfestékeket tettem, majd egy szintén white spiritbe mártott vékony ecset hegyével finoman eldolgoztam, ezzel imitálva, hogy a nap sem egyen-

letesen fakítja a festéket, mivel eredetileg sem mindig egyforma vastag a festék a felületen. Ennél a műveletnél „a kevesebb néha több” elven dolgozom, és apránként, szükség szerint adok még hozzá koptatást. Amikor a kopás mértékét megfelelőnek találtam, az egészet a Mr Color GX114 lakkjával (Super Smooth Clear Flat) zártam. Ezután az orr- és főfutókat, illetve azok aknáit finoman, valamint a törzsféklap aknáit pigmentporral koszoltam, egy nagyon keveset a szárnytőbe is helyezve. A referenciaképek alapján általában beszálláskor és karbantartáskor le volt térítve a szárnytő (sátorlappal vagy pokróccal), ezért ide csak nagyon finoman tegyünk port.

A végső munkálatok során felraktam az elülső (növendék) oldalra nyíló és a hátulsó (oktató) hátracsúszó fülketetőket. Ezután ragasztottam fel a törzs jobb oldalán található késantennát és a szárny alsó részén rögzített antennákat, illetve az üzemanyagtartályokat. Utolsónak hagytam a törzsféklapokat, amik nyitott állapotban 55 fokos szöveget zárnak be. Ezeket a részeket a festés során is többször próbáltam, hogy biztosan jól illeszkedjenek. Kis próbálkozás után sikerült őket szimmetrikusan rögzíteni. Utolsó lépésként egy kifejezetten ezekhez a műveletekhez való USCHI 4007 1/72 méretarányú kötélzetet használva elkészítettem a rádióantennát. Ehhez a függőleges vezérsíkba finoman belefúrtam egy 0,2 mm fúróval, majd a kötélzet egyik végére egy kis darab pillanatragasztót tettem és beillesztettem a furatba. Annak száradását követően a másik végén lévő rögzítési pontra is tettem egy picit ragasztót,

majd a rugalmas szálát finoman meghúzva odaillesztettem. Száradás után a maradék szálát egy vékony ollóval levágtam.

AZ ALAP

Bár közvetlenül nem kapcsolódik az építéshez, úgy gondolom, a makett alapjának elkészítéséről is érdemes pár szót ejteni. Szerintem egy makettet az alapja helyezi bele a történetbe, amit el akarunk mesélni. Legyen az csak egy egyszerű kifutó, amivel például az aktuális évszakot vagy a helyszínt jelenítjük meg, vagy egy bonyolultabb, esetleg figurákat és járműveket is tartalmazó, ami komplexebb történetet is bemutat-hat. Az alap azon kívül, hogy kiemeli a makettünket, egyes versenyek pontozásos rendszerében esetleg plusz pontokat is jelenthet. Én az 1/72-es repülőimhez a Bucu Model Base vállalkozás diorámaalapjait szoktam használni, mivel annak kereten belüli, XPS polisztirol lemeze kivehető, így az alapot az adott géptípushoz tudom elkészíteni és makettenként tudom cserélni. Ezáltal könnyebb azok tárolása és sokkal variálhatóbb, mint a fix alapok. Ennél a típusnál egy dologra nagyon kell figyelni: csak olyan festéket és lakkot használjunk, amivel az XPS polisztirol nem lép reakcióba (ezek általában az oldószeres és palackos festékek, ezért érdemes festés előtt egy gyakorló darabon próbálgatni), mert a végső visszarakásnál méretben sokat zsugorodhat vagy deformálódhat.

ÖSSZEZÉS

Úgy gondolom, hogy ez a makett egy átlagos Eduard készlet színvonalát hozza, különösebb illeszkedési hibáktól mentes, illetve az összeszerelési útmutató könnyen értelmezhető. Ha dobozból építettem volna, akkor az oldalkormány problémáját és a szárnytő illeszkedését leszámítva nemigen találkoztam volna komoly hibával. Jelenlegi szintemen ez a két gyanta feljavító a tudásom és idegrendszerem felső határát súrolta, de visszatekintve megértte a plusz munkát. Sokan vagyunk úgy, hogy egy makett befejezését követően realizáljuk, mit csináltunk volna másképpen; én is így vagyok vele, de mivel maradt még pár jelzőssor a HAD matricakészletből, biztos vagyok benne, hogy fogok még BISzt építeni...

Végezetül szeretnék köszönetet mondani Búte Miklósnak, aki engem és másokat mindig türelmesen tanítgat figurafestésre és makettezésre, valamint Borbás Viktóriának, aki elkészítette ezeket a gyönyörű fényképeket.

A makett a 2025-ös Szolnoki Országos Makettkiállításon és Versenyen aranyérmeket kapott.

A haditechnikai leírást Kenyeres Dénes készítette, az építési leírás Pál Roland munkája.



10. ÁBRA. A kész makett az alapon



STUDIES

- From stone fougasse to intelligent landmines, *Part 2* **2**
- Landmines from the 19th century to the end of WWI.* **2**
- Development directions for modular containerised command posts **8**
- Specialised logistics equipment past and present, *Part 2* **13**

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- Commemoration of the Liberty Bridge of Novi Sad destroyed in 1999 **20**
- Cold war bunkers, *Part 6* **25**

SPACE ACTIVITIES

- The importance of KTD in aviation and space medicine, *Part 2* **32**
- The BepiColombo space programme with Hungarian participation **37**

DOMESTIC SURVEY

- The use of geoinformatics for the reconstruction of military installations **44**
- Multi-component explosives and their potential applications, *Part 1* **50**

MILTECH HISTORY

- Polish vehicles in the Royal Hungarian Armed Forces 1939-1945, *Part 1* **56**
- The side numbering system of the Royal Hungarian Air Force, 1938-1939 **62**

MODEL

- MiG-15 aircraft in the Hungarian People's Army **69**

A címlapképünkön: Fantáziakép a BepiColombo szétválás előtti állapotában a Merkúrnál, az utolsó gravitációs lendítőmanőver során. A szonda 2026 végén áll majd a végleges tudományos kutatási pályára a bolygó körül. Mellette látható a Wigner Fizikai Kutatóközpontban készített tápegység képe.



STUDIEN

- Von der steinstreuen Minen bis die intelligenten Landminen, *Teil II.* **2**
- Landminen von 19. Jahrhunderts bis zum Ende des ersten Weltkriegs* **8**
- Entwicklungsrichtungen der modularen Containerkommandostellen **13**
- Logistiktechnische Hilfsmittel einst und heute, *Teil II.* **13**

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDschau

- Gedenken an die in 1999 zerstörte Freiheitsbrücke in Novi Sad **20**
- Bunker des Kalten Krieges, *Teil VI.* **25**

RAUMFAHRTTECHNIK

- Die Bedeutung von KTD in der Luft- und Raumfahrtmedizin, *Teil II.* **32**
- Das BepiColombo-Weltraumprogramm mit ungarischer Beteiligung **37**

HEIMATSCHAU

- Anwendung von Geoinformationen zur Rekonstruktion militärischer Objekte **44**
- Mehrkomponentensprengstoff und seine Anwendungsmöglichkeiten, *Teil I.* **50**

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Polnische Fahrzeuge der ungarischen Armee, 1939-1945, *Teil I.* **56**
- Seitenzahl-Markierungssystem der Königlichen Ungarischen Luftwaffe in 1938-39 **62**

MAKETTE

- Die Flugzeuge „MiG-15“ in der Ungarischen Volksarmee **69**

Poszter: L-39 Skyfox többfunkciós, harcászati kiképző repülőgép magyar szolgálatban. (Fotó: HM Zrínyi Nkft. / Horváth Sztaniszláv)



SZERZŐINK FIGYELMÉBE

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

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

ELŐFIZETÉS

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

A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

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



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

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.

A FELHŐSZOLGÁLTATÁSOK VESZÉLYEI

Az adatainkat idegenek kezébe adjuk, aiktól egyszerre várjuk, hogy azokat tartsák biztonságban, de közben tegyék is elérhetővé számunkra. A rosszinulatú 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.

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.

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.

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

RENDSZERES BIZTONSÁGI MÁSOLATOK KÉSZÍTÉSE

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

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

